



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de Actividad Física y Deporte

Valoración de la Movilidad de la Columna en el Plano Sagital y Extensibilidad de la Musculatura Isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo

Elena Conesa Ros

2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de Actividad Física y Deporte

Valoración de la Movilidad de la Columna en el Plano Sagital y Extensibilidad de la Musculatura Isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo

Tesis para optar al grado de Doctor presentada por:

Elena Conesa Ros

Directores:

Dr. Fernando Santonja Medina

Dra. Francisca María Martínez-Gallego

Dr. Antonio Pastor Clemente

2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de Actividad Física y Deporte

Valoración de la Movilidad de la Columna en el Plano Sagital y Extensibilidad de la Musculatura Isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo

Elena Conesa Ros

2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de Actividad Física y Deporte

Valoración de la Movilidad de la Columna en el Plano Sagital y Extensibilidad de la Musculatura Isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo

Tesis para optar al grado de Doctor presentada por:

Elena Conesa Ros

Directores:

Dr. Fernando Santonja Medina

Dra. Francisca María Martínez-Gallego

Dr. Antonio Pastor Clemente

2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Facultad de Ciencias de la actividad Física y del Deporte

Fernando M. Santonja Medina

Doctor en Medicina y Cirugía y Profesor Titular del
Departamento de Cirugía, Pediatría, Obstetricia y Ginecología de
la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada: **“Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo”**, realizada por D^a Elena Conesa Ros, bajo mi inmediata dirección y supervisión en el Departamento de Actividad Física y del Deporte, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a diecinueve de Enero de dos mil quince.

Fdo: Fernando M. Santonja Medina



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Facultad de Ciencias de la actividad Física y del Deporte

FRANCISCA M^a MARTÍNEZ-GALLEGO

Doctora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y Profesora Asociada de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada: **“Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo”**, realizada por D^a Elena Conesa Ros, bajo mi inmediata dirección y supervisión en el Departamento de Actividad Física y del Deporte, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a diecinueve de Enero de dos mil quince.

Fdo: Francisca M^a Martínez-Gallego



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Área de Didáctica de la Expresión Corporal

Facultad de Ciencias de la actividad Física y del Deporte

Antonio Pastor Clemente

Doctor en Medicina y Cirugía

AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada: **“Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo”**, realizada por D^a Elena Conesa Ros, bajo mi inmediata dirección y supervisión en el Departamento de Actividad Física y del Deporte, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a diecinueve de Enero de dos mil quince.

Fdo: Antonio Pastor Clemente

A mi familia en especial a mi madre por no estar aquí conmigo en este momentos que ella tanto deseaba y que espero se sienta orgullosa desde allí arriba y a mi padre por dejarme grabada en la memoria la frase "Elena estudia". Espero se queden más tranquilos a la espera de un futuro mejor.

Mamá te quiero.

A Francisca Martínez-Gallego, por su tesón e insistencia para que terminara este trabajo, en momentos que se hacían cuesta arriba y no sabía por dónde salir. Gracias por tu apoyo, gracias por tu paciencia, gracias por ayudarme a crecer.

A Fernando Santonja Medina y Antonio Pastor Clemente, gracias por vuestro apoyo y útiles consejos para llevar a término este trabajo. Gracias por vuestro tiempo y dedicación. Gracias por vuestra ayuda para llevar a cabo las valoraciones médico-deportivas realizadas a las gimnastas.

A la Concejalía de Deportes del Ayuntamiento de Cartagena, por su respaldo y ayuda que ha permitido que fuera posible la presente investigación. Gracias también por creer en la Gimnasia Estética de Grupo como un deporte para toda la vida.

A mis queridas gimnastas y compañeras del Club Rítmica Cartagena, por las muestras de interés e ilusión que han manifestado al formar parte de esta investigación.

A los Clubes de competición de Estonia y Finlandia por su valiosa colaboración.

A los compañeros y amigos (María, Ernesto, Lucía, Cristina, Marga,...) que me han ayudado, animado, aguantado y apoyado de manera incondicional a lo largo de estos últimos años, en especial a Jorge Dopico, que desde la otra punta de España siempre ha estado a mi lado.

A Enrique Ortega Toro y "familia" por su ayuda desinteresada y fundamental.

Por último y no menos importante, sino todo lo contrario, a mi compañero y amigo Jesús García Pallarés por su ayuda incondicional, su tesón e insistencia, ya que si no hubiera sido por él, la conclusión de este trabajo se hubiera alargado más en el tiempo.

ÍNDICE

I. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
1. Justificación	7
2. Hipótesis y Objetivos del estudio	12
2.1. Hipótesis	12
2.2. Objetivos	13
II. MARCO TEÓRICO	15
1. Columna vertebral: Anatomía y biomecánica	17
1.1. Columna vertebral: Plano sagital.....	17
1.2. Valores de referencia para el plano sagital.....	19
1.3. Desalineaciones sagitales de la columna vertebral.....	25
1.3.1. Desalineaciones en la zona dorsal.....	26
1.3.2. Desalineaciones en la zona lumbar.....	28
2. Columna vertebral y deporte	30
3. Movilidad de la columna vertebral	49
3.1. Movilidad de la columna vertebral y deporte.....	50
4. Flexibilidad y deporte: Musculatura isquiosural	52
5. La Gimnasia Estética de Grupo	64
5.1. Contextualización histórica.....	64
5.2. Aproximación conceptual.....	69
5.3. Análisis de la técnica en GEG y su comparación con la GRD.....	73
5.4. Elementos técnicos potencialmente lesivos de la GEG.....	78
III. MÉTODO	85
1. Metodología	87
1.1. Diseño.....	87
1.1.1. Variables del diseño.....	87
2. Muestra	91
2.1. Características Madurativas.....	93
2.2. Características del contexto social donde se desarrolla la investigación.....	95
3. Procedimiento	95
4. Instrumentos y test de valoración	96
4.1. Valoración de la disposición sagital del raquis en bipedestación.....	96
4.2. Valoración del raquis en sedentación.....	98
4.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis.....	100
4.4. Valoración de la movilidad sagital global del raquis.....	102
4.5. Valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural.....	103
4.6. Mediciones antropométricas.....	107
5. Técnicas estadísticas aplicadas	108

IV. RESULTADOS	109
1. Disposición del plano sagital del raquis	111
1.1. Valoración de la disposición estática del raquis.....	111
1.1.1. En bipedestación.....	111
Grado de cifosis en bipedestación medida con inclinómetro.....	111
Grado de lordosis en bipedestación medida con inclinómetro.....	115
1.1.2. En sedentación.....	119
Grado de cifosis dorsal en sedentación asténica con inclinómetro.....	119
Grado de cifosis lumbar en sedentación asténica con inclinómetro.....	123
Ángulo lumbo-horizontal en sedentación (L-H SA).....	127
1.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis.....	131
Grado de cifosis dorsal en posición DD-P con inclinómetro.....	131
Grado de cifosis lumbar en posición DD-P con inclinómetro.....	136
2. Movilidad global del tronco	140
3. Extensibilidad de la musculatura isquiosural	142
4. Incidencia del volumen de entrenamiento sobre la configuración del plano sagital del raquis	155
V. DISCUSIÓN	157
1. Análisis de la disposición del plano sagital del raquis	161
1.1. Valoración de la disposición estática del raquis.....	161
1.1.1. En Bipedestación.....	161
Cifosis dorsal en bipedestación. Valores medios.....	161
Categorización de la curva dorsal en bipedestación.....	165
Lordosis lumbar en bipedestación. Valores medios.....	168
Categorización de la curva lumbar en bipedestación.....	171
1.1.2. Valoración de la disposición del raquis en sedentación.....	175
Grado de cifosis dorsal en sedentación asténica con inclinómetro.....	175
Categorización de la curva dorsal en sedentación.....	176
Grado de cifosis lumbar en sedentación asténica con inclinómetro.....	177
Categorización de la curva lumbar en sedentación.....	178
Ángulo lumbo horizontal en sedentación (L-H SA).....	179
1.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis.....	181
Cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Valores medios.....	182
Categorización de la curva dorsal en flexión máxima del tronco.....	184
Cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Valores medios.....	186
Categorización de la curva lumbar en flexión máxima del tronco.....	188

2. Análisis de la movilidad global del raquis.....	190
3. Análisis de extensibilidad de la musculatura isquiosural.....	193
4. Análisis de la incidencia del volumen de entrenamiento sobre la configuración del plano sagital del raquis.....	198
5. Perspectivas y futuras líneas de investigación.....	200
VI. CONCLUSIONES.....	201
VII. ÍNDICE DE FIGURAS.....	207
VIII. ÍNDICE DE TABLAS.....	213
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	219
X. ANEXOS.....	249

I.

JUSTIFICACIÓN y OBJETIVOS



I.1. JUSTIFICACIÓN

En el ámbito del rendimiento deportivo, diferentes estudios han tratado de definir un perfil ideal del deportista en cada disciplina, para determinar aquellas características físicas, técnico-tácticas, psicológicas, etc., que se relacionan con mejores resultados, así como las adaptaciones derivadas de un entrenamiento sistemático y continuado.

La mayoría de los estudios realizados en los que se analizan las características físicas de los deportistas se han centrado exclusivamente en aspectos fisiológicos. Sin embargo, el entrenamiento con un alto volumen de trabajo, en posiciones concretas y específicas al deporte, con acciones articulares repetitivas, pueden generar adaptaciones en el sistema músculo-esquelético y de forma específica en la columna vertebral.

Diversos autores establecen que la valoración inicial del deportista, que contemple la valoración del aparato locomotor, es clave para la prevención de la lesión (Casais, 2008). En concreto, Sainz de Baranda et al. (2009) plantean que para preservar la salud raquídea del deportista habrá que tener en cuenta el morfotipo raquídeo (Santonja, 1996a, b), la epidemiología lesional específica del deporte (Hellström et al., 1990; Katz y Scerpella, 2003), el porcentaje de deportistas afectados con dolor de espalda (Christie et al., 1995; Harringe et al., 2007; Kujala et al., 1992; Öhlén et al., 1989b) y el volumen y contenido del entrenamiento (Sainz de Baranda et al., 2010).

El concepto de morfotipo raquídeo fue definido por Santonja (1996a, b) y, en el plano sagital, consiste en la valoración de las curvaturas sagitales dorsal y lumbar en bipedestación en su actitud habitual, en flexión máxima del tronco y en postura sentada relajada o asténica.

La importancia de valorar el morfotipo raquídeo radica en que la disposición sagital del raquis influye en las propiedades mecánicas de los tejidos intervertebrales ante cargas compresivas y de cizalla (McGill, 2002). Así, una disposición raquídea inadecuada genera un incremento de las fuerzas que inciden sobre las diferentes estructuras que forman la columna vertebral, aumentando el riesgo de repercusiones, especialmente en deportistas jóvenes (Hellström et al., 1990; Smith et al., 2008). De esta forma, el riesgo de lesión aumenta, al modificarse la distribución de la carga entre el cuerpo vertebral, el disco intervertebral y las articulaciones apofisarias, entre el núcleo pulposo y el anillo fibroso y al aumentar el estrés de tensión en los ligamentos intervertebrales (McGill, 2002).

Las alteraciones en la disposición sagital del raquis han sido relacionadas con diversas repercusiones raquídeas en niños y en adultos, tales como el dolor lumbar y la degeneración discal, entre otras (López-Miñarro, 2003). En este sentido, Keller et al. (2005) determinaron que la disposición angular de las curvas torácica y lumbar influye en las cargas compresivas y de cizalla sobre los discos intervertebrales. Estas circunstancias justifican la necesidad de estudiar la relación entre la práctica físico-deportiva sistemática y la disposición del raquis (morfotipo raquídeo), con objeto de conocer el efecto que dicha práctica ejerce sobre aquél.

Estudios previos han valorado el morfotipo raquídeo en deportistas y han encontrado adaptaciones específicas en función del deporte practicado. Los deportistas analizados han sido bailarinas (Gómez-Lozano, 2007; Nilsson et al., 1993), nadadores (Pastor, 2000), futbolistas (López et al., 2005; López-Miñarro et al., 2007; Öztürk et al., 2008; Sainz de Baranda et al., 2001; Wodecki et al., 2002), luchadores (Rajabi et al., 2008), ciclistas (Aramendi et al., 1998; Burnett et al., 2004; Kolehmainen et al., 1989; López-Miñarro et al., 2012; McEvoy et al., 2007; Rajabi et al., 2000a, b; Salai et al., 1999), piragüistas (López-Miñarro et al., 2008; López-Miñarro et al., 2009), remeros (Howell, 1984; Stutchfield y Coleman, 2006), jugadores de hockey (Rajabi et al., 2007), jugadores de voleibol (Grabara y Hadzik, 2009), escaladores (Förster et al., 2009), golfistas (Lindsay y Horton, 2002), esquiadores (Alricsson y Werner, 2006; Rachbauer et al., 2001) y atletas (Aggrawal et al., 1979; López-Miñarro et al., 2009).

Otros estudios han comparado la disposición sagital del raquis en un grupo heterogéneo incluyendo a deportistas de diversas disciplinas (Ferrer, 1998; Uetake et al., 1998), relacionando la práctica deportiva con modificaciones específicas en la morfología del raquis, asociándolas a la técnica del deporte y a las posturas específicas que adoptan sistemáticamente los deportistas en sus entrenamientos y competiciones.

Algunos cambios en el morfotipo raquídeo suponen una alteración de las curvaturas sagitales del raquis, aumentando el riesgo de repercusiones raquídeas (Ferrer, 1998; Pastor, 2000). Por ello, es preciso analizar la disposición del raquis en deportistas jóvenes por su vulnerabilidad durante el crecimiento, especialmente en los períodos de crecimiento rápido (Hellström et al., 1990; Wojtys et al., 2000).

Balius et al. (1987) y Maroon y Bailes (1996) realizaron una clasificación de los deportes en función de la repercusión que su práctica podría suponer sobre la columna vertebral y específicamente sobre el disco intervertebral, basada en: 1) el tipo de

movimientos vertebrales que exige la técnica del deporte y su carácter simétrico o asimétrico; 2) la mayor o menor intensidad de estos movimientos, así como la necesidad intrínseca e inevitable de alcanzarla; y 3) la necesidad intrínseca e inevitable de fenómenos sobreañadidos de carga o de choque.

De acuerdo con las ideas expuestas, diferenciaron cuatro grupos de deportes: 1) Deportes vertebralmente negativos; 2) Deportes vertebralmente negativos en potencia; 3) Deportes vertebralmente indiferentes; y 4) Deportes vertebralmente positivos. A estos grupos añadieron un quinto, en el que incluían los deportes vertebralmente peligrosos.

Dentro de los deportes vertebralmente negativos, incluyeron a aquellos cuya práctica obliga necesariamente a la realización de movimientos de flexo-extensión, inclinación y rotación vertebral, de forma continuada, y en muchos de sus elementos técnicos forzando los movimientos a máxima intensidad, a los que en algunos deportes se asocian simultáneamente cargas continuas o discontinuas, soportadas, en muchas ocasiones, en mala posición. Son deportes en los que a pesar de seguir una técnica correcta, es imposible proteger el raquis y alcanzar al mismo tiempo rendimientos deportivos máximos. En este grupo se encuentran: - la gimnasia deportiva masculina y la gimnasia rítmica y artística femenina. Resaltando sobre todo el carácter particularmente nocivo de los movimientos de hiperflexión e hiperextensión lumbar forzada que se observan en estas disciplinas deportivas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que dentro del deporte de la gimnasia se encuentran varias modalidades deportivas como la gimnasia rítmica deportiva (GRD), la artística, la gimnasia de trampolín, la gimnasia acrobática, la aeróbica y la gimnasia estética de grupo; por lo tanto habrá que diferenciar la repercusión que cada una de estas modalidades puede generar sobre la columna vertebral.

El movimiento gimnástico se fragua a principios del siglo XIX de la mano de Ling. Éste definió a la gimnástica como la perfección adecuada del cuerpo humano a través de movimientos correctamente determinados (Langlade y Langlade, 1986). Una de las modalidades que se desarrolla especialmente en Finlandia, Estonia y Dinamarca es la Gimnasia Estética de Grupo (GEG) que adopta el valor formativo de salud corporal que se le había venido concediendo desde la época helenística.

A finales del Siglo XIX se constituyen los movimientos gimnásticos en el Mundo, partiendo de la base de la gimnasia practicada en los países nórdicos y a partir de ésta se fueron diferenciando el resto de modalidades, la GRD en la extinta URSS y Bulgaria y la

Gimnasia Artística en Alemania y Rumanía. La GEG ha sido desde entonces practicada, especialmente en Finlandia, como hábito de vida saludable para las mujeres (Langlade y Langlade, 1986).

La GEG es un deporte que durante muchos años sólo ha existido en los países del Norte de Europa, extendiéndose la competición federada de esta modalidad gimnástica al resto del mundo desde principios del siglo XXI. Como práctica física, hace énfasis en mantener una postura adecuada del tronco, tanto en bipedestación como en flexión del tronco, pero no existe ningún estudio que cuantifique la movilidad de la columna vertebral de las gimnastas de estética, ni la disposición sagital del raquis, que indique los efectos que este deporte procura a los deportistas que lo practican.

Con relación al morfotipo raquídeo se han encontrado dos trabajos que han valorado a gimnastas de rítmica (Kums et al., 2007; Martínez-Gallego, 2004), uno que ha valorado a gimnastas de artística (Öhlén et al., 1989a) y otros dos que han valorado a gimnastas de trampolín (Sainz de Baranda et al., 2009, 2010).

Para saber si la práctica intensa de la GEG es un factor de riesgo que ocasiona alguna desalineación raquídea, es necesario conocer las modificaciones que pueden producirse en la disposición sagital del raquis, como consecuencia del intenso entrenamiento al que son sometidas las gimnastas y comprobar, si da lugar a desalineaciones sobre la columna vertebral o, si por el contrario mejora la disposición de las curvaturas sagitales del raquis.

Cuando se incrementan los años de entrenamiento, la estabilidad del raquis tiende a empeorar, pudiendo deberse a los entrenamientos específicos de este deporte. Se ha observado que en las gimnastas de rítmica la hipermovilidad raquídea, hiperlaxitud o hipermovilidad generalizada se asocia al dolor lumbar (Deighton, 2005; Hamilton et al., 1992; Klemp y Learmonth, 1984; Klemp et al., 1984). La hiperlaxitud tiene una incidencia significativa en este tipo de población, pues en gran medida, en el inicio de sus carreras deportivas, el grado de movilidad ha sido un parámetro de selección en los clubes de gimnasia.

La mayoría de los estudios en gimnastas de rendimiento, han encendido la alarma de que éstas están en situación de riesgo potencial para múltiples lesiones de la columna vertebral (Balius et al., 1987; Hutchinson, 1999; Mendizábal, 2000; Standaert y Herring, 2000). Pero existen otros estudios que inciden sobre los beneficios que puede aportar la

gimnasia con un entrenamiento moderado (Cupisti, et al., 2004; Cupisti et al., 2007; Kums et al., 2007; Martínez-Gallego, 2004, Piazza et al., 2009).

El desconocimiento de la GEG y su relación con la gimnasia rítmica deportiva (GRD), les asocia como deportes “negativos” para la columna vertebral durante el crecimiento, obviando la parte educativa y correctiva del mismo.

Tras un análisis exhaustivo del reglamento, sobre los diferentes movimientos corporales y la exigencia del equilibrio entre las cualidades físicas que deben mostrar las gimnastas de estética, así como la especial atención a los aspectos saludables durante la ejecución de la técnica, nos hace suponer que la GEG es una actividad procuradora de hábitos y actitudes positivas favorables para la salud de la espalda.

Generalmente, el entrenamiento de la GEG comienza a la edad de 6 años. En los 10 años siguientes, el tiempo de entrenamiento aumenta de forma progresiva en intensidad y exigencia. El empleo de una preparación técnica inadecuada puede producir alteraciones y lesiones músculo-esqueléticas, por lo que el entrenamiento de la GEG debe procurar el adecuado desarrollo de la columna vertebral y la prevención de diferentes lesiones (Bachrach, 1988; Howse, 2002; Micheli, 1983; Sohl y Bowling, 1990).

Con el objeto de dar a conocer los efectos que proporciona la práctica de la GEG, se realiza este estudio para describir el morfotipo del raquis de las gimnastas de estética de grupo durante su etapa de crecimiento, con el propósito de corroborar si las exigencias de aspectos saludables que imperan en su reglamento deportivo se traducen en una mejor disposición de la columna vertebral.

Atendiendo a la filosofía de la GEG donde los movimientos deben ser armónicos, rítmicos y dinámicos, realizados de forma económica y natural, es de esperar que su práctica regular, sea positiva para la buena alineación de la columna vertebral.

El análisis comparativo entre la GEG y la GRD, puede ayudar a comprender mejor las peculiaridades de ésta y a comprobar si su práctica influye sobre el buen estado de salud de las gimnastas respecto a las niñas que no practican ninguna actividad.

I.2. HIPÓTESIS y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

I.2.1. Hipótesis

1. La cifosis dorsal en valoración estática, tanto en bipedestación como en sedentación, presentará valores angulares similares en las niñas practicantes de GEG respecto a las niñas practicantes de GRD, y más reducidos respecto a las niñas no practicantes de actividad deportiva reglada. Los valores de lordosis lumbar serán más reducidos en las gimnastas de estética que en las gimnastas de rítmica, y similares a las de la población control.

2. La disposición del raquis dorsal en flexión del tronco presentará valores angulares similares en las niñas practicantes de GEG respecto a las niñas de GRD y más reducidos que las no practicantes. Por contra, la inversión lumbar será menor en niñas practicantes de GEG que en niñas de GRD, así como en la población control.

3. Los valores de extensibilidad isquiosural de las gimnastas de estética y rítmica serán similares, aunque ambas presentarán valores notablemente superiores a las de la población control.

4. La movilidad sagital global del raquis en flexión y extensión del tronco será superior en niñas practicantes de GEG respecto a otras poblaciones de deportistas.

5. El volumen de entrenamiento influirá sobre la configuración sagital del raquis y aumentará los niveles de extensibilidad isquiosural en una muestra de gimnastas de GEG.

I.2.2. Objetivos

Los objetivos que se plantean para esta Tesis Doctoral son:

- Evaluar la disposición sagital del raquis en posición estática y dinámica en una muestra de gimnastas de GEG y compararla con gimnastas de GRD y niñas que no realizan actividad física extraescolar.
- Determinar el grado de extensibilidad isquiosural en una muestra de gimnastas de GEG y compararla con las gimnastas de GRD y con las niñas que no realizan actividad físico-deportiva extraescolar.
- Determinar la movilidad sagital global del raquis en una muestra de gimnastas de GEG y compararla con otras poblaciones de deportistas.
- Analizar la incidencia del volumen de entrenamiento sobre la configuración sagital del raquis y la extensibilidad isquiosural en una muestra de gimnastas de GEG.

II.

MARCO TEÓRICO



II.1. COLUMNA VERTEBRAL: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

II.1.1. Columna vertebral: Plano Sagital

La columna vertebral, también denominada raquis, es una estructura ósea en forma de pilar constituida por 33 ó 34 vértebras superpuestas, alternadas con discos fibrocartilagosos a los que se unen por fuertes estructuras ligamentosas, apoyadas por los músculos. De estos 33-34 segmentos, 24 son móviles y contribuyen al movimiento del tronco (Hamill y Knutzen, 1995) (figura II.1).

Esta estructura raquídea asegura tres características fundamentales para su funcionalidad: dotar de rigidez para soportar cargas axiales, proteger las estructuras del sistema nervioso central (médula, meninges y raíces nerviosas) y otorgar una adecuada movilidad y flexibilidad para los principales movimientos del tronco (Cuadrado et al., 1993; Kirby y Roberts, 1985; Miralles y Puig, 1998; Panjabi, 1985).

En el plano sagital, el raquis queda dividido en una serie de curvaturas de naturaleza fisiológica: la lordosis cervical, constituida por 7 vértebras (C₁ a C₇); la cifosis torácica o dorsal, constituida por 12 vértebras (T₁ a T₁₂); la lordosis lumbar, constituida por 5 vértebras (L₁ a L₅); la cifosis sacra, constituida por 5 vértebras (S₁ a S₅), habitualmente fusionadas formando un sólo hueso, el sacro; y la coccígea, formada por 4 ó 5 vértebras que constituyen el cóccix (Cuadrado et al., 1993; Hamill y Knutzen, 1995; Miralles y Puig, 1998; Panjabi, 1985; Thompson y Floyd, 1996). De éstas, la cervical y lumbar son las más móviles, mientras la torácica es más rígida, aportando menor movilidad.

Los cuatro parámetros que justifican la presencia de las curvaturas en el plano sagital (Llanos y Martín, 1998) son: 1) Su existencia aumenta la resistencia de la columna vertebral a las fuerzas de compresión axial; 2) Proporcionan mayor movilidad al conjunto arquitectural cabeza-pelvis; 3) Aumentan la estabilidad en bipedestación, debido a que la existencia de las curvas agranda el polígono de sustentación corporal delimitado entre los dos pies; 4) Colaboran en el mantenimiento del equilibrio estático de la cabeza y el tronco mancomunadamente con otros factores, como la actividad de la musculatura o la peculiar disposición de la pelvis humana.

La valoración del raquis en el plano sagital implica la complejidad de tener que discernir los límites fisiológicos y patológicos de su forma y función, circunstancia que

precisa de un adecuado conocimiento de las estructuras anatómicas que la conforman y la biomecánica que rige su funcionalidad. Según señala Munuera (1996), los valores angulares de las curvaturas del raquis medidas por procedimientos radiológicos oscilan entre 2° y 24° en la lordosis cervical, con una media de 9° ; entre 22° y 56° para la cifosis dorsal, con una media de 40° ; y entre 38° y 75° para la lordosis lumbar, con una media en torno a 57° .

Sin embargo, muchos autores indican que estos valores medios deben ser sólo indicativos y no normativos (Bernhardt y Bridwell, 1989; Jackson y Hales, 2000), ya que existe una gran variabilidad individual, y ésta puede ir modificándose con la edad de los sujetos (Roussouly et al., 2005), aunque, habitualmente, se han aceptado como límites de normalidad los 20° - 45° para la cifosis dorsal y los 20° - 40° para la lordosis lumbar.

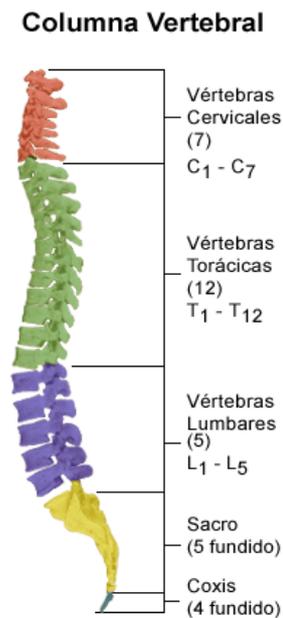


Figura II.1. Plano sagital de la columna vertebral.

II.1.2. Valores de referencia para el plano sagital

Tras analizar los diferentes estudios que han valorado el plano sagital de la columna vertebral, se puede afirmar, que la columna del niño no es un modelo en pequeño de la del adolescente y la del adulto, ya que conforme el niño crece, la alineación de la columna se modifica mostrando cambios en la postura y en el equilibrio del plano sagital (Sainz de Baranda et al., 2006).

En este sentido, Voutsinas y MacEwen (1986) tras un análisis radiológico, encontraron una media de cifosis de 36° y lordosis de 52° para los escolares de 5-9 años, mientras que los valores aumentaban a 39° para la cifosis y $56,6^{\circ}$ para la lordosis para los escolares de entre 15 y 20 años.

Cil et al. (2004) tras estudiar a 151 niños (72 niñas y 79 niños) sin patología de la columna, con una edad desde los 3 años a los 15 años, observaron que la alineación del plano sagital cambia durante el crecimiento, mostrando diferencias significativas entre los diferentes grupos de edad (tabla II.1).

Con el crecimiento, la cifosis y la lordosis aumentan, al igual que la inclinación sacra. Aunque, hay que destacar que la lordosis termina antes su crecimiento y que la cifosis dorsal será la última curva en cerrar su crecimiento (figura II.2). Por ello, el incremento en grados no es lineal, ya que al tiempo que la lordosis acelera su crecimiento a los 10-12 años, la cifosis torácica decrece. Mientras que en los años posteriores la cifosis aumenta y la lordosis disminuye, hasta que se estabilizan las curvas (Cil et al., 2004).

Tabla II.1. Cifosis dorsal y lordosis lumbar durante el crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004).

Edad	3-6 años	7-9 años	10-12 años	13-15 años
Sujetos (n)	51	37	32	31
Cifosis Dorsal	$44,9^{\circ} \pm 11,4^{\circ}$	$47,8^{\circ} \pm 10,5^{\circ}$	$45,8^{\circ} \pm 10,6^{\circ}$	$53,3^{\circ} \pm 9,1^{\circ}$
Lordosis Lumbar	$44,3^{\circ} \pm 11^{\circ}$	$51,7^{\circ} \pm 11,5^{\circ}$	$57,3^{\circ} \pm 10^{\circ}$	$54,6^{\circ} \pm 9,8^{\circ}$

Murray y Bulstrode (1996) observaron similar progresión de las curvas y justifican estos datos porque el crecimiento vertebral anterior es superior al crecimiento vertebral posterior, lo que da como resultado la disminución en los valores de cifosis y el aumento de la lordosis lumbar.

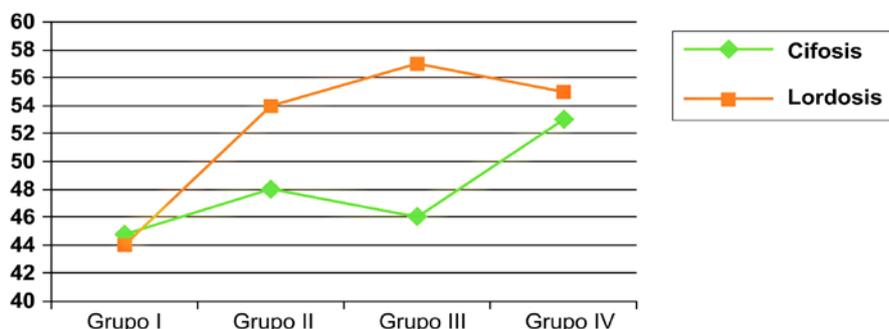


Figura II.2. Evolución de la cifosis y lordosis con la edad durante las etapas de crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004)

Mac-Thiong et al. (2004) tras realizar un estudio radiográfico a 180 niños y adolescentes, encontraron para todos los parámetros valores más pequeños en los sujetos menores de 10 años cuando los compararon con los de más de 10 años (tabla II.2). Observándose tras el estudio correlacional una tendencia positiva a la asociación lineal entre la edad y todos los parámetros evaluados.

Estos autores no encuentran diferencias significativas entre chicos y chicas, aunque las chicas muestran una tendencia a presentar mayores valores para todos los parámetros. Lo cual, puede ser debido, a que el crecimiento adolescente acelera el crecimiento y se completa 2 años antes en las mujeres.

Tabla II.2. Valores medios del plano sagital del raquis en función de la edad. Tomado de Mac-Thiong et al. (2004).

Edad	Cifosis	Lordosis	Índice Pélvico	Inclinación pélvica	Ángulo Sacro
< 10 años (n =35)	38,3 ⁰ ±9,8 ⁰	45,6 ⁰ ±12 ⁰	44,6 ⁰ ±10 ⁰	4,3 ⁰ ±8,1 ⁰	40,3 ⁰ ±8,7 ⁰
> 10 años (n =145)	44 ⁰ ±10,3 ⁰	49 ⁰ ±12,4 ⁰	49,3 ⁰ ±11 ⁰	7,9 ⁰ ±7,7 ⁰	41,4 ⁰ ±8,5 ⁰

Boseker et al. (2000) tras realizar una radiografía lateral de la columna vertebral en bipedestación, a 121 niños y adolescentes de edades comprendidas entre los 5 y los 19 años, tampoco encontraron diferencias significativas entre chicos y chicas, mientras que si observaron una tendencia a que los valores de cifosis aumentaran con la edad.

Widhe (2001) realizó un estudio longitudinal, valorando la evolución de diferentes parámetros de la columna vertebral con el paso de los años. Seleccionó una muestra de 90 niños de 5-6 años y, 10 años después, los volvió a valorar cuando tenían entre 15 y 16 años. Analizó la disposición sagital de la columna vertebral en bipedestación, así como la movilidad de la curva dorsal y lumbar en flexión y extensión, utilizando el Cifómetro de Debrunner. Tras el análisis de los resultados, observa como la postura cambia de forma significativa durante el crecimiento, aumentando la cifosis torácica y la lordosis (tabla II.3).

Con relación a la movilidad de la columna, en la columna dorsal, la flexión disminuye 9° y la extensión disminuye 18° . Para la columna lumbar, la flexión disminuye 9° y la extensión aumenta 5° . Por tanto, la movilidad sagital total disminuye durante un periodo de 10 años en la región dorsal unos 27° y en la región lumbar 4° .

Tras realizar el estudio correlacional observó que la cifosis a los 5-6 años y la cifosis a los 15-16 años mostraba una correlación positiva ($r=0.33$; $p<0.0015$), al igual que la lordosis, aunque con una significación algo menor ($r=0.21$; $p<0.05$).

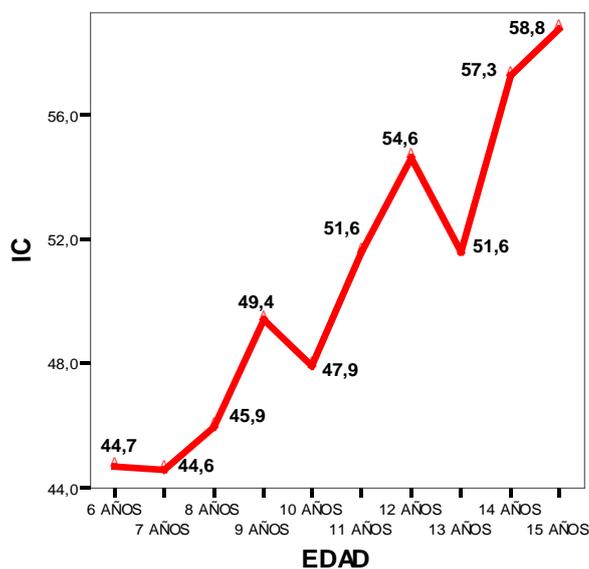
Tabla II.3. Valores de la columna dorsal y lumbar en flexión, cifosis, lordosis y extensión. Tomado de Widhe (2001).

Edad	Zona Dorsal			Zona Lumbar		
	Flexión	Cifosis	Extensión	Flexión	Lordosis	Extensión
5-6 años Chicos	55,3 ⁰ (7 ⁰)	30,1 ⁰ (8,7 ⁰)	0 ⁰ (16,8 ⁰)	46,5 ⁰ (10,7 ⁰)	31,2 ⁰ (8,6 ⁰)	50,5 ⁰ (8,9 ⁰)
15-16 años Chicos	50,8 ⁰ (8,8 ⁰)	37 ⁰ (8,3 ⁰)	22,5 ⁰ (12,7 ⁰)	35,8 ⁰ (9,3 ⁰)	35,2 ⁰ (7,9 ⁰)	60,2 ⁰ (7,8 ⁰)
5-6 años Chicas	52,4 ⁰ (8,4 ⁰)	28,4 ⁰ (9,3 ⁰)	- 3,4 ⁰ (16,3 ⁰)	46,9 ⁰ (8,5 ⁰)	31,6 ⁰ (9,9 ⁰)	53 ⁰ (11,1 ⁰)
15-16 años Chicas	49,6 ⁰ (5,4 ⁰)	33,7 ⁰ (6,6 ⁰)	20,7 ⁰ (12,2 ⁰)	28,3 ⁰ (8,4 ⁰)	39,9 ⁰ (5,5 ⁰)	65,2 ⁰ (5,1 ⁰)
5-6 años Total	53,8 ⁰ (7,8 ⁰)	29,2 ⁰ (9 ⁰)	- 1,7 ⁰ (16,5 ⁰)	46,7 ⁰ (9,6 ⁰)	31,4 ⁰ (8,2 ⁰)	51,8 ⁰ (10,1 ⁰)
15-16 años Total	50,2 ⁰ (7,3 ⁰)	35,3 ⁰ (76 ⁰)	21,6 ⁰ (12,4 ⁰)	32 ⁰ (9,6 ⁰)	37,6 ⁰ (7,2 ⁰)	62,7 ⁰ (7 ⁰)

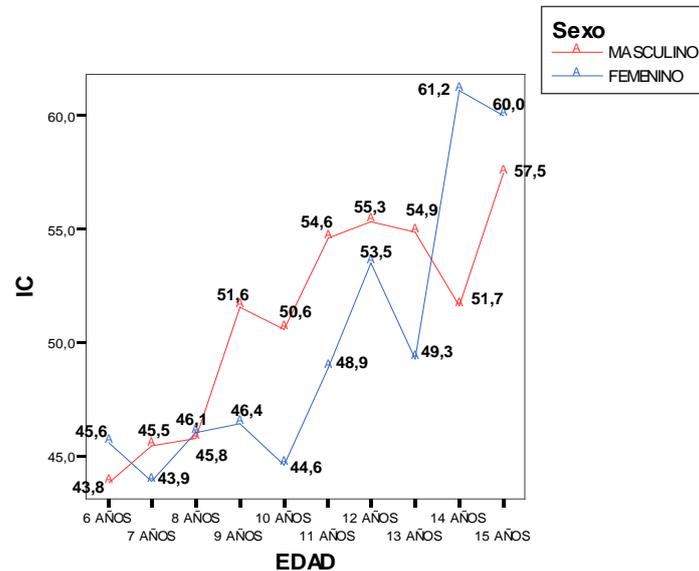
En España, destaca el trabajo de Andújar (2010), que realiza un estudio de prevalencia para analizar el plano sagital de la columna vertebral en escolares entre 6 y 14 años. Selecciona de forma aleatoria y estratificada una muestra de 523 alumnos de 15 centros escolares.

Cuando analiza la evolución de los parámetros clínicos de las curvaturas sagitales de la columna vertebral con la edad, aprecia una tendencia al incremento de la cifosis con el crecimiento, al evolucionar desde un índice cifótico (IC) de aproximadamente 45 entre los 6 a los 8 años de edad, a un índice cifótico de 58 entre los 14 y 15 años de edad (figura II.3).

Cuando analiza los resultados en función del sexo observa que el IC es menor en las niñas hasta los 13 años de edad. De los 13 a los 15 años en las chicas, se produce un claro incremento del IC pasando de $49,28 \pm 17,19$ a $61 \pm 12,27$ (figura II.4). En los niños el IC es claramente superior cuando se compara con el de las niñas de los 9 a los 13 años aunque las diferencias no llegan a ser significativas.



**Figura II.3. Evolución del IC durante el crecimiento.
Tomado de Andújar (2010).**



**Figura II.4. Evolución del IC durante el crecimiento diferenciando por sexos.
Tomado de Andújar (2010).**

Con relación a la lordosis, valorada mediante el índice lordótico (IL), aprecia una tendencia a incrementar durante el crecimiento, al pasar de un índice lordótico de aproximadamente 25 a los 6 años de edad a un índice lordótico de 36 a los 15 años de edad (figura II.5).

Cuando analiza los resultados en función del sexo observa que el IL siempre es superior en las niñas, siendo estas diferencias claramente superiores a los 14 años de edad ($38,23 \pm 9,94$ versus $31,13 \pm 6,74$) ($p < 0,05$). Sólo a la edad de 7 años el IL es igual en los niños que en las niñas ($28,26 \pm 10,28$ versus $28,15 \pm 7,17$) (figura II.6).

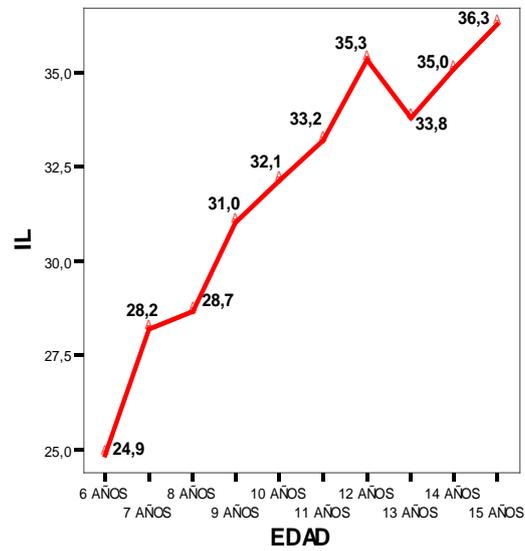


Figura II.5. Evolución del IL durante el crecimiento.
Tomada de Andújar (2010).

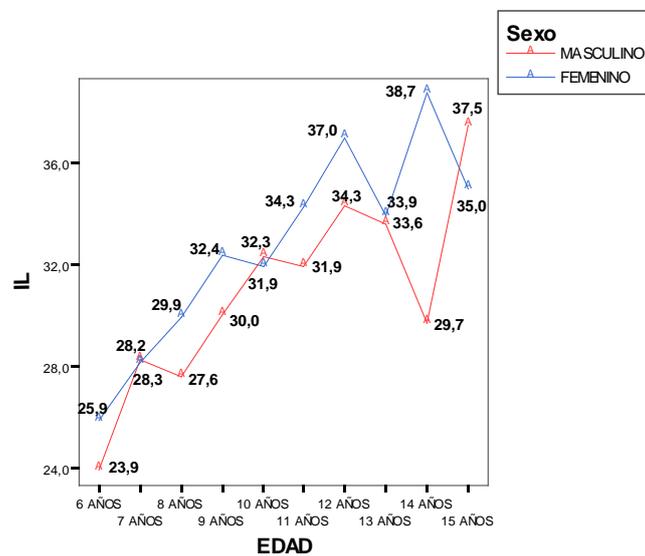


Figura II.6. Evolución del IL durante el crecimiento.
Tomada de Andújar (2010).

II.1.3. Desalineaciones sagitales de la columna vertebral

La columna vertebral en el plano sagital muestra sus curvaturas fisiológicas con angulaciones que oscilan entre amplios márgenes de normalidad (Scoliosis Research Society, 2006).

Por factores de diversa índole, las curvaturas del raquis pueden sufrir desalineaciones que, dependiendo del grado, van a modificar las condiciones de estabilidad y movilidad del raquis.

Dichas desalineaciones podrán darse por incremento, disminución, abolición e incluso por inversión de las curvas fisiológicas (Serna et al., 1996). Al aumento de la curva torácica se le denomina *hipercifosis*, al aumento de la curvatura lumbar se le denomina *hiperlordosis*, a la disminución o rectificación de las curvas fisiológicas, *hipocifosis* o *dorso plano* e *hipolordosis*, y a la inversión de las curvaturas se denomina *cifosis lumbar* o *lordosis torácica* (figura II.7).

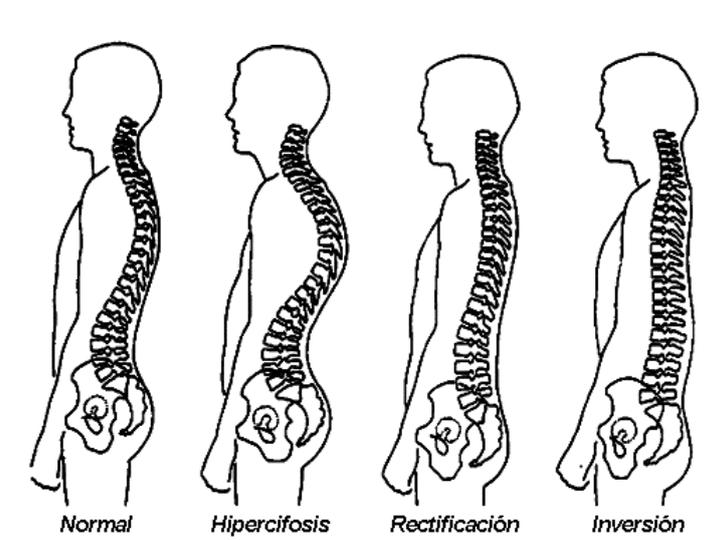


Figura II.7. Diferentes disposiciones del raquis en el plano sagital.
Tomado de Serna et al. (1996)

Estas desalineaciones del raquis en el plano sagital son importantes debido a su prevalencia (Ali et al., 2000; Andújar, 2010; Ferrer et al., 1996; Ferrer, 1998; Santonja, 1990; Wenger y Frick, 1999), y cualquier alteración precisará realizar el conveniente diagnóstico que determine sus características (Mac-Thiong et al., 2004).

La mayoría de estas desalineaciones son de naturaleza postural, siendo conocidas como actitudes posturales, no estructuradas o funcionales, en las cuales, no existe alteración estructural ósea y pueden ser corregidas espontáneamente por el individuo (Santonja, 1990; Santonja y Pastor, 2000; Stagnara, 1987).

Las desalineaciones denominadas estructuradas o verdaderas, son de menor frecuencia de aparición y se caracterizan por la persistencia de la posición anómala que no permite la completa corrección activa ni pasiva, acompañada de deformación estructural de las vértebras y los discos intervertebrales fundamentalmente (Serna et al., 1996). No obstante, hay que tener en cuenta la evolución de las actitudes posturales, ya que pueden estructurarse si no existen las medidas de prevención adecuadas (Bradford, 1977; Chopin y David, 1989; Lowe, 1990; Moe et al., 1982; Santonja, 1996a, b; Santonja et al., 2000).

Diversas han sido las propuestas para clasificar las deformidades vertebrales según su origen, causa o tipología.

En la zona dorsal, en función de sus características, destaca la actitud cifótica dorsal, la cifosis funcional, la cifosis idiopática y la cifosis de Scheüermann. En la zona lumbar destaca la hiperlordosis lumbar y la actitud cifótica lumbar. Cuando la persona presente una hipercifosis dorsal y una hiperlordosis lumbar se dirá que tiene una cifolordosis.

II.1.3.1. Desalineaciones en la zona dorsal

Se denomina hipercifosis dorsal al aumento de la curvatura por encima de los 40°-45°. En función de sus características se clasificarán en actitudes cifóticas dorsales, cifosis funcionales, cifosis idiopáticas o cifosis de Scheüermann (Andújar, 2010).

Actitud cifótica dorsal, hipercifosis dorsal asténica, dorso curvo postural o hipercifosis postural. Supone un incremento de la curva dorsal o torácica y se caracteriza por la forma redonda de la espalda en actitud asténica (relajada). Es frecuente su aparición durante el estirón puberal, siendo su frecuencia de un 9% durante la pubertad y alcanzando un 16% durante la adolescencia (Lalande et al., 1984; Lesur, 1969).

La radiografía muestra un aumento de la cifosis dorsal >40°, pero sin alteraciones en la morfología vertebral (no hay acuñaamientos, ni irregularidades). Sin embargo, habrá que tener en cuenta que durante el periodo puberal se pueden producir cambios en la

postura del niño. A veces desaparecerá, pero en muchas ocasiones, su tendencia será a incrementar la cifosis torácica o a aparecer una cifosis tóraco-lumbar (Stagnara, 1987).

En la pubertad, los cuerpos vertebrales adquieren su morfología y son susceptibles de deformidades estructurales que serán permanentes. Si estas cifosis no se tratan, pueden transformarse en una deformidad estructurada, con dolor en la edad adulta (Chopin y David, 1989; Domisse, 1990; Lesur, 1969; Ventura, 1986).

Cifosis funcional dorsal. La cifosis funcional dorsal se caracteriza por tener una cifosis dorsal en bipedestación normal pero con un notable incremento de la curvatura en flexión del tronco (Bado et al., 1964; Bado, 1977).

Dorso curvo juvenil. Es una hipercifosis dorsal acompañada de una cortedad de la musculatura isquiosural. Bado et al. (1964) determinan que existe una relación directa entre el grado de cortedad de la musculatura isquiosural y las angulaciones alcanzadas en el dorso curvo cuando se realiza la flexión del tronco.

Cifosis idiopática. Es una cifosis de aparición muy temprana con una acentuación de la cifosis torácica durante el estirón puberal y de carácter familiar. Según Alier (1990) su incidencia dentro de las cifosis es de un 35%. Se genera una curva de naturaleza regular y no dolorosa con acuñamientos progresivos de las vértebras torácicas medias, pudiéndose alcanzar angulaciones (acuñamientos) de hasta 10° por vértebra, pero sin observarse signos de Distrofia de Scheüermann.

Cifosis de Scheüermann. Esta patología debe su nombre al autor que la descubrió en 1920 (Scheüermann, 1921). Es un tipo de cifosis que cursa en un 50% de los casos con dorsalgias. El diagnóstico de la misma se efectúa mediante estudio radiológico, al observar los defectos causados en los platillos vertebrales, presentando una cifosis característica.

Los hallazgos radiográficos serán definitivos para el diagnóstico y consisten en un incremento de la cifosis torácica, irregularidades en los platillos marginales, acuñamientos vertebrales (>5°) que deben afectar al menos a tres vértebras contiguas en el ápex de la cifosis o cinco alternas (Sorensen, 1964), siendo este signo el más significativo; pinzamiento de los espacios discales, que suele estar ausente en los estadios iniciales de la enfermedad, pero más tarde se van estrechando, sobre todo en la región central de la curva cifótica (Lowe y Line, 2007).

II.1.3.2. Desalineaciones en la zona lumbar

En la zona lumbar destacan dos patologías, la hiperlordosis lumbar y la actitud cifótica lumbar en sedentación o en flexión del tronco. La hiperlordosis lumbar será estructurada cuando la curva lumbar sea mayor de 40°-45° en bipedestación y en flexión del tronco se mantenga la lordosis. La cifosis lumbar será estructurada cuando en bipedestación se aprecie la curva lumbar invertida o rectificadas (Andújar, 2010).

Actitud hiperlordótica. Es la exageración de la lordosis lumbar en bipedestación con una anteversión de la pelvis, lo que provoca un abdomen y nalgas prominentes. La curvatura dorsal será normal. Se considera fisiológica hasta los 5 años de edad aproximadamente, siendo más frecuente en el sexo femenino (Lalande et al., 1984). La reductibilidad de esta curvatura es total y se comprueba observando el comportamiento del raquis lumbar durante la flexión del tronco.

La hiperlordosis lumbar suele corregirse espontáneamente en la mayoría de los casos y sólo son causa de alarma cuando persisten o se agravan, sobre todo en las proximidades del estirón puberal del crecimiento. La radiografía en sedentación asténica o en flexión del tronco confirmaría la reductibilidad de esta lordosis (Stagnara, 1987; Santonja y Genovés, 1992).

Hiperlordosis lumbar. Es el aumento estructurado de la lordosis lumbar. La pelvis está en anteversión y al flexionar el tronco la curva lumbar no se invierte. En este caso, hay que pensar en una anomalía constitucional de la lordosis.

Las hiperlordosis pueden ser compensación de una hiper cifosis dorsal o ser secundarias a la retracción del psoas-íliaco, luxación bilateral de caderas o a una coxa vara bilateral entre otras etiologías. También pueden deberse a una debilidad de la musculatura abdominal (Andreotti y Mauri, 1989).

Enfermedad de Scheüermann lumbar. Denominada enfermedad de Scheüermann lumbar o atípica (Wenger y Frick, 1999), los criterios diagnósticos varían con respecto al cuadro típico. Las características en esta desalineación son: irregularidades del contorno vertebral, estrechamiento del espacio discal y formación de hernias intraesponjosas vertebrales anteriores. Suele asociarse el dolor con mayor frecuencia que en la localización torácica y en su patogénesis parece influir de una forma determinante, una actividad física intensa, especialmente el levantamiento de cargas pesadas (Callaghan y McGill, 2002; Gunning et al., 2001; McGill et al., 2000).

Los afectados oscilan con edades entre 12 y 17 años, predominando el sexo masculino. La mayoría refieren una historia de actividad física intensa y lumbalgia de características mecánicas, de larga evolución y sin complicaciones neurológicas.

Cifosis lumbar. El primer autor en llamar la atención sobre esta patología fue Lesur (1969) haciendo referencia a la rectificación o inversión del raquis lumbar. Sin embargo, a lo largo de los años, otros autores como Andújar (1992), Santonja y Martínez (1992a), Santonja y Genovés (1992) Somhegyi y Ratko (1993), Santonja et al. (2000) y Santonja y Pastor (2003), han aportado nuevas referencias que permiten diferenciar tres tipos de cifosis lumbares: a) la actitud cifótica lumbar; b) la hipermovilidad lumbar; c) la cifosis lumbar estructurada.

La actitud cifótica lumbar, se caracteriza por presentar una columna lumbar en bipedestación dentro de la normalidad (o con curva rectificadas, pero nunca invertida), mientras que en flexión del tronco y en sedentación existe una inversión patológica por encima de los rangos de normalidad (Andújar, 2010; Santonja et al., 2000).

En la hipermovilidad lumbar, la columna lumbar en bipedestación es hiperlordótica con un eje atrasado (postura pobre), mientras que en la flexión del tronco y sedentación presentará una inversión patológica por encima de los rangos de normalidad (Somhegyi y Ratko, 1993).

En la cifosis lumbar estructurada, en bipedestación se observa una inversión de la lordosis lumbar que persiste en flexión del tronco y en sedentación (Andújar, 2010; Santonja et al., 2000).

II.2. COLUMNA VERTEBRAL y DEPORTE

A continuación, siguiendo la revisión iniciada por Muyor (2010), se exponen los trabajos más relevantes que han evaluado la influencia de la práctica deportiva sobre la columna vertebral y específicamente sobre la disposición sagital del raquis.

Algunos trabajos se han centrado en valorar la curva dorsal y lumbar únicamente en bipedestación, utilizando diversas técnicas de medición, si bien otros incluyen la valoración de posiciones de flexión máxima del tronco y la sedentación. No obstante, son pocas las investigaciones que incluyen en su muestra deportistas de alto nivel o que comparan los valores angulares en función de diversas variables, tales como el volumen de entrenamiento y el grado de extensibilidad isquiosural. Además, la mayoría de estos estudios no analizan la disposición sagital del raquis en las posiciones específicas que adopta el deportista en competición.

Danza

Para determinar el efecto de la práctica en la disposición sagital del raquis, Nilsson et al. (1993) evaluaron el morfotipo raquídeo, movilidad del raquis en el plano sagital y laxitud articular de niños en una escuela de danza (11 niños y 12 niñas), con un volumen de 10 horas de práctica semanal, así como en un grupo control de la misma edad que no practicaban danza (11 niños y 25 niñas).

La postura en bipedestación fue determinada con el cifómetro de Debrunner. Los resultados muestran como los niños que practicaban danza presentaban una menor cifosis torácica y lordosis lumbar que el grupo control. Siendo las diferencias en la curva dorsal muy marcadas, de modo que los niños que practicaban danza tenían una cifosis torácica media de unos 18° menor que el grupo control.

En la evaluación del rango de movimiento con inclinómetro, los bailarines lograron una mayor movilidad torácica al realizar una extensión máxima del tronco, aunque sin diferencias significativas, respecto al grupo control.

Gómez-Lozano (2007) evaluó el morfotipo raquídeo con inclinómetro. La muestra estuvo formada por 42 bailarinas de dos disciplinas diferentes (20 de ballet clásico y 22 de danza española), con una experiencia mínima de 8 años de entrenamiento y 4 años de la especialidad correspondiente.

Al analizar los datos en función de la disciplina practicada observó que el grupo de ballet clásico presentó valores más elevados para la cifosis torácica ($28,30^0 \pm 7,57^0$) y lordosis lumbar ($35,18^0 \pm 6,32^0$). El grupo de danza española presentó unos valores medio de cifosis dorsal de $22,84^0 \pm 8,67^0$ y de lordosis lumbar de $33,84^0 \pm 5,92^0$ (tabla II.4).

Tabla II.4. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en bailarinas. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Variable	Clásico	Español	Control
Cifosis Bipedestación	$28,30^0 \pm 7,57^0$	$22,84^0 \pm 8,67^0$	$37,5^0 \pm 8,34^0$
Lordosis Bipedestación	$35,18^0 \pm 6,32^0$	$33,84^0 \pm 5,92^0$	$40,37^0 \pm 9,17^0$
Curva dorsal Flexión del tronco	$49,72^0 \pm 11,45^0$	$49,48^0 \pm 12,98^0$	$71,90^0 \pm 8,77^0$
Curva lumbar Flexión del tronco	$19,82^0 \pm 11,45^0$	$19,48^0 \pm 12,89^0$	$15,78^0 \pm 6,76^0$
Curva dorsal Sedentación	$33,09^0 \pm 11,74^0$	$30,96^0 \pm 11,85^0$	$39,71^0 \pm 9,57^0$
Curva lumbar Sedentación	$8,33^0 \pm 6,44^0$	$8,36^0 \pm 6,14^0$	$5,59^0 \pm 8,38^0$

Cuando categorizó los valores de la curva dorsal en bipedestación, observó que un 18,2% de las bailarinas de clásico presentaban una curva dorsal rectificada y un 85,8% tenían la cifosis dorsal dentro de la normalidad. En el grupo de español, un 48% de las bailarinas presentaban rectificación y un 52% normalidad. En el grupo control, un 30,3% presentaban hipercifosis y un 69,7 % tenían la cifosis dorsal dentro de la normalidad (tabla II.5).

Tabla II.5. Número de casos según valores de normalidad de la cifosis dorsal en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Variable	Clásico	Español	Control
Rectificación: $<20^0$	5	16 ⁺	0 ⁻
Normal: $20-40^0$	28 ⁺	17 ⁻	22
Hipercifosis: $>40^0$	0 ⁻	0 ⁻	11 ⁺

Cuando categorizó los valores de la curva lumbar en bipedestación, observó que un 15,2% de las bailarinas de clásico presentaban hiperlordosis y un 84,8% tenían la lordosis lumbar dentro de la normalidad. En el grupo de español, un 6,1% de las bailarinas presentaban hiperlordosis y un 93,9% normalidad. En el grupo control, un 41,2% presentaban hiperlordosis y un 58,8% tenían la curva lumbar dentro de la normalidad (tabla II.6).

Tabla II.6. Número de casos según valores de normalidad de la lordosis lumbar en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Variable	Clásico	Español	Control
Rectificación: <20°	0	0	0
Normal: 20-40°	28	31+	19-
Hiperlordosis: >40°	5	2	14+

En base a sus resultados, el autor concluye que el entrenamiento continuado de la danza clásica y española, reduce el grado de cifosis dorsal y lordosis lumbar en bipedestación, llegando a adquirir con frecuencia un “dorso plano”. Las bailarinas de español rectifican más la cifosis dorsal que las de clásico, debido a la propia actitud exagerada de autocorrección del tronco que mantienen en el estilo flamenco. Respecto a la lordosis lumbar Gómez-Lozano (2007) afirma que sólo en los casos en los que la técnica sea deficitaria, se producirá una hiperlordosis.

Fútbol y Fútbol Sala

Son diversos los estudios que han analizado la influencia de la práctica del fútbol y fútbol sala sobre la disposición sagital del raquis. Estos deportes se caracterizan por una posición erguida del tronco, con frecuentes cambios de dirección y ritmo.

Sainz de Baranda et al. (2001) evaluaron el morfotipo raquídeo de 78 futbolistas profesionales pertenecientes al primer equipo del Albacete Balompié S.A.D. (1ª y 2ª División). La exploración clínica del raquis en el plano sagital se realizó mediante las flechas sagitales en bipedestación habitual y en posición de autocorrección, para cuantificar así el grado de flexibilidad y estructuración de las curvas. También se realizó una valoración de la disposición dinámica del raquis en flexión máxima del tronco con rodillas extendidas y en sedentación relajada. Los valores del índice cifótico y lordótico indicaron un morfotipo raquídeo, en bipedestación, encuadrado en valores de

normalidad. Por otro lado, en la valoración del morfotipo torácico en flexión máxima del tronco, encontraron un 55,1% de futbolistas con valores considerados normales, un 18% con un morfotipo leve, un 7,6% con un morfotipo moderado y el 5,3% un morfotipo marcado. En sedentación relajada, solo un 39,7% de los futbolistas presentaban valores dentro de la normalidad.

Wodecki et al. (2002), mediante estudio radiográfico, determinaron las curvaturas sagitales del raquis en bipedestación de 31 futbolistas que entrenaban 4 horas semanales durante los últimos dos años, así como a un grupo control de 47 sujetos que no jugaban al fútbol. Los autores encontraron una menor cifosis torácica y mayor lordosis lumbar en el grupo de futbolistas. Además, estos autores destacaron que el morfotipo raquídeo encontrado en los futbolistas era comparable con el descrito en la literatura en pacientes tratados por espondilolistesis.

López et al. (2005) realizaron un análisis del morfotipo raquídeo en futbolistas en función de su categoría mediante el sistema de flechas sagitales. En su estudio participaron 137 futbolistas varones de edades comprendidas entre 16 y 25 años, que fueron clasificados en 3 grupos en función de su categoría (61 futbolistas juveniles, 39 futbolistas amateur y un grupo control de 37 sujetos no deportistas). Sus resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos en la flecha lumbar, con un mayor grado de lordosis lumbar en los futbolistas respecto al grupo control. En cuanto a la comparación entre categorías deportivas, encontraron un mayor grado de lordosis significativas en los amateur (55 ± 11 mm) respecto a los juveniles (50 ± 10 mm).

López-Miñarro et al. (2007) evaluaron, mediante un inclinómetro Unilevel, el morfotipo raquídeo en bipedestación de 11 jugadores de élite de fútbol sala. Nueve de los jugadores presentaron una hipercifosis dorsal y los 2 jugadores restantes tenían cifosis normales. En cuanto a la lordosis lumbar, 10 jugadores presentaron una curvatura normal, mientras que un jugador presentó una hiperlordosis lumbar.

Öztürk et al. (2008) compararon, mediante radiografías a 70 exjugadores de fútbol, con una experiencia deportiva de 11 años, respecto a un grupo control de 59 sujetos no deportistas. Los autores observaron una mayor degeneración vertebral, disminución en la altura de los discos intervertebrales y una menor lordosis lumbar en los exfutbolistas, en comparación con el grupo control.

Piragüismo

El piragüismo es una actividad deportiva que implica un movimiento cíclico de miembros superiores y columna vertebral al palear, con diferencias muy importantes en función de la disciplina practicada (kayak o canoa). La actividad del kayakista se basa en una sedentación prolongada con rodillas ligeramente flexionadas, y un paleo que exige una gran implicación del raquis en el plano transversal. Por el contrario, el canoista debe realizar una marcada flexión del tronco, junto a una moderada flexión lateral y una ligera rotación vertebral.

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: $13,27 \pm 0,49$ años; peso: $61,06 \pm 8,89$ Kg; estatura: $166,12 \pm 7,07$ cm). El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural evaluada a través del test EPR. En bipedestación, los valores angulares medios fueron de $40,54^{\circ} \pm 9,17^{\circ}$ para la cifosis torácica y $28,68^{\circ} \pm 6,26^{\circ}$ para la curva lumbar. Al evaluar la posición de máxima flexión del tronco en posición del test distancia dedos-planta, los valores medios fueron de $72,22^{\circ} \pm 12,55^{\circ}$ para la cifosis dorsal y $35,81^{\circ} \pm 8,75^{\circ}$ para la cifosis lumbar.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008), compararon el morfotipo raquídeo sagital entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. Al valorar la postura en bipedestación, encontraron una mayor cifosis torácica en los kayakistas ($42,22^{\circ} \pm 7,76^{\circ}$) respecto a los canoistas ($37,45^{\circ} \pm 8,68^{\circ}$), aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos. En la curva lumbar, los valores fueron de $27,91^{\circ} \pm 6,21^{\circ}$ y $25,70^{\circ} \pm 6,15^{\circ}$ ($p > 0,05$). En base a las referencias de normalidad en bipedestación, el 73,9% de los kayakistas y el 85% de los canoistas presentaban valores angulares normales para el raquis torácico. Respecto a la curva lumbar, un 91,3% de los kayakistas y el 90% de los canoistas tenían valores angulares normales. El 8,7% de los kayakistas y el 10% de los canoistas presentaban rectificación lumbar. Ninguno de estos deportistas presentó hiperlordosis lumbar, lo que relacionan los autores a la sedentación prolongada en el caso de los kayakistas y a la flexo-extensión cíclica del raquis en el caso de los canoistas.

Esquí de fondo

El estilo clásico en el esquí de fondo, exige un intenso entrenamiento durante varias horas al día, donde el deportista debe mantener el raquis ligeramente flexionado. Alricsson y Werner (2006), evaluaron con el cifómetro de Debrunner, los cambios en el morfotipo raquídeo torácico y lumbar tras 5 años de entrenamiento, en 15 esquiadores de

fondo con una edad media de $13,6\pm 0,9$ años al inicio de la investigación. Tras 5 años de entrenamiento encontraron un aumento significativo de la cifosis torácica pasando de valores medios de $33,5\pm 7,9^\circ$ a $42,9\pm 8,1^\circ$. También encuentran una mayor frecuencia de dolor lumbar en el 50% de los deportistas. Además, observaron una correlación significativa entre el aumento de la cifosis torácica y el dolor lumbar. En cuanto a la lordosis lumbar, no encontraron diferencias significativas. Tras los resultados obtenidos, los autores concluyen que en estas edades, los esquiadores de fondo, deberían practicar otras disciplinas deportivas para intentar compensar los cambios angulares.

Tenis

Deportes con un predominio de posturas y movimientos de flexión y extensión se han asociado a alteraciones en las curvaturas de la columna vertebral en el plano sagital y a un mayor riesgo de lesión (Muyor et al., 2013).

El tenis es un deporte acíclico y unilateral donde predominan movimientos rápidos del tronco en flexión y extensión en el plano sagital, movimientos de inclinación en el plano frontal y movimientos de rotación en el plano transversal. Debido al gran volumen de gestos técnicos que implican a la columna vertebral y al elevado número de repeticiones e intensidad del juego, Muyor et al. (2013) evalúan a 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres) con el objetivo de describir las curvaturas de la columna vertebral y la inclinación pélvica en su posición habitual en bipedestación. Además, determinan la frecuencia de hipercifosis torácica e hiperlordosis lumbar.

Para valorar las curvas sagitales y la inclinación pélvica utilizan el sistema Spinal Mouse. Para clasificar las curvaturas utilizan los rangos propuestos por Mejia et al. (1996) para la curva dorsal (20° - 45° para la normalidad, $<20^\circ$ Hipocifosis y $>45^\circ$ Hipercifosis) y los propuestos por Tüzün et al. (1999) para la curva lumbar (20° - 40° para la normalidad, $<20^\circ$ Hipolordosis y $>40^\circ$ Hiperlordosis).

Para los chicos los valores medios encontrados fueron: $43,83\pm 7,87^\circ$ para la cifosis torácica; $27,58\pm 7,01^\circ$ para la lordosis lumbar y $13,38\pm 5,57^\circ$ de inclinación de la pelvis. Para las chicas los valores medios fueron: $36,13\pm 6,69^\circ$ para la cifosis torácica, $32,69\pm 5,06^\circ$ para la lordosis lumbar y $20,94\pm 5,36^\circ$ de inclinación de la pelvis. Al comparar los resultados en función del sexo encontraron diferencias significativas en todos los parámetros, de tal forma que los chicos presentaron una mayor cifosis dorsal y las chicas una mayor lordosis lumbar e inclinación pélvica.

Estas diferencias entre sexos, también se observan al categorizar los valores en función de la normalidad. Así, en la curva dorsal, los chicos presentan un 62,5% de normalidad y un 37,5% de hipercifosis dorsal. Mientras que las chicas presentan un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hipercifosis dorsal.

En la curva lumbar, los chicos presentan un 83,3% de normalidad, un 12,5% de hipolordosis y un 4,2% de hiperlordosis. Mientras que las chicas presentan un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hiperlordosis.

Tras el análisis de los resultados concluyen que debido al alto porcentaje de curvas dentro de la normalidad el tenis no altera la disposición sagital del raquis en bipedestación. Afirmando que la postura hipercifótica observada en los chicos puede estar relacionada con otros factores como al erróneo esquema postural. Además, debido a las diferencias encontradas entre chicos y chicas, recomiendan analizar por separado ambos grupos y desarrollar las estrategias posturales específicas en cada grupo.

Lucha Olímpica

La lucha es uno de los deportes competitivos más antiguos. En competiciones internacionales existen dos modalidades: la lucha greco-romana y el estilo libre. En ambas hay que vencer al adversario, pero se diferencian en la posición que adopta el cuerpo. En el estilo libre, los luchadores mantienen el raquis flexionado durante bastante tiempo. Sin embargo, en el estilo greco-romano, el tronco está más erguido.

Para comparar la influencia de la modalidad de lucha practicada, Rajabi et al. (2008), evaluaron el grado de cifosis torácica en 3 grupos de 30 sujetos cada uno, con una media de edad de 23 años. El primer grupo lo formaban deportistas de lucha libre, el segundo de lucha greco-romana y, el tercero, un grupo control que no practicaba ejercicio físico. El instrumento de medición utilizado fue un electrogoniómetro modificado. Sus resultados mostraron que el grupo de lucha libre tenía una cifosis torácica media de $30^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$, el grupo de lucha greco-romana de $24,3^{\circ} \pm 3,7^{\circ}$ y el grupo control de $27,4^{\circ} \pm 3,2^{\circ}$. Aunque encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, no encontraron una fuerte correlación entre los años de entrenamiento, la edad de inicio y tener un mayor o menor grado de cifosis torácica.

Escalada

La escalada deportiva es un deporte que nace a mediados de los años 80 y que ha aumentado su popularidad de forma exponencial (Giles et al., 2006).

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Los escaladores fueron divididos en dos grupos: alto nivel, que entrenaban una media de 9,8 horas semanales, y escaladores recreativos con un volumen de entrenamiento de 3,4 horas a la semana. Las mediciones fueron realizadas con el Spinal Mouse. Tras el análisis de los resultados observan que la cifosis torácica y la lordosis lumbar en bipedestación fueron significativamente mayores en los escaladores que entrenaban un mayor volumen, aunque en cuanto a la lordosis las diferencias no alcanzaron significación estadística. No hubo diferencias entre grupos al valorar el rango de movimiento de flexión y extensión. En un análisis posterior, el grupo de élite fue dividido en otros dos grupos en función de su nivel. Los de mayor nivel tenían mayor cifosis torácica. Los autores concluyen que el morfotipo raquídeo de los escaladores se caracteriza por una cifosis torácica y lordosis lumbar más acentuadas, probablemente debido a la influencia de la cortedad del pectoral mayor.

Voleibol

Una de las características del voleibol en cuanto al raquis son las continuas posiciones que tienen que adoptar los jugadores según las situaciones de juego que se presenten. Por ejemplo, la flexión del tronco mantenida en la posición de defensa y recepción del balón o las hiperextensiones lumbares en el saque en suspensión o remate en la red.

Sliwa y Clebicka (1998) evaluaron mediante un posturómetro electrónico-S, la influencia del entrenamiento específico del voleibol sobre la postura corporal y el morfotipo raquídeo en bipedestación, en un grupo de 22 jugadores y otro de 12 gimnastas acróbatas. En la gimnasia acrobática, se producen movimientos de máxima flexión y extensión del tronco en los volteos y saltos, así como situaciones de carga raquídea, al soportar el peso corporal de los demás compañeros en la creación de una figura. Al comparar ambos deportes, los autores encontraron diferencias significativas en la cifosis torácica y lordosis lumbar. El grupo de voleibol presentó un 58% de casos con una hipercifosis torácica, frente al 45,1% de los acróbatas. En cuanto a la lordosis lumbar, el grupo de jugadores de voleibol presentó un 36,8% de casos de hiperlordosis, mientras que en los acróbatas este porcentaje sólo fue del 8,3%.

Grabara y Hadzik (2009), evaluaron la postura corporal en bipedestación en un grupo de 42 jugadoras de voleibol y la compararon, con otro grupo de 43 chicas no deportistas. Las jugadoras de voleibol entrenaban diariamente de 2 a 3 horas y tenían una experiencia previa de 3 a 5 años de entrenamiento. Ambos grupos tenían edades comprendidas entre los 13 y 16 años. Los resultados evidenciaron un mayor número de morfotipos cifóticos en el grupo de jugadoras de voleibol con respecto al grupo control, con el 36% y 31% de los casos, respectivamente. En cambio, los valores angulares del raquis lumbar en el grupo de voleibol fueron menores respecto al grupo control.

Corredores

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 corredores con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: $13,32 \pm 0,53$ años; peso: $62,33 \pm 8,71$ Kg; estatura: $164,65 \pm 7,89$ cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural. En bipedestación, los valores angulares medios fueron $45,61^{\circ} \pm 6,59^{\circ}$ para la cifosis torácica y $31,28^{\circ} \pm 6,14^{\circ}$ para la curva lumbar. Al evaluar la posición de máxima flexión del tronco en posición del test distancia dedos-planta, los valores medios fueron $63,54^{\circ} \pm 8,66^{\circ}$ para la cifosis dorsal y $27,44^{\circ} \pm 7,36^{\circ}$ para la cifosis lumbar.

Natación

Tradicionalmente, la natación ha sido uno de los deportes más aconsejados por los terapeutas para el tratamiento y mejora de las algias y deformaciones raquídeas. Su indicación más habitual ha sido en el tratamiento de las escoliosis, si bien también se ha aconsejado para el tratamiento de desalineaciones en el plano sagital. En este sentido, con el objetivo de conocer el efecto que podía generar el entrenamiento específico de la natación, Pastor (2000) valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de nadadores de élite de categoría infantil y promesa.

La muestra seleccionada fueron 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, de edades comprendidas entre los 9 y los 15 años, de los que 167 (48,4%) fueron chicos (edad: $13,31 \pm 0,95$ años; peso: $52,56 \pm 10,71$ Kg; estatura: $163,7 \pm 10,51$ cm) y 178 (51,6%) chicas (edad: $11,3 \pm 0,99$ años; peso: $40,71 \pm 7,78$ Kg; estatura: $150,5 \pm 9,55$ cm).

Las características antropométricas y de volumen de entrenamiento en función de la categoría se muestran en la tabla II.7.

Tabla II.7. Variables antropométricas y volumen de entrenamiento en función de la categoría. Tomado de Pastor (2000).

	Promesas (Chicos)	Promesas (Chicas)	Infantiles (Chicos)	Infantiles (Chicas)
Talla	159,87±8,45	146,7±7	175,17±7,15	162,7±5,4
Peso	49,02±8,96	38,04±6,2	63,09±8,38	49,1±6,11
Años de entrenamiento	3,79±1,3	2,84±1,17	5,4±1,33	3,91±1,21
Horas/Semana entrenamiento	9,86±3,4	7,18±2,5	14,32±4,81	14,12±3,4

La media del grado de cifosis dorsal medida con inclinómetro en los nadadores fue de $40,43^{\circ} \pm 9,36^{\circ}$, con un valor máximo de 57° y mínimo de 20° , mientras que en las nadadoras fue de $39,56^{\circ} \pm 9,57^{\circ}$, con un valor máximo de 57° y mínimo de 12° , no apreciando diferencias significativas entre las medias.

Cuando categoriza los valores desde el punto de vista clínico encuentra mayores casos de hipercifosis en los chicos, aunque sin ser las diferencias estadísticamente significativas (tabla II.8).

Tabla II.8. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras	Total
Rectificación (< 20°)	0 (0%)	1 (2,3%)	1 (1,2%)
Normal (20- 40°)	18 (42,9%)	22 (51,2%)	40 (47%)
Hipercifosis (> 40°)	24 (57,1%)	20 (46,5%)	44 (51,8%)

La media del grado de lordosis lumbar medida con inclinómetro en los nadadores fue de $31,21^{\circ} \pm 7,36^{\circ}$, con un valor máximo de 47° y mínimo de 12° , mientras que en las nadadoras fue de $36,33^{\circ} \pm 8,06^{\circ}$, con un valor máximo de 55° y mínimo de 20° , no apreciando diferencias significativas entre las medias.

Cuando categoriza los valores desde el punto de vista clínico encuentra mayores casos de hiperlordosis en las chicas (tabla II.9).

Tabla II.9. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras	Total
Rectificación (<20°)	2 (4,8%)	0 (0%)	2 (2,3%)
Normal (20-40°)	37 (88,1%)	33 (76,7%)	70 (82,3%)
Hiperlordosis (>40°)	3 (7,1%)	10 (32,3%)	13 (15,4%)

Los resultados indicaron que la práctica de la natación de forma continuada en el tiempo y con un elevado volumen de entrenamiento provoca, en niños y púberes, una tendencia al incremento de la cifosis torácica sea cual sea el estilo de natación practicado, excepto en la mariposa. Los valores angulares de la curva torácica fueron mayores en los nadadores de categoría promesa. Además, encontró una mayor presencia de acuñamientos vertebrales en la transición tóraco-lumbar en aquellos nadadores que presentaban mayor cifosis torácica en flexión máxima del tronco. Aunque en las nadadoras no se encontraron modificaciones significativas en el grado de cifosis torácica ni en la lordosis lumbar, los estilos más cifosantes fueron los de braza y mariposa, siendo el de espalda el menos cifosante.

Hockey

El hockey es un deporte en el que el tronco se encuentra constantemente en flexión, ya que los jugadores deben conducir con los sticks la pelota o el disco de caucho a la portería contraria.

Rajabi et al. (2007), compararon el morfotipo raquídeo, en bipedestación, entre 50 jugadoras de hockey, con una edad media de 22,7±3,5 años y una experiencia mínima de 3 años de entrenamiento, con un grupo control de 50 chicas con una media de edad de 23,1±3,0 años, que no practicaban deporte. Los autores encontraron mayores valores angulares en el raquis torácico en el grupo de hockey en comparación con el grupo control. Los valores medios angulares obtenidos fueron para las jugadoras de hockey y para el grupo control de 34,1±5,6° y 29,8±5,8°, respectivamente ($p < 0,01$). No obstante, no hubo una relación significativa entre la carrera profesional ($r = 0,53$) y la edad de comienzo en la práctica del hockey ($r = 0,36$) con el grado de cifosis torácica.

Ciclismo

Tradicionalmente, el ciclismo ha sido analizado de manera extensa en cuanto a parámetros biomecánicos, incidiendo en aspectos como la pedalada para mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones por sobrecarga de los miembros inferiores (Muyor, 2010). Diversos trabajos de revisión bibliográfica han analizado los factores de riesgo de lesiones en ciclistas, especialmente las relacionadas con el sobreuso (Burns et al., 2003; Dannenberg et al., 1996). Otros estudios se han centrado en el análisis de factores que influyen en el rendimiento físico (Faria et al., 2005 a, b), como, por ejemplo, la influencia de la altitud (Rodríguez-Marroyo et al., 2002), y las alteraciones inmunológicas (Jiménez y Villa, 2001).

En relación con la postura que adopta el ciclista sobre la bicicleta, se han realizado muy pocos estudios, y la mayoría de estos se han centrado más en aspectos de aerodinámica y rendimiento (Aguado et al., 1997), que en el análisis del morfotipo raquídeo estático y dinámico del ciclista.

En este sentido, Burnett et al. (2004) evaluaron a 18 ciclistas (8 hombres y 10 mujeres) con un nivel medio-alto de entrenamiento y con edades comprendidas entre 18 y 57 años. La muestra fue dividida en 2 grupos: un grupo asintomático ($n=9$), con una media de edad de $37,6\pm 7,9$ años y un segundo grupo con dolor lumbar no específico ($n=9$), con una media de edad de $42,3\pm 9,7$ años. El objeto de estudio fue determinar si existían diferencias en el rango de movimiento del raquis mientras pedaleaban en un rodillo. La prueba se detenía una vez que aparecía dolor en la zona lumbar o malestar sobre la bicicleta. El instrumento de medición utilizado fue el Fastrak. Se diferenciaron tres zonas: zona lumbar baja (2ª vértebra sacra y 3ª vértebra lumbar), zona lumbar alta (3ª vértebra lumbar y 12ª vértebra torácica) y zona dorsal alta (12ª y 6ª vértebra torácica). Aunque no encontraron diferencias significativas en el rango de movimiento del raquis entre ambos grupos, el grupo con dolor mostró una mayor rotación y flexión de la columna lumbar baja en comparación con el grupo asintomático. Sin embargo, el grupo sin dolor mostró una mayor rotación y flexión de la columna vertebral alta que el grupo con dolor. Los autores justificaron estas diferencias en base a una menor activación del músculo multifídus en el grupo con dolor lumbar, concretamente del lado izquierdo, lo que derivaría en un menor control de la región lumbo-pélvica.

En este mismo sentido, Srinivasan y Balasubramanian (2007) compararon a dos grupos de 7 ciclistas varones (edad: $25,4\pm 1,8$), uno con dolor lumbar y el otro sin dolor. Tras 30 minutos de pedaleo en sus propias bicicletas montadas sobre un rodillo, el grupo

que sufría dolor lumbar tenía menor activación en los grupos musculares latissimus dorsi medial derecho e izquierdo y en el erector spinae derecho e izquierdo, en comparación al grupo sin dolor.

En cuanto al morfotipo raquídeo, Kolehmainen et al. (1989) analizaron la influencia de tres tipos de agarre (agarre alto, agarre recto y agarre de carrera) en una bicicleta estática de laboratorio, sobre los valores angulares adoptados por el raquis cervical y torácico. Participaron 8 sujetos sanos con una edad media de 30 años. Observaron que la extensión cervical se incrementaba significativamente a medida que el agarre adoptado era más bajo. La extensión cervical media fue de 10° para el agarre alto, con respecto a la posición neutral (en sedentación vertical). El agarre recto implicaba 10° más de extensión cervical, y el agarre de carrera incrementaba la extensión cervical en otros 15° . Adoptar el agarre de carrera suponía una extensión del 29% de la máxima extensión cervical, además de aumentar significativamente la cifosis torácica, pasando de 20° de la posición de referencia a los 44° con el agarre alto y a los 75° con el agarre de carrera.

Aramendi et al. (1998) evaluaron, mediante radiografías, el morfotipo raquídeo de 3 ciclistas profesionales en diferentes posiciones: bipedestación, sobre la bicicleta de carretera con agarre transversal del manillar, en la bicicleta de carretera con agarre en la parte baja del manillar, y sobre la bicicleta de contra-reloj con los antebrazos apoyados en el manillar de triatleta. Los autores encontraron que al pasar de bipedestación a la posición en bicicleta en cualquiera de los agarres, se producía una inversión lumbar. Todos los ángulos de los discos intervertebrales cambiaron de lordosis a cifosis, excepto el disco L5-S1 que se mantuvo con un ángulo de lordosis. La inclinación del sacro mantuvo sus valores angulares. En el agarre bajo, se produjo un aumento de la flexión coxofemoral, colocándose el sacro en una posición horizontal.

Otros estudios han analizado diferentes tipos de sillines para la bicicleta sobre aspectos biomecánicos y/o prevalencia del dolor lumbar. En este sentido, Salai et al. (1999) evaluaron los efectos que producía cambiar la angulación del sillín sobre la tensión lumbar y la incidencia del dolor en dicha región. Para ello, evaluaron a 40 ciclistas aficionados con dolor lumbar, a los cuales se les inclinó 10° el sillín en la parte anterior del mismo. Tras seis meses utilizando sus bicicletas de manera habitual, el 72% de los sujetos no presentaban dolor lumbar, el 20% manifestó una reducción en la frecuencia e intensidad del dolor, y el 7% no mejoró. Estos datos muestran que la incidencia y magnitud del dolor de espalda del ciclista puede ser reducida con un ajuste adecuado en

los ángulos del sillín, aspecto importante a tener en cuenta por parte de los entrenadores, vendedores de bicicletas y los propios ciclistas.

Por otro lado, Bressel y Larson (2003) evaluaron en mujeres ciclistas, si el uso de sillines con varios tipos de recortes y diseños, influían en el ángulo pélvico, ángulo del tronco y comodidad sobre la bicicleta. Para ello, 26 ciclistas pedalearon sobre una bicicleta estática con las manos sobre el manillar más alto y más bajo, utilizando tres tipos de sillines: a) convencional; b) con un recorte en forma de óvalo en la parte media (recorte parcial); y c) otro con un recorte en la parte anterior (sin punta, recorte total). El ángulo pélvico fue medido mediante un inclinómetro, mientras que para el ángulo del tronco se utilizó una técnica de digitalización por imágenes. Los resultados mostraron que el ángulo de inclinación pélvica para los sillines con recorte parcial y total fue un 8% y 16% mayor, respectivamente, que los valores obtenidos por el sillín estándar ($p < 0,05$). El ángulo de flexión del tronco fue mayor para el sillín con recorte total que para los otros dos modelos ($p < 0,05$). En cuanto a los tipos de agarre, las ciclistas mostraron un ángulo pélvico un 77% mayor y una flexión del tronco un 11% mayor en el agarre bajo que respecto al agarre alto ($p < 0,05$).

Rajabi et al. (2000a, b) evaluaron la influencia del entrenamiento específico en ciclismo sobre el raquis torácico en bipedestación. Para ello, compararon la cifosis torácica entre 120 ciclistas y 120 sujetos no deportistas. Los resultados mostraron un mayor valor angular del raquis torácico en el grupo de ciclistas en comparación con los no deportistas. Una de las limitaciones de este estudio es que sólo valoró el raquis torácico en bipedestación, sin analizar el raquis lumbar ni la posición de la pelvis. Tampoco se evaluó la posición adoptada sobre la bicicleta, ni se realizaron comparaciones por categorías deportivas o volumen de entrenamiento.

McEvoy et al. (2007) compararon el ángulo pélvico de 17 ciclistas profesionales (media de edad: $23 \pm 4,2$ años) y un grupo control de 17 sujetos que no practicaban ciclismo (media de edad: $23 \pm 4,1$ años). El objeto de estudio fue conocer las diferencias entre ambos grupos en el ángulo pélvico al adoptar una posición de sedentación. Para ello, los sujetos se colocaban sentados sobre una camilla, con la espalda recta, la pelvis en anteversión, una flexión coxofemoral de 90° , las rodillas extendidas y las plantas de los pies apoyadas en una pared. Posteriormente, debían flexionar el tronco todo lo posible desde las caderas sin que se le separasen de la camilla la zona poplíteica de ambas rodillas. En ese momento, se detenían y se procedía a la medición mediante un goniómetro digital. Los resultados arrojaron una mayor variabilidad de los ángulos de la pelvis en el

grupo control. Los ciclistas alcanzaron mayores valores angulares (+12,2°), con una menor variabilidad en los resultados. Los autores concluyeron que los ciclistas muestran una mayor adaptación de la posición pélvica sobre la bicicleta, debido a la calidad y especificidad del entrenamiento en su deporte.

Gimnasia Rítmica

En este deporte, sólo para mujeres, las modalidades se caracterizan por el uso de accesorios como pelota, mazas, aro, cuerda y cinta al son de la música. Las gimnastas deben realizar una coreografía al ritmo de aquella, realizando acrobacias y posturas, que en muchas ocasiones, suponen colocar el raquis en posiciones de hiperflexión e hiperextensión, con movimientos combinados de rotación e inclinación lateral.

Martínez-Gallego (2004) valoró mediante inclinómetro, el morfotipo raquídeo de 163 gimnastas divididas en dos grupos (82 gimnastas de competición y 81 gimnastas de equipos de base). Además, valoró a un grupo control de 79 niñas que no practicaban deporte. En cuanto a los valores angulares para el raquis torácico, los dos grupos de gimnastas mostraron mayor frecuencia de casos con normalidad en bipedestación, sedentación y en los test de distancia dedos planta y dedos suelo, que el grupo control. En cambio, para el raquis lumbar en bipedestación, las gimnastas mostraron valores superiores, con más número de casos con hiperlordosis lumbar. En sedentación relajada y en los test de distancia dedos-planta y dedos-suelo, las gimnastas mostraron una mayor cifosis lumbar que el grupo control.

Más recientemente, Kums et al. (2007), compararon las curvas del raquis y las características del tono muscular entre un grupo de 32 gimnastas de rítmica y un grupo control de 48 mujeres que no realizaban ejercicio físico. Las gimnastas presentaron menores valores angulares para el raquis torácico y lumbar con respecto al grupo control ($p < 0,001$). Además, debido a los desequilibrios musculares detectados, el 50% de las gimnastas padecían dolor lumbar.

Gimnasia artística

Ölhén et al. (1989b) evaluaron el morfotipo raquídeo de 64 gimnastas de artística, con una media de edad de 12 años, utilizando el cifómetro Debrunner y el inclinómetro Myrin. Las deportistas presentaron unos valores medios para la cifosis torácica de 32° y para la lordosis lumbar de 35°. Además, el 20% de las gimnastas manifestaron dolor

lumbar, que se correlacionaba positivamente con aquéllas que mostraron una lordosis lumbar superior a 41° .

Gimnasia de trampolín

Esta especialidad de gimnasia consiste en realizar una serie de ejercicios gimnásticos ejecutados en varios aparatos elásticos, donde la acrobacia es la principal protagonista (Blanco, 1997), y consta de tres disciplinas independientes entre sí, como son el trampolín o cama elástica, el tumbling y el dobleminitramp (Harringe et al., 2007). De forma general, en todas las disciplinas se necesita una gran flexibilidad de columna y un gran dominio corporal para realizar los ejercicios o pases con sus respectivos elementos acrobáticos. Además, como parte de estos elementos destacan los saltos, las rotaciones, las hiperflexiones del tronco y las posturas hiperlordóticas en la recepción de los saltos.

Sainz de Baranda et al. (2009), evaluaron mediante un inclinómetro Unilevel a 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 mujeres y 34 varones) pertenecientes a 19 Clubes miembros afiliados a la Real Federación Española de Gimnasia. Las medias de edad, estatura, peso, años de entrenamiento, días a la semana y horas al día fueron: $14,97 \pm 4,77$ años, $155,54 \pm 14$ cm., $51,19 \pm 13$ kg., $6,61 \pm 4$ años/entrenamiento, $4,1 \pm 0,99$ días/semana y $2,63 \pm 0,64$ horas/día respectivamente.

Los autores encontraron en bipedestación un raquis torácico con un valor medio de $44,9^{\circ} \pm 7^{\circ}$, con un gran porcentaje de casos con hiperCIFOSIS. Los valores del raquis lumbar estaban dentro de la normalidad. En sedentación relajada, observaron valores en la curva dorsal y lumbar de $50,2^{\circ} \pm 10^{\circ}$ y $17,4^{\circ} \pm 9,6^{\circ}$, respectivamente, lo que supone una tendencia a morfotipos cifóticos. En flexión máxima del tronco observaron valores medios considerados normales para la cifosis torácica ($51,5^{\circ} \pm 11^{\circ}$) y cifóticos para el raquis lumbar ($29,3^{\circ} \pm 7,8^{\circ}$) (tabla II.10).

Cuando comparan los resultados obtenidos en función del sexo observan diferencias significativas en todas las mediciones, excepto en la curva dorsal en sedentación. Así, las gimnastas presentaron mayor lordosis lumbar ($p < 0.0001$) y los gimnastas mostraron mayor cifosis dorsal ($p < 0.05$). Además, los chicos gimnastas presentaron mayor curva dorsal y lumbar tanto en la flexión máxima del tronco en bipedestación, como en sedentación (tabla II.10).

Tabla II.10. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).

	Chicos	Chicas	p valor
Cifosis BIP	46,91 ⁰ ±7,07 ⁰	43,06 ⁰ ±8,91 ⁰	<,05
Lordosis BIP	32,06 ⁰ ±7,7 ⁰	40,31 ⁰ ±10 ⁰	<,0001
Curva dorsal DD-S	55,74 ⁰ ±8,9 ⁰	47,49 ⁰ ±12 ⁰	<,003
Curva lumbar DD-S	31,94 ⁰ ±6,7 ⁰	26,71 ⁰ ±8,1 ⁰	<,005
Curva dorsal DD-P	62,82 ⁰ ±12,8 ⁰	53,2 ⁰ ±17 ⁰	<,01
Curva lumbar DD-P	30,3 ⁰ ±6,4 ⁰	25,2 ⁰ ±7,6 ⁰	<,004
Curva dorsal SED	51,38 ⁰ ±12 ⁰	49,2 ⁰ ±7 ⁰	,386
Curva lumbar SED	21 ⁰ ±7,9 ⁰	14 ⁰ ±10 ⁰	<,002

En otro estudio, Sainz de Baranda et al. (2010) analizaron la asociación entre el tiempo de entrenamiento y el morfotipo sagital del raquis en gimnastas de trampolín. La justificación de este estudio tiene origen en el trabajo de Wojtys et al. (2000) donde encuentran una asociación entre el aumento de las horas de entrenamiento con el aumento del grado cifosis y lordosis. El análisis de los resultados muestra como cuando se sobrepasan las 400 horas de entrenamiento al año y las 2000 horas de entrenamiento acumulado (volumen total de entrenamiento) se incrementa la cifosis torácica y la lordosis lumbar.

En la tabla II.11, se exponen las media y desviación estándar de las curvas sagitales del raquis de los gimnastas especialistas en trampolín, en función del número de horas de entrenamiento al año. Mientras que en la tabla II.12, se presentan en función del volumen total de entrenamiento.

Cuando se analizan los datos en función del entrenamiento anual, se observa que la cifosis dorsal disminuye con el entrenamiento en todas las posiciones, mientras que la lordosis lumbar se mantiene en bipedestación y aumenta en flexión del tronco y en sedentación asténica (tabla II.11). Aunque, hay que destacar que las diferencias no son significativas.

Tabla II.11. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al tiempo de entrenamiento anual en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).

	Total		Chicos		Chicas	
	≤ 400 horas (n=35)	> 400 horas (n=46)	≤ 400 horas (n=18)	> 400 horas (n=24)	≤ 400 horas (n=17)	> 400 horas (n=22)
Cifosis BIP	45,9 ⁰ ±9 ⁰	42,5 ⁰ ±7,1 ⁰	48 ⁰ ±6 ⁰	45 ⁰ ±7 ⁰	43,6 ⁰ ±10 ⁰	39,5 ⁰ ±6,2 ⁰
Lordosis BIP	35 ⁰ ±10 ⁰	34,1 ⁰ ±9,8 ⁰	32,5 ⁰ ±8 ⁰	30,2 ⁰ ±7,2 ⁰	38,5 ⁰ ±11 ⁰	38,4 ⁰ ±10 ⁰
Curva dorsal DDS	55 ⁰ ±10,3 ⁰	47⁰±11⁰*	58 ⁰ ±8,4 ⁰	53,1 ⁰ ±10 ⁰	52 ⁰ ±11,4 ⁰	42⁰±9,8⁰*
Curva lumbar DDS	29 ⁰ ±7 ⁰	29 ⁰ ±7 ⁰	31 ⁰ ±6 ⁰	30,6 ⁰ ±6 ⁰	26 ⁰ ±6 ⁰	28 ⁰ ±8,1 ⁰
Curva dorsal DDP	60 ⁰ ±16,2 ⁰	54 ⁰ ±13,8 ⁰	64,2 ⁰ ±15 ⁰	59,4 ⁰ ±11 ⁰	56,8 ⁰ ±17 ⁰	49,8 ⁰ ±14 ⁰
Curva lumbar DDP	27,3 ⁰ ±6 ⁰	29,4 ⁰ ±8 ⁰	30 ⁰ ±6 ⁰	30,7 ⁰ ±7 ⁰	24,5 ⁰ ±6,5 ⁰	28 ⁰ ±9,2 ⁰
Curva dorsal SED	51 ⁰ ±12 ⁰	49,1 ⁰ ±8 ⁰	53,3 ⁰ ±16 ⁰	50,2 ⁰ ±6 ⁰	50,18 ⁰ ±8 ⁰	48 ⁰ ±9 ⁰
Curva lumbar SED	16,6 ⁰ ±8 ⁰	19,7 ⁰ ±10 ⁰	19,2 ⁰ ±7,8 ⁰	21,9 ⁰ ±8 ⁰	13,9 ⁰ ±7 ⁰	17,3 ⁰ ±11 ⁰

* p<,05; †p<0,01

Cuando se analizan los datos en función del volumen total de entrenamiento, se observa que la cifosis dorsal no se modifica con el entrenamiento, mientras que la lordosis lumbar aumenta en bipedestación y disminuye en flexión del tronco y en sedentación asténica, resultando estas diferencias significativas para los gimnastas y para toda la muestra de gimnastas, pero no siendo significativa para las gimnastas (tabla II.12).

Tabla II.12. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al volumen total de entrenamiento. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2010).

	Total		Chicos		Chicas	
	≤ 2000 horas (n=35)	> 2000 horas (n=46)	≤ 2000 horas (n=17)	> 2000 horas (n=25)	≤ 2000 horas (n=15)	> 2000 horas (n=24)
Cifosis BIP	43,9 ⁰ ±9 ⁰	43,9 ⁰ ±7,5 ⁰	46,5 ⁰ ±6 ⁰	46,3 ⁰ ±7,5 ⁰	41 ⁰ ±11,1 ⁰	41 ⁰ ±6,9 ⁰
Lordosis BIP	31,7 ⁰ ±9,6 ⁰	36,6⁰±9^{0*}	28 ⁰ ±8,2 ⁰	33,3⁰±6^{0*}	36 ⁰ ±9,7 ⁰	40 ⁰ ±11,4 ⁰
Curva dorsal DDS	50,6 ⁰ ±12 ⁰	51,2 ⁰ ±11 ⁰	50,6 ⁰ ±12 ⁰	51,2 ⁰ ±11 ⁰	46,4 ⁰ ±13 ⁰	46,5 ⁰ ±10 ⁰
Curva lumbar DDS	32,31 ⁰ ±6 ⁰	27,5⁰±7^{0†}	34,9 ⁰ ±5 ⁰	28,6⁰±6^{0†}	29,3 ⁰ ±6 ⁰	26,3 ⁰ ±8 ⁰
Curva dorsal DDP	56,3 ⁰ ±16 ⁰	58 ⁰ ±14 ⁰	61,8 ⁰ ±11 ⁰	61,3 ⁰ ±14 ⁰	50,2 ⁰ ±18 ⁰	54,5 ⁰ ±13 ⁰
Curva lumbar DDP	30,9 ⁰ ±7,2 ⁰	27⁰±7,7^{0*}	33,5 ⁰ ±7,3 ⁰	28,3⁰±5^{0*}	27,9 ⁰ ±6 ⁰	25,6 ⁰ ±9,4 ⁰
Curva dorsal SED	52,4 ⁰ ±8,7 ⁰	48,9 ⁰ ±11 ⁰	53,7 ⁰ ±9,9 ⁰	50 ⁰ ±12 ⁰	50,8 ⁰ ±7 ⁰	47,7 ⁰ ±9 ⁰
Curva lumbar SED	21 ⁰ ±10 ⁰	16,4⁰±8^{0*}	24,4 ⁰ ±9 ⁰	18,2⁰±6^{0*}	18 ⁰ ±10 ⁰	14,5 ⁰ ±9,7 ⁰

*p<,05; †p<,01

II.3. MOVILIDAD DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Existen diversos trabajos que hacen referencia a la medición angular y/o amplitudes de los movimientos del raquis (Reynolds, 1975; Moe et al., 1982; Kapandji, 2002; Cosentino, 1985; Mellin, 1986; Salisbury y Porter, 1987; Öhlen et al., 1989a; Paquet et al., 1991; Mellin y Poussa, 1992). En general, en la región cervical se considera como normal un rango de unos 40° de flexión, 75° de extensión, 45° de inclinación lateral y 60° de rotación. En el segmento dorsal, mucho menos flexible por su anclaje torácico, existe una flexo-extensión de 20° en cada una de las direcciones, otros 20° de inclinación lateral y 35° de rotación.

En el raquis lumbar, la amplitud de los movimientos en estos planos está limitada por la extensibilidad de los ligamentos longitudinales, la superficie y cápsula articular, la fluidez del disco y la extensibilidad de los músculos. La extensión de la columna lumbar tiene una amplitud que oscila desde los 30° (Borenstein y Wiesel, 1989) a los 45° (Kapandji, 2002) y se ve limitada por el anclaje profundo de las apófisis articulares, el contacto de las espinosas y por la tensión de un único ligamento, el longitudinal común anterior (Balius y Espiga, 1982). La amplitud de la flexión lumbar oscila entre los 40° y 60° (Kapandji, 2002; Cosentino, 1985; Borenstein y Wiesel, 1989) y se realiza en su mayor grado (75%) en el espacio intervertebral entre L5 y S1, el 15-20% en L4-L5 y el 5-10% restante se reparte entre L1-L4 (Cosentino, 1985; Cailliet, 1988). Este movimiento está limitado por la tensión de la cápsula y los ligamentos de las articulaciones interapofisarias, y por todos los ligamentos del arco posterior: amarillo, interespinoso, supraespinoso y vertebral común posterior (Kapandji, 2002).

Kapandji (2002) considera que hay que tener en cuenta dos factores con respecto al balance articular vertebral:

1°- Relación existente entre la altura del disco y la altura media de los dos cuerpos vertebrales entre los que se encuentra, a esto se denomina "índice discal". Así a mayor índice discal mayor será la amplitud de movimiento de la región correspondiente, siendo menor en la región dorsal (1/5) y mayor a nivel cervical y lumbar (1/4 y 1/3 respectivamente).

2°- Relación superficie/altura de los discos. Esta relación es de 6/1 en la región cervical, de 22/1 en la región dorsal y de 13/1 en la región lumbar; estando en relación inversa con la movilidad, a mayor coeficiente menor movilidad.

II.3.1. Movilidad de la columna vertebral y deporte.

La movilidad de la columna vertebral es extremadamente importante en algunos deportes. La mayoría de los estudios de movilidad se han realizado en bailarines (Bejjani et al., 1990; Gannon y Bird, 1999; Hamilton et al., 1992; Gómez-Lozano, 2007; Klemp et al., 1984; Klemp y Chalton, 1989; Nilsson et al., 1993; Steinberg et al., 2006; Winter et al., 1997).

Hamilton et al. (1992) plantean que es necesario conocer el rango de movimiento que requiere la columna vertebral para realizar los ejercicios de ballet correctamente, ya que cuando hay una disminución de la movilidad suele compensarse con demandas sobre otras regiones vecinas. Situación que puede ocasionar sobrecargas y una alta incidencia de dolor de espalda.

Gannon y Bird (1999) determinan una movilidad completa del tronco en bailarines de $256,5^{\circ} \pm 19,8^{\circ}$, y para el grupo control de $191,7^{\circ} \pm 22,6^{\circ}$ ($p=0,01$).

Gómez-Lozano (2007), en su estudio con bailarinas, analiza la movilidad global del tronco en un grupo de clásico y de español. Los valores medios encontrados fueron de $261,18^{\circ} \pm 15,67^{\circ}$ para el grupo de clásico y de $253,03^{\circ} \pm 17,05^{\circ}$ para el grupo de español ($p=0,04$). El grupo control, formado por un grupo de chicas físicamente activas, obtuvo una media de $220,87^{\circ} \pm 15,74^{\circ}$. Las diferencias fueron claramente significativas a favor de los dos grupos de danza ($p<0,00005$).

Winter et al. (1997) determinaron la movilidad global en sujetos con patología raquídea lumbar, hallando valores para la flexión de 111° y de extensión de 30° . En aquellos sujetos que practicaban ballet clásico la movilidad era mayor. Gómez-Lozano (2007), observó una flexión global del tronco de $167,06^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$ para las bailarinas de ballet clásico, de $162,21 \pm 8,1$ para las bailarinas de español y de $141,81^{\circ} \pm 9,8^{\circ}$ para el grupo control. Respecto a la extensión, el grupo de clásico obtiene un valor medio de $94,12^{\circ} \pm 13,4^{\circ}$, el grupo de español $90,81^{\circ} \pm 12^{\circ}$ y el grupo control $79,06^{\circ} \pm 9,4^{\circ}$.

Steinberg et al. (2006) valoraron la movilidad segmentaria lumbar en flexión del tronco desde sedentación, mediante la distancia registrada entre la frente y las rodillas, en chicas entre 8 y 16 años. Hallaron que en bailarinas se incrementaba significativamente el rango de movimiento con la edad ($p<0,001$), mientras que las no bailarinas se mantenía constante ($p=0,11$).

Nilsson et al. (1993) analizaron la movilidad segmentaria en bailarines principiantes, sin encontrar diferencias entre sexos. Establecieron que el grupo que practicaba ballet tenía rango de movilidad del raquis dorsal significativamente mayor respecto al grupo control, pero no encontraron ninguna diferencia significativa respecto a la movilidad del raquis lumbar. La media del rango de movimiento para la curva dorsal fue de 71,1° (25°-101°) en el grupo de bailarines y de 55° (20°-103°) en el grupo control ($p < 0,01$). En la curva lumbar, la media del rango de movimiento fue de 95,6° (56°-123°) en el grupo de bailarines y de 94° (56°-116°) en el grupo control.

En el estudio de Gómez-Lozano (2007), para la movilidad segmentaria del raquis, no encuentra diferencias significativas entre ambos grupos de bailarinas. Coincidiendo con Steinberg et al. (2006) cuando compara ambos grupos de bailarinas con el grupo control, observa diferencias muy significativas respecto a la amplitud total del raquis lumbar (85,9° del grupo control frente a 103° y 100,1° del grupo de clásico y flamenco respectivamente), pero no en el total del raquis dorsal.

Bejjani et al. (1990) también observan que las bailaoras de flamenco poseen un mayor rango de extensión lumbar que el grupo control ($35^{\circ} \pm 15^{\circ}$ vs $20^{\circ} \pm 0^{\circ}$) ($p < 0,05$), sin embargo el grupo control presenta una mayor flexión del raquis lumbar que las bailarinas de flamenco ($56^{\circ} \pm 0^{\circ}$ vs $48^{\circ} \pm 16^{\circ}$). Respecto al raquis dorsal, determinan una mayor extensión y flexión para el grupo de bailaoras pero no de forma significativa (flexión $22^{\circ} \pm 14^{\circ}$ vs $20^{\circ} \pm 10^{\circ}$; extensión, $28^{\circ} \pm 20^{\circ}$ vs $20^{\circ} \pm 15^{\circ}$).

Öhlen et al. (1989b) en un grupo de gimnastas determinan una movilidad sagital total de 57° para la curva dorsal, con igual amplitud en la flexión como en la extensión, mientras que la movilidad lumbar total fue de 113°, con el doble de grados en la flexión (75,3°) que en la extensión (37,8°). Este estudio encuentra una correlación positiva entre el grado de lordosis lumbar y la movilidad lumbar sagital hacia adelante, y una correlación negativa entre la amplitud de movimiento en la extensión y la movilidad total lumbar. Expresada en grados, observan que de media, un aumento de 1° de lordosis da como resultado un aumento de 0,5° en la flexión lumbar, y una disminución de 1,5° en la extensión lumbar. Este patrón de disminución de la extensión mediante el aumento de la lordosis lumbar también fue encontrado por Loeb (1967) y Mellin (1987).

II.4. FLEXIBILIDAD y DEPORTE. MUSCULATURA ISQUIOSURAL

La flexibilidad, definida como la habilidad para mover una articulación (o varias en serie) a través de todo el rango de movimiento (ROM) que es requerido para una actividad o acción específica (Magnusson y Renstrom, 2006), es uno de los componentes básicos del fitness para el rendimiento deportivo (Alricsson y Werner, 2004; Hahn et al., 1999).

Más concretamente, Kraemer y Gómez (2001) defienden que la flexibilidad es uno de los elementos fundamentales de la condición física para los deportistas de élite. Este hecho, se evidencia con mayor fuerza en determinadas modalidades deportivas como la gimnasia rítmica y artística, la modalidad de natación saltos y el patinaje artístico, donde la flexibilidad es un componente determinante. En estas modalidades se requiere un ROM articular máximo (expresión cuantitativa de la flexibilidad muscular) en la mayoría de las articulaciones para la ejecución de los gestos técnicos extremos que más puntúan los jueces. Por el contrario, existen otras modalidades deportivas (fútbol, baloncesto y carrera) que necesitan niveles más bajos de flexibilidad para la realización de los movimientos dinámicos implícitos en la ejecución de los gestos técnicos (Nóbrega et al., 2005). Por lo tanto, se podría decir que la flexibilidad presenta una implicación en mayor o menor medida en cada modalidad deportiva (Canda et al., 2004).

En la literatura científica se pueden leer algunos trabajos sobre la valoración de la flexibilidad en deportistas, observándose gran diferencia de resultados en función del deporte. Así, se demuestra que la flexibilidad es específica de cada articulación, acción muscular o movimiento (Hahn et al., 1999; Zakas et al., 2002), encontrando diferencias en cada articulación dentro de un mismo deporte (Chandler et al., 1990; Probst et al., 2007), entre cada puesto específico (Oberg et al., 1984), entre el lado dominante y no dominante (Chandler et al., 1990; Probst et al., 2007) y entre cada nivel competitivo en un mismo deporte (élite vs aficionados) (Battista et al., 2007; Gannon y Bird, 1999; Haff, 2006).

La musculatura isquiosural constituye un grupo muscular biarticular que, debido a su origen e inserción, tiene efectos sobre la rodilla, la cadera y la estática y dinámica de la pelvis (Ledoux, 1992). La cortedad de esta musculatura, además de suponer una limitación de la capacidad de movilidad del deportista, puede repercutir sobre la pelvis y la columna vertebral cuando ésta es acusada (Santonja et al., 1995b).

Varios estudios han relacionado la reducción de la extensibilidad isquiosural con lesiones musculares (Croisier et al., 2002; Kujala et al., 1997; Sexton y Chambers, 2006; Worrell et al., 1994), algias lumbares (Biering-Sorensen, 1984; Caillet, 1988; Mierau et al., 1989; Standaer y Herring, 2000), alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (Esola et al., 1996), así como una reducción del rendimiento físico-deportivo (Andersen, 2006).

Con relación a la estática y dinámica de la columna vertebral, la cortedad de la musculatura isquiosural ha sido relacionada con una mayor cifosis torácica en los movimientos de flexión máxima del tronco (Gajdosik et al., 1994) con una mayor cifosis lumbar (Santonja et al., 1995a) y con las repercusiones sobre el raquis lumbar (Ferrer, 1998).

Así, en un estudio efectuado sobre 27 deportistas con marcada cortedad isquiosural (grado II), Santonja et al. (1995c) encontraron acuñaamientos vertebrales anteriores (22,3% >10°), inversiones de los espacios disciales de T₁₂-L₁ en el 70,4% de los casos, de L₁-L₂ en el 81,5% de los casos y de L₂-L₃ en el 100% de los casos. El morfotipo del raquis lumbar arrojó un 70,3% de inversiones lumbares y un 33,3% de cifosis dorsales incrementadas. Se demuestra en este estudio una clara influencia de la cortedad isquiosural sobre el raquis lumbar y en menor medida sobre el raquis dorsal.

Ferrer (1998) tras analizar una muestra de 919 niños y adolescentes, con edades comprendidas entre 5 y 18 años (edad media de 12,9±2,96), y tras realizar un estudio radiográfico de la columna lumbar en flexión del tronco en posición Tónica-II (Santonja, 1992), encuentra una clara relación entre la cortedad de la musculatura isquiosural y la retroversión de la pelvis (p<0,0005), la existencia de cifosis lumbar (p<0,001), la inversión de los espacios disciales en T₁₂-L₁ (p<0,001), L₁-L₂ (p<0,001), L₂-L₃ (p<0,001), y L₃-L₄ (p<0,02), así como con la presencia de acuñaamientos, de manera que a mayor cortedad de la musculatura isquiosural mayor probabilidad de acuñaamiento en T₁₂ (p<0,001). Tras su estudio, este autor expone la teoría patogénica que explica las repercusiones que la cortedad isquiosural puede desarrollar sobre el raquis lumbar.

En cuanto a la relación de la cortedad de la musculatura isquiosural con otras alteraciones, Garcés (1994), en un estudio sobre espondilolisis y espondilolistesis en el deporte, detecta la presencia de cortedad de la musculatura isquiosural, aunque destaca que es preciso valorar este hecho cuidadosamente en gimnastas y bailarines, ya que dichos deportistas pueden flexionar la cadera con rodillas extendidas unos 40°-60° más que el resto de los deportistas.

Diversos estudios han valorado la extensibilidad isquiosural en diferentes deportistas tales como nadadores (Pastor, 2000; Sanz, 2002), corredores de larga distancia (Trehearn y Buresh, 2009; Wang et al., 1993), piragüistas (López-Miñarro et al., 2008; 2009), remeros (Stutchfield y Coleman, 2006), halterófilos (Chang et al., 1988), futbolistas (Caldwell y Peters, 2009), jugadores de fútbol sala (Cejudo et al., 2014a), jugadores de fútbol australiano (Young et al., 2005), luchadores (Mirzaei et al., 2009), jugadoras de lacrosse (Enemark-Miller et al., 2009), tenistas (Kibler y Chandler, 2003), taekwondistas (Toskovic et al., 2004) y jugadores de voleibol (Melrose et al., 2007).

Algunos trabajos valoran la flexibilidad como parte de un perfil condicional o fisiológico (Melrose et al., 2007; Mirzaei et al., 2009; Arazi et al., 2013) y otros miden la extensibilidad de la musculatura isquiosural dentro de un protocolo para definir el perfil de flexibilidad (Cejudo et al., 2013, 2014 a,b). Otros estudios analizan si la práctica de un deporte en concreto genera cambios en los valores de flexibilidad y específicamente en la extensibilidad de la musculatura isquiosural (Canda et al., 2004).

Además, hay estudios que categorizan los niveles de flexibilidad aportando datos de normalidad y cortedad (Ferrer, 1998; Gómez-Lozano, 2007; Martínez-Gallego, 2004; Pastor, 2000). Aunque hay que destacar que no existe unanimidad en la prueba de valoración utilizada.

Voleibol

Melrose et al. (2007) evaluaron a 29 jugadores de voleibol adolescentes, con un rango de edad entre los 12 y los 17 años ($14,31 \pm 1,37$ años), con el propósito de valorar las características físicas y de rendimiento de estos jugadores.

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test DD-P modificado y la media obtenida fue de $38,7 \pm 7,1$ cm. Para analizar las diferencias por categorías, dividieron los jugadores en 2 grupos de edad: de 12 a 14 años (grupo A) y 15 a 17 años (grupo B). Los resultados mostraron como el grupo de menor edad conseguía una mayor distancia en el test DD-P, aunque sin diferencias significativas.

Lucha Olímpica

Mirzaei et al. (2009) evaluaron a 70 luchadores de élite ($19,8 \pm 0,9$ años) con el propósito de describir el perfil fisiológico de luchadores de élite de estilo libre. Se analizaron las siguientes variables: peso corporal, flexibilidad, el consumo máximo de

oxígeno, la potencia anaeróbica máxima de las piernas, la resistencia muscular y la fuerza, la velocidad, la agilidad y la composición corporal mediante los pliegues cutáneos.

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test DD-P y la media obtenida fue de $38,2 \pm 3,94$ cm. Además, cuando analizan los resultados en función del peso de los luchadores, observan que aquellos luchadores que poseían menor masa (50kg) alcanzaban mayor distancia en el test ($39 \pm 4,5$ cm) que los luchadores más pesados (120 kg) ($35,8 \pm 4,2$ cm).

Taekondistas

Toskovic et al. (2004) evaluaron, mediante el test DD-P, la extensibilidad isquiosural de 28 taekwondistas divididos por sexo y experiencia. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la distancia alcanzada. No obstante, el grupo que más distancia alcanzó fue el de hombres experimentados, siendo el grupo de hombres principiantes el que menor distancia alcanzó. Los autores justifican que los principiantes son los que peores valores presentan debido a su falta de experiencia en el entrenamiento deportivo, así como al menor volumen de trabajo de estiramientos musculares.

Gimnasia artística

Arazi et al. (2013) evaluaron a 20 gimnastas profesionales especialistas en gimnasia artística (edad: $15,20 \pm 3,4$ años; peso: $51,35 \pm 5,2$ Kg; estatura: $161,8 \pm 5,9$ cm) con el propósito de describir el perfil fisiológico y antropométrico. 8 participantes eran miembros de la Selección Nacional de Gimnasia de Irán entre 2009 y 2010.

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test DD-P y la media obtenida fue de $45,7 \pm 5,6$ cm.

Fútbol

Diferentes autores han valorado los niveles de flexibilidad de la musculatura isquiosural en una muestra de futbolistas, encontrando valores medios para el rango de movimiento de la flexión de cadera entre $79,3^{\circ}$ y $94,6^{\circ}$ (Ekstrand et al., 1982; Rahnema et al., 2005; Witvrouw et al., 2003; Zakas et al., 2005, 2006). Todos estos trabajos miden la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del test EPR.

Fútbol sala

Cejudo et al. (2014) evaluaron a 20 jugadores profesionales de fútbol sala (17 jugadores de campo y 3 porteros) con el propósito de describir el perfil de flexibilidad de la extremidad inferior. Utilizaron una batería de 7 pruebas para valorar los principales músculos de la extremidad inferior. Los resultados fueron analizados en función del puesto específico y diferenciando la pierna dominante o no dominante (tabla II.13). La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue valorada a través del test EPR.

Tabla II.13. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).

	Jugadores de Campo		Porteros	
	Dominante	No dominante	Dominante	No dominante
EPR	91,7 ⁰ ±9,2 ⁰	90,5 ⁰ ±9,1 ⁰	102,9 ⁰ ±3,7 ⁰	103,5 ⁰ ±3,4 ⁰

Balonmano

Dos trabajos han valorado los niveles de flexibilidad de la musculatura isquiosural en jugadores junior de balonmano, encontrando valores medios de 76,3⁰ y 79,8⁰ (Zakas et al., 2002, 2003). Ambos estudios valoran la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del test EPR.

Cejudo et al. (2014) evaluaron a 50 jugadores de campo y 6 porteros, con más de 9 años de práctica deportiva federada en balonmano (3 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 1,5 horas por sesión). 25 jugadores jugaban en la 1^a División Nacional (edad: 26,3±6,1 años; peso: 93±9,4 Kg.; talla: 1,84±0,07 m) y 31 jugadores competía en la 2^a División Nacional (edad: 26,2±4,1 años; peso: 82,5±9,3 Kg.; talla: 1,78±0,07 m).

El objetivo principal de este estudio era definir cuantitativamente los valores normativos del perfil de flexibilidad en jugadores senior de balonmano, midiendo para ello la extensibilidad de los principales grupos musculares de la extremidad inferior a través de pruebas angulares pasivas máximas. Los resultados los analizaron en función del puesto específico y diferenciando entre la pierna dominante o no dominante (tabla II.14). La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue valorada a través del test EPR.

Tabla II.14. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).

Categoría	Jugadores de Campo		Porteros	
	Dominante	No dominante	Dominante	No dominante
1º División	80,7 ⁰ ±12,4 ⁰	78,3 ⁰ ±12,5 ⁰	107,8 ⁰ ±4,4 ⁰	104,6 ⁰ ±7 ⁰
2º División	86,1 ⁰ ±10,1 ⁰	86,69 ⁰ ±9,3 ⁰	80,8 ⁰ ±3,5 ⁰	80,3 ⁰ ±4 ⁰

Corredores

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 corredores con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: 13,32±0,53 años; peso: 62,33±8,71 Kg; estatura: 164,65±7,89 cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural evaluada a través del test EPR. La media obtenida fue de 83,83±9,86⁰ para la pierna derecha y de 85,02±10,02⁰ para la pierna izquierda.

Duatlón

Cejudo et al. (2013) evaluaron a 15 atletas de duatlón (edad: 32,7±7,85 años; peso: 67,1±4,8 Kg; estatura: 172,9±2,8 cm), con más de 3,5 años de práctica deportiva (5 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 2 horas por sesión).

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test EPR y la media obtenida fue de 83,02±9,9⁰ para la pierna derecha y de 82,02±9,8⁰ para la pierna izquierda.

Tenis

Tres trabajos han valorado los niveles de flexibilidad de la musculatura isquiosural en jugadores junior de tenis, encontrando valores medios de 68,5⁰ (Zakas, 2005), 77,5⁰ (Chandler et al., 1990) y 65,9⁰ (Kibler y Chandler, 2003). Todos valoran la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del test EPR.

Piragüistas

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: 13,27±0,49 años; peso: 61,06±8,89 Kg; estatura: 166,12±7,07 cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural evaluada a través del test EPR. La media obtenida fue de $75,27 \pm 8,79^\circ$ para la pierna derecha y de $76 \pm 8,78^\circ$ para la pierna izquierda.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008) evaluaron a 65 piragüistas de categoría infantil con 3 objetivos: 1) valorar la extensibilidad isquiosural en kayakistas y canoistas de categoría infantil mediante diversos tests angulares y lineales; 2) comparar la extensibilidad isquiosural en función de la disciplina (canoas o kayak); 3) determinar la frecuencia de casos con una reducida extensibilidad isquiosural en función del test utilizado. La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue medida a través de los test EPR, test DD-P y test L-H fx.

Los resultados muestran como un importante porcentaje de los piragüistas varones evaluados presentan cortedad isquiosural, especialmente los canoistas, por lo que es preciso incorporar un programa sistematizado de estiramiento isquiosural al proceso de preparación de los piragüistas jóvenes. Las chicas alcanzan valores de extensibilidad más adecuados en todos los test, aunque existen algunos casos de cortedad isquiosural. La disciplina practicada (kayak o canoa), a pesar de sus diferencias en la posición sobre la piragua no genera diferencias significativas en la extensibilidad isquiosural.

Ciclismo

En el ámbito del ciclismo es muy común la creencia de que el ciclista posee una extensibilidad isquiosural reducida debido a la continua demanda de los grupos musculares de los miembros inferiores, con una alta exigencia para ascender pendientes elevadas, vencer la resistencia del viento, generar grandes aceleraciones para formar una escapada o en el sprint (Rouffet y Hautier, 2008).

Muyor (2010) evalúa a 180 ciclistas y 60 sedentarios (edad: $30,6 \pm 10,4$ años; peso: $74,9 \pm 9,6$ Kg; estatura: $170 \pm 5,9$ cm) con el objetivo de analizar y comparar el morfotipo raquídeo en el plano sagital de la columna vertebral y el grado de extensibilidad isquiosural en función de la práctica deportiva y la categoría.

La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue evaluada a través de pruebas de flexibilidad lineales (test DD-P y test DD-S) y pruebas angulares (EPR). En la tabla II.15 se muestran los resultados obtenidos.

Al valorar la extensibilidad de los ciclistas con el test EPR, todos los ciclistas alcanzaron un mayor ángulo que los sujetos del grupo control. Las mayores diferencias las encuentra entre el grupo sénior/élite y el grupo control, tanto en la pierna derecha como en la izquierda, con valores medios de 87 ± 10^0 y $87,5 \pm 12,8^0$ frente a $77,8 \pm 11^0$ y $78,1 \pm 11,5^0$, respectivamente.

Cuando se categorizan los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, se observa un mayor porcentaje de casos con extensibilidad normal en los ciclistas (86,1%) que en el grupo control (61,8%).

Tabla II.15. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Muyor (2010).

	Sénior/Élite	Máster 30	Máster 40/50	Control
EPR derecha	$87^0 \pm 14^0$	$85,3^0 \pm 12,1^0$	$85,1^0 \pm 11,7^0$	$77,8^0 \pm 11^0$
EPR izquierda	$87,5^0 \pm 12,8^0$	$83,9^0 \pm 12,2^0$	$84,8^0 \pm 11,2^0$	$78,1^0 \pm 11,5^0$
Distancia DD-P	$6,7 \pm 10,8$ cm	$2,5 \pm 8,3$ cm	$1,3 \pm 9$ cm	$-2,5 \pm 7,8$ cm
Distancia DD-S	$5,1 \pm 10,7$ cm	$0 \pm 9,4$ cm	$-0,7 \pm 9,4$ cm	$-6,1 \pm 8,1$ cm

Natación

Pastor (2000) valoró el grado de extensibilidad isquiosural en 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, de edades comprendidas entre los 9 y los 15 años.

Al valorar la extensibilidad de los nadadores con el test EPR encuentra un valor medio de $70,8 \pm 10,4^0$ para la pierna derecha y $70,4 \pm 10,6^0$ para la pierna izquierda en nadadores de élite de la categoría promesas. En los nadadores de categoría infantil, la media fue de $70,1 \pm 11,1^0$ para la pierna derecha y $69 \pm 11,1^0$ para la pierna izquierda (tabla II.16).

Cuando categoriza los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, encuentra un 34% de cortedad grado I y un 20% de cortedad grado II en los chicos. En las chicas halló una frecuencia de cortedad grado I del 24% y de grado II del 3,9%. Además, sus resultados indican que la práctica de la natación de forma continuada en el tiempo y con un elevado volumen de entrenamiento, no produce mejoras en la extensibilidad isquiosural. Por ello, recomienda realizar un correcto trabajo de estiramientos en los entrenamientos de los nadadores.

Tabla II.16. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Pastor (2000).

	Promesas (Chicos)	Promesas (Chicas)	Infantiles (Chicos)	Infantiles (Chicas)
EPR derecha	70,84 ⁰ ±10,49 ⁰	81,78 ⁰ ±12,48 ⁰	70,12 ⁰ ±11,12 ⁰	76,05 ⁰ ±10,6 ⁰
EPR izquierda	70,44 ⁰ ±10,6 ⁰	81,07 ⁰ ±12,3 ⁰	69,07 ⁰ ±11,1 ⁰	75,4 ⁰ ±11,2 ⁰
Distancia DD-P	1,3 _± 8,1 cm	4,8 _± 7,6 cm	7,5 _± 8,9 cm	8,4 _± 8,2 cm

Sanz (2002) encontró resultados similares al comparar a dos grupos de nadadores en función del volumen de entrenamiento (alta competición y escuela). Observando tras un periodo de 4 meses, una disminución significativa de la extensibilidad isquiosural en el grupo de competición cuyo volumen de entrenamiento era superior. Sin embargo, en el grupo de menor volumen, no se encontraron modificaciones significativas en la distancia alcanzada en el test de distancia dedos-planta. En base a estos resultados, el autor concluyó que la práctica intensa de la natación de alta competición, incide negativamente en la extensibilidad de la musculatura isquiosural, por lo que recomienda un entrenamiento específico para la mejora de dicha capacidad.

Danza

Twitchett et al. (2009), tras realizar una revisión sobre el perfil fisiológico y condicional del Ballet Clásico, afirman que las bailarinas de ballet tienen más flexibilidad en la mayoría de las articulaciones de la extremidad inferior cuando se comparan con un grupo control. En esta línea, Cohen et al., (1982) observaron en las bailarinas valores por encima de la normalidad en la flexión plantar del tobillo, aunque los valores en la dorsiflexión del tobillo fueron menores.

Reid et al. (1987) también observan en las bailarinas un mayor rango de movimiento pasivo en la rotación externa, flexión y abducción de cadera, así como en la extensión de rodilla. Sin embargo, las bailarinas presentan un menor rango de movimiento en la aducción pasiva de cadera y la rotación interna cuando se comparan con un grupo control. Además, este patrón es más pronunciado en las bailarinas con mayor nivel y años de entrenamiento, lo que sugiere que puede ser un resultado directo del entrenamiento.

Micheli et al. (1999) también observan una mayor hiperextensión de columna vertebral en bailarinas, así como mayores valores de flexibilidad en la musculatura isquiosural y la musculatura aductora.

Oreb et al. (2006) evaluaron a 51 bailarinas, 30 del Ballet Nacional de Croacia (30,70±8,33 años) y 21 del Ballet Nacional de Folclore (32,94±8,32 años). El objetivo del trabajo era determinar las características morfológicas, funcionales y motoras de las bailarinas de folclore y compararlas con las bailarinas de clásico. La extensibilidad isquiosural fue evaluada a través del test DDP. Los resultados mostraron una mayor flexibilidad para el grupo de danza clásica (22,80±4,12 cm. vs 12,41±6,45 cm., p=0.000).

Gómez-Lozano (2007) evaluó a 66 bailarinas, 33 de danza clásica (edad: 22±3,79 años; peso: 51,82±4,63 Kg; estatura: 161,74±4,70 cm) y 33 de danza española (edad: 22,12±4,21 años; peso: 53,5±4,07 Kg; estatura: 162±5,35 cm). Todas ellas fueron seleccionadas de los dos últimos cursos del Conservatorio Profesional de Danza de Murcia en las especialidades de danza clásica y danza española, de una academia profesional de ballet clásico y de una compañía de ballet español. También valoró a un grupo control con 33 chicas de similar rango de edad (edad: 22,71±3,23 años; peso: 55,51±5,68 Kg; estatura: 164,12±4,87 cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, la movilidad de la columna vertebral, así como la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Esta última fue evaluada a través de pruebas de flexibilidad lineales (test DD-P y test DD-S) y pruebas angulares (EPR).

En la tabla II.17 se muestran los datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. El grupo de clásico muestra, de forma significativa, mayores valores de flexibilidad que el grupo de español. Mientras que ambos grupos de bailarinas, obtienen mayores niveles de flexibilidad que el grupo control.

Cuando se categorizan los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, se observa que el 100% de las bailarinas tienen valores dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo control encuentra: 1) con el test DD-S un 15,3% de cortedad moderada, un 12% de cortedad marcada y un 72,3% de normalidad; 2) con el test DD-P un 18,8% de cortedad moderada, un 9,9% de cortedad marcada y un 71,3% de normalidad y con el test EPR un 21,2% de cortedad moderada y un 78,8 % de normalidad.

Tras el análisis de los resultados, Gómez-Lozano (2007) concluye que las bailarinas de danza clásica y de danza española poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, no existiendo ningún caso de cortedad isquiosural en esta población. La extensibilidad isquiosural es notablemente mayor en las bailarinas de danza clásica que en las de danza española debido a que las bailarinas de danza española suelen dedicar menos tiempo al trabajo de esta cualidad.

Tabla II.17. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Prueba	Clásico	Español	Control
DD-S	22,87 \pm 4,51 cm.	18,24 \pm 7,04 cm.	1,66 \pm 8,33 cm.
DD-P	23,97 \pm 5,13 cm.	19,18 \pm 6,20 cm.	3,04 \pm 7,10 cm.
EPR Dch	136,78 ⁰ \pm 10,02 ⁰	124,72 ⁰ \pm 12,22 ⁰	85,87 ⁰ \pm 10,12 ⁰
EPR Izq	129,21 ⁰ \pm 20,6 ⁰	120,3 ⁰ \pm 13,33 ⁰	84,28 ⁰ \pm 9,97 ⁰

Gimnasia Rítmica

Martínez-Gallego (2004) evaluó a 163 gimnastas de Rítmica, 82 gimnastas de competición y 81 gimnastas de escuelas de base. También valoró a un grupo control con 79 niñas de similar rango de edad y que no realizaban ninguna actividad física extraescolar.

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Esta última fue evaluada a través de pruebas de flexibilidad lineales (test DD-P y test DD-S) y pruebas angulares (EPR).

En la tabla II.18 se muestran los datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural a través los test DD-S y DD-P.

El grupo de gimnastas de competición muestra, de forma significativa, mayores valores en todos los test al compararlo con el grupo de gimnastas de base. Mientras que ambos grupos de gimnastas, obtiene mayores niveles de flexibilidad en comparación con el grupo control.

Tabla II.18. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Martínez-Gallego (2004).

Prueba	Escuela	Competición	Control
DD-P	3,74±9,27 cm.	15,47±7,72 cm.	-5,71±10,71 cm.
EPR Dch	83,58 ⁰ ±11,35 ⁰	106,05 ⁰ ±19,04 ⁰	73,57 ⁰ ±9,96 ⁰
EPR Izq	83,83 ⁰ ±11,16 ⁰	105,37 ⁰ ±16,68 ⁰	74,11±9,63 ⁰

Cuando se categorizan los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, se observa que el 98% de las gimnastas de competición tienen valores dentro de la normalidad. El grupo de gimnastas de escuela presenta un 17% de cortedad grado I y un 9% de cortedad grado II, mediante el test de distancia dedos-planta. En el grupo control disminuyen los casos dentro de la normalidad (37%) y se observa un 63% de casos con cortedad.

Al aplicar el test EPR, todas las gimnastas de competición presentan valores dentro de la normalidad. En el grupo de gimnastas de escuela se observa una frecuencia de cortedad grado I del 9% y de cortedad grado II del 2%. En el grupo control, la normalidad baja al 57%, mientras que los casos de cortedad grado I son el 30% y los casos de cortedad marcada el 14%. Los resultados encontrados no aportan variaciones apenas entre las dos piernas.

II.5. LA GIMNASIA ESTÉTICA DE GRUPO

II.5.1. Contextualización histórica

La gimnasia tiene sus orígenes en la antigua Grecia, donde predomina el concepto de desarrollo del cuerpo a través del movimiento natural, si bien no es hasta el comienzo del siglo XIX cuando se inician los orígenes de nuestra actual gimnasia.

A partir de 1800 evoluciona el deseo de realizar una nueva actividad física, que comienza a desarrollarse con las diferentes escuelas europeas, volviéndose a considerar los aspectos estéticos y educativos de la gimnasia. Estas escuelas se fundaron sobre métodos específicos que permitían formar físicamente con movimientos expresivos a las mujeres, y aún hoy, la gimnasia sigue sirviendo en la sociedad como motivadora para el género femenino y para mantener esa práctica en el tiempo (Kleenola, 1996).

En el siglo XIX el aumento de horas de trabajo y estudio, comienza a provocar inmovilidad y actitudes posturales viciosas, que incrementan los defectos y las enfermedades propias de la vida sedentaria.

La gimnasia ha logrado imponerse no sólo como estructura educativa de primer orden, sino también como actividad individual y válida por sí misma.

Diferentes formas de trabajo de los ejercicios gimnásticos aparecen entre 1800 y 1936 (Langlade y Langlade, 1986). En ese periodo, se inician tres grandes movimientos gimnásticos simultáneamente: el Movimiento del Oeste (Francia), el Movimiento del Centro (Alemania, Austria y Suiza) y el Movimiento del Norte (Escandinavia) (Langlade y Langlade, 1986).

Es el Movimiento del Norte el que cobra más importancia en la presente investigación. Gran parte de la gimnasia surge de un sistema sueco de ejercicio libre impartido por Pedro Ling para la capacitación física del ejército. Dulcificando este método, alumnas de la teoría de Ling promueven la "Gimnasia Estética", en la que los alumnos expresan sus sentimientos y emociones a través del movimiento corporal. Destaca también Dalcroze (1865-1950), el cual desarrolla una forma de entrenamiento físico para los músicos y bailarines en el que conjuga la música con el movimiento desarrollando el sentido del ritmo y la expresión (Rodríguez Abreu, 2010) con el nacimiento de la gimnasia moderna (Gimnasia Rítmica Femenina). Esta actividad vio sus primeros intentos en el período de la I Guerra Mundial (1914-1918), pero no fue hasta el

verano de 1951 cuando se popularizó, al crearse la Liga internacional de la Gimnasia Moderna, fundándose oficialmente el 9 de febrero de 1952, en Frankfort (Alemania), con la escuela alemana. Allí encontramos a Guts Muths (1750-1839) al que se conoce como padre de la gimnasia pedagógica, el principal contribuyente de las diferentes modalidades gimnásticas.

Los orígenes de la gimnasia moderna recibieron también las aportaciones de J.G. Noverre (1727-1809), coreógrafo original que devuelve al bailarín su condición expresiva y a Francois Delsarte (1811-1871) cuyas obras constituyen la base de la teoría del movimiento expresivo e influyen en el desarrollo de la pantomima, el ballet y la gimnasia.

Otros que influyeron en un alto grado en la evolución de la gimnasia femenina fueron Isadora Duncan (1878-1927) quien con su expresión de sentimientos y naturalismo basado en el amor a la naturaleza contribuyó a que en muchos países, incluida Rusia, surgieran estudios de Gimnasia Rítmica y Estética. Henrich Medau (1890-1974) fundó la Escuela Medau en Berlín para formar a los gimnastas en la "Gimnasia Moderna" y para desarrollar el uso de los aparatos gimnásticos. Posteriormente, fue la canadiense Evelyn Koop quien introdujo la Gimnasia Rítmica Deportiva en nuestro continente. Hilma Jalkanen (1889-1964) incorpora elementos de danza y movimientos expresivos en una escuela finlandesa nueva de la gimnasia. Esta última, introdujo un nuevo aire a las teorías de Ling dentro del movimiento de la gimnasia "neo sueca", presentando a la "Gimnasia Estética" como dulcificación del estilo militar que caracterizaba a la gimnasia masculina de la época, introduciendo movimientos corporales naturales acompañados con música (figura II.8).

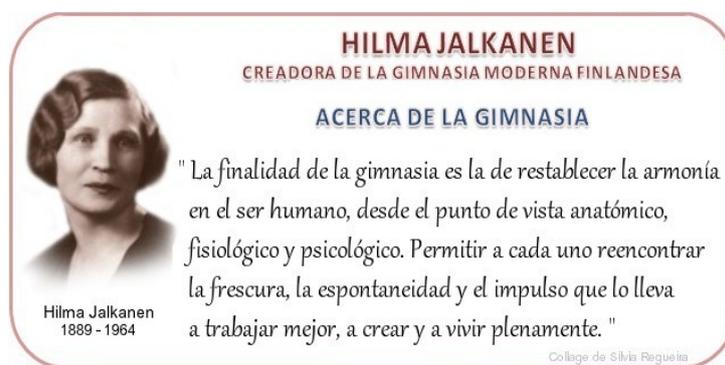


Figura II.8. Hilma Jalkanen creadora de la Gimnasia Moderna Finlandesa (1889-1964).

Con este nuevo modelo de gimnasia, Elin Falk (Langlade y Langlade, 1986) es la primera que se preocupó por la formación y corrección de la postura y aportó a la técnica las primeras posiciones “aisladoras”, que surgieron de la observación de las niñas de las Escuelas Primarias de Estocolmo, advirtiéndose que al ejecutar ciertos ejercicios aumentaban su curvatura lumbar. Estas contribuciones han repercutido en la actualidad en la gimnasia mundial.

En estas escuelas se utiliza el valor de los gestos naturales que implican a todo el cuerpo, con movimientos fluidos y rítmicos, en contra de los movimientos artificiales.

Por otro lado, se encuentra la gimnasia escolar austriaca, también denominada gimnasia natural, en la que el norteamericano Winslow Taylor (1856-1915), aporta sus conceptos de economía en el esfuerzo, luchando en contra de los movimientos artificiales, empleando movimientos fluidos y rítmicos (figura II.9.).



Figura II.9. Gimnasia escolar austriaca (1856-1915).

En 1996, la Gimnasia Estética de Grupo fue reconocida internacionalmente como un deporte de competición. En 2003, se crea la Federación Internacional de GEG para la expansión y promoción de este deporte en rendimiento a nivel internacional (IFAGG, 2012) (figura II.10).

La Federación Internacional de GEG proporciona liderazgo, sistemas y programas para todos los miembros, con el objetivo de:

- 1) Promover el deporte de la GEG;
- 2) Coordinar las competiciones y eventos internacionales;
- 3) Conceder el derecho a organizar los Campeonatos del Mundo;

- 4) Desarrollar y mantener las normas internacionales de la GEG;
- 5) Desarrollar materiales de capacitación y programas educativos para entrenadores y jueces;
- 6) Fomentar las relaciones de cooperación con otras organizaciones deportivas internacionales;
- 7) Representar los intereses de AGG en todo el mundo cuando se trata de otras organizaciones.



Figura II.10. Logo de la Federación Internacional de Gimnasia Estética de Grupo.

Países europeos como Finlandia y Estonia, llevan practicando y promocionando este deporte desde hace más de 100 años como filosofía y hábito de vida y se han desarrollado competiciones desde la década de los 50 del pasado siglo. En sus inicios se le denominó "Gimnasia para mujeres" por el movimiento femenino y armónico que le caracteriza (Sierra, 2008).

La primera competición oficial se celebró en Helsinki (Finlandia) en 1996 y en junio de 2000 se celebró el primer Campeonato del Mundo también en esa ciudad. Los índices de participación en los Campeonatos del mundo prevén un brillante futuro para este deporte de reciente creación en el ámbito de la gimnasia de competición internacional (IFAGG, 2012).

En un principio participaban unos 10 países pero este número ha ido aumentando cada año con la incorporación de nuevos países como España, que participó en el 2004 por primera vez. De esta forma se ha conseguido la implantación en quince países. Al igual que España, países europeos como Francia, Italia y Alemania empiezan a interesarse por esta disciplina.

A España, esta modalidad de gimnasia llegó un poco más tarde. El primer club español se formó a finales de enero de 2004, el club AEGEG (Asociación Española de Gimnasia Estética de Grupo), en el INEF de Barcelona, debutando en el Campeonato del Mundo celebrado en Bulgaria ese mismo año.

Al mismo tiempo que el club, se fundó con el mismo nombre la AEGEG, Asociación Española de Gimnasia Estética de Grupo. Después de la participación en el primer mundial, el objetivo principal de esta asociación ha sido difundir este deporte por toda España. Para conseguir este propósito se han realizado diversas exhibiciones en lugares como INEFC y en el "Fòrum de les Cultures" y se llevaron a cabo entrenamientos abiertos a otras entrenadoras que quisieran iniciarse en este nuevo deporte; también se han realizado cursos para entrenadoras y jueces nacionales e internacionales (Sierra, 2008). La espectacularidad de este deporte le augura un gran futuro, habiéndose extendido con gran rapidez su práctica por el territorio nacional en tan solo 10 años desde que se comenzó a practicar en nuestro País. En año 2012 se celebró el Campeonato del Mundo en Cartagena (figura II.11).



Figura II.11. Campeonato del Mundo de Gimnasia Estética de Grupo celebrado en Cartagena en 2012.

II.5.2. Aproximación conceptual

Actualmente la sociedad considera al deporte como un valor que repercute en la prevención de la salud y en la estética corporal (Barreto, 2006; Devís, 2000).

La GEG es una disciplina deportiva muy reciente, sobre todo como deporte de competición. Esto trae como consecuencia la falta de bibliografía o estudios más o menos científicos sobre ella. Tenemos que limitarnos a lo recogido en el Reglamento deportivo de puntuación en su versión más reciente para indagar sobre el significado de la GEG (Sierra, 2008).

Las normas de competición y práctica se especifican en el Reglamento Internacional. Éste puede definirse como el conjunto de reglas y normas que regulan los diferentes factores que constituyen la estructura de los ejercicios de competición y en consecuencia la lógica interna de los mismos, es decir la relación de la gimnasta con sus compañeras, con el espacio y con el tiempo. En la Gimnasia Estética de Grupo la aplicación de este reglamento de puntuación a las situaciones de competición y a las acciones de las gimnastas, se hace a partir del criterio de un grupo de jueces. Los diferentes jurados en los que se divide la competición, recogen las reglas específicas para valorar la práctica saludable y las penalizaciones que conlleva su falta.

Dicho Reglamento permite una aproximación clásica a la GEG como deporte y hasta ahora ha sido el documento que ha servido como punto de partida y valor referencial para analizar las diferentes características de este deporte, tanto para jueces, entrenadores o educadores. El reglamento no se limita a la función de normativizar la práctica, sino que supone un compendio de carácter técnico preceptivo en el ámbito de la salud y la práctica deportiva.

La GEG se define como una disciplina deportiva basada en el movimiento estilizado y natural del cuerpo, que combina y realza cualidades como el dinamismo, el ritmo y la armonía de los movimientos realizados con el uso económico y natural de la fuerza. Es expresión, arte y sentimiento convertido en deporte de competición. Todo ello, realizado por un grupo de deportistas del que fluye un movimiento estético y sincronizado (IFAGG, 2012).

La actividad deportiva GEG se comienza a practicar a partir de los 6 años y sin límite de edad.

Está basada en la “combinación de arte coreográfico, el desarrollo muscular armónico y la naturalidad de hábitos motrices saludables”. Es una gimnasia estilizada, cuya técnica se centra en el aprendizaje de movimientos naturales del cuerpo, donde las caderas son el centro básico del mismo. Se realiza en grupos de 6 a 12 gimnastas (categorías junior y senior) o de 6 a 14 gimnastas (categoría Infantil). Las gimnastas evolucionan sobre un tapiz de 13 x 13 m. efectuando una coreografía de ejercicios sin aparatos basados en la ejecución de movimientos corporales y elementos técnicos durante 2'15"-2'45" siguiendo los requerimientos del Reglamento y sobre una base musical. Aunque hay una finalidad competitiva, se trata de un deporte de colaboración y sin oposición donde el trabajo en grupo está por encima de los logros individuales.

Los movimientos fluyen naturalmente de un movimiento al siguiente como si hubiesen sido creados por el movimiento previo (IFAGG, 2012). Todos los movimientos deben ser realizados con fluidez, mostrando la amplitud y variedad en la dinámica y velocidad. El éxito se consigue con el alto grado de sincronización en la coreografía entre las gimnastas, su distribución correcta en el espacio, la expresión conceptual y emocional equitativa, así como el “dibujo” preciso de las composiciones.

Los elementos técnicos escogidos en la composición deben corresponder al nivel físico y la maestría de habilidades y edad de las gimnastas.

En la GEG se combinan los elementos gimnásticos básicos como son equilibrios, saltos, giros, elementos acrobáticos sencillos, con elementos corporales más ligados a la danza, tales como ondas, swings, desplazamientos, pasos a dos, y se introducen las elevaciones de una o varias gimnastas como elemento no esencial pero dinamizador de la coreografía (figura II.12.).

Los contenidos perceptivo-motrices y las habilidades y destrezas básicas que se efectúan en la GEG y que influirán de manera decisiva en la adquisición de la correcta postura, se desarrollan mediante el trabajo específico sobre el esquema corporal, a través de la percepción del propio cuerpo (tonicidad, postura, equilibrio) y la percepción del entorno (estructuración espacio-temporal, lateralidad y ritmo); de la coordinación de los patrones motores básicos (desplazamientos, saltos, giros, equilibrios) y de las cualidades físicas básicas, destacando la flexibilidad y la fuerza muscular como factor importante en el mantenimiento de una postura correcta (Martínez-Gallego, 2004).



Figura II.12. Elevación de una gimnasta dentro de una rutina de Gimnasia Estética de Grupo.

El modo de competir consiste en desarrollar una pequeña historia coreografiada, sustentada por la expresividad, algunas acrobacias y acompañada de un tema musical. El objetivo es transmitir emoción y sentimientos al espectador a través del movimiento, buscando la armonía, la estética y la belleza del mismo (Miroshnychenko y Martínez-Gallego, 2013).

La GEG aparece en nuestro país para solventar uno de los problemas que tiene la Gimnasia Rítmica Deportiva como deporte, y es que la vida de las gimnastas es bastante corta. Las niñas empiezan a practicar este deporte a temprana edad y en muchos casos tienen que abandonarla al entrar en la adolescencia (Fasting et al., 2000; Fernández, 2001).

Lo que se pretende conseguir promocionando la Gimnasia Estética de Grupo es incidir en su aspecto saludable, alargando la vida competitiva de las gimnastas. A diferencia de otras modalidades gimnásticas donde las exigencias corporales rebasan los límites y grados de normalidad de las articulaciones, acortando las posibilidades de longevidad de las gimnastas en competición.

La GEG va dirigida especialmente a las gimnastas más mayores para que puedan mantenerse en la competición y alargar su vida deportiva, ya que su nivel de exigencia corporal es menor que en otras modalidades gimnásticas.

El Reglamento Internacional por el que se rige este deporte respeta las etapas de desarrollo de las personas. El tipo y el nivel de dificultades que se exigen están divididos en categorías, así se dispone de un reglamento específico para edades infantiles de 8 a 12 años (figura II.13.) y un reglamento específico para las categorías Junior y Senior. En estos Reglamentos se observa la progresión de la dificultad exigida en relación a la maduración de las estructuras corporales fisiológicas y psicológicas adaptadas al esfuerzo del entrenamiento y relacionadas directamente con el trabajo bilateral de los segmentos corporales.

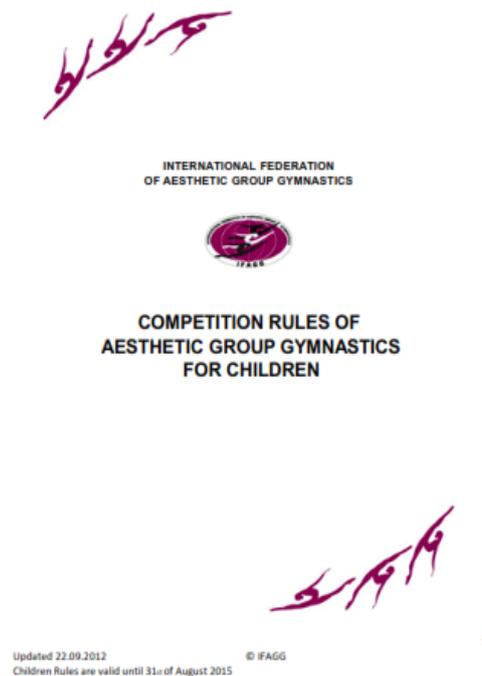


Figura II.13. Reglamento de competición para infantiles.
<http://www.ifagg.com/>

Los grados de flexo-extensión de las articulaciones solicitadas en las dificultades corporales exigidas, concuerdan con los rangos de normalidad establecidos en los manuales científico-médicos.

Existen limitaciones en el uso de acrobacias y cargas que posibilitan esos beneficios para la salud de las gimnastas, especialmente en el reglamento Infantil.

Se exige que las gimnastas muestren un control muscular bilateral en todos los grupos corporales obligatorios, variando el uso de los elementos, las direcciones y los planos del movimiento, evitando lesiones y descompensaciones (Miroshnychenko y Martínez-Gallego, 2013).

II.5.3. Análisis de la técnica en gimnasia estética de grupo y su comparación con la gimnasia rítmica deportiva.

El Reglamento de puntuación de GEG valora tres aspectos diferentes otorgándole una puntuación a cada uno de ellos (IFAGG, 2012).

En el VALOR TÉCNICO, los movimientos corporales base de Gimnasia Estética de grupo, son las ondas y los los swings.

En cualquier categoría de edad aparecen elementos de flexibilidad, pero es en la categoría infantil donde la composición debe contener al menos 4 movimientos de flexibilidad que muestren la extensibilidad de la musculatura de la extremidad inferior tanto en el plano sagital, como en el plano frontal y tanto de la pierna derecha como de la izquierda, consiguiendo una amplitud de al menos 180°. En los movimientos de extensión los grados mínimos son 80°, los hombros deben mantenerse al mismo nivel/línea y la extensión debe ser de toda la espalda.

Los movimientos de flexibilidad deben tener una línea clara, mostrar amplitud y un buen control postural. Deben ser ejecutados con buena calidad técnica y respetar los aspectos saludables, así como mostrar buen equilibrio entre la flexibilidad y fuerza. La forma del movimiento debe ser claramente visible.

Si no se realizan correctamente estos movimientos corporales, las jueces no contarán la dificultad o se le bajará el valor.

En cuanto a la calidad gimnástica, el VALOR ARTÍSTICO de la composición debe mostrar continuidad, fluidez y corresponder al nivel de habilidades físicas del equipo. Las capacidades físicas de todas las gimnastas del grupo deben ser similares (el control muscular, la flexibilidad, la fuerza, la velocidad y la resistencia), demostrada con los movimientos versátiles y variados que deben ser realizados en distintos planos (nivel bajo/ elementos suelo, nivel medio y alto/ saltos) diferentes direcciones (delante, atrás, lateral, oblicuo) y con distinta dinámica de la ejecución.

La GEG es una actividad deportiva que requiere una participación multilateral del cuerpo. Se debe hacer que los niños practiquen en igual cantidad e intensidad cada elemento con ambas piernas y brazos, con el propósito de paliar o prevenir futuras lesiones en el raquis (Lisistkaya, 1995).

Los aspectos saludables deben estar representados a través de todos los elementos (equilibrios, saltos y movimientos corporales). En la composición las gimnastas mostrarán el trabajo bilateral del cuerpo con la variedad en el uso de los elementos y el trabajo de flexibilidad (figura II.14).

Debe orientarse hacia el respeto de los estadios evolutivos y centrarse en un desarrollo multilateral de las cualidades coordinativas y de carga físicas. Se ha de proponer a la gimnasta un programa lo más amplio y variado posible de ejercicios, apostando por un trabajo de mayor calidad, globalidad e intensidad.

La exigencia de bilateralidad es patente en el Reglamento y las penalizaciones sobre estos aspectos saludables en el valor artístico se encontrarán dentro del apartado de calidad gimnástica, con unas altas penalizaciones si se realizan movimientos prohibidos o existe carencia de trabajo bilateral, con un máximo de deducción de 0.70.

También existen unas deducciones por error en la composición de 0.10 cada vez en la que se penaliza entre otras cosas que las exigencias de bilateralidad para el grupo no estén claramente presentes (falta de empleo de la pierna no dominante en saltos y equilibrios).



Figura II.14. Equilibrio a una pierna.

En el Reglamento junior y senior las penalizaciones en cuanto a la calidad de las gimnastas difieren del infantil. La técnica de movimientos totales de la gimnasia estética de grupo se penaliza si la composición no corresponde a las habilidades de las gimnastas en un 0.20 y si no demuestran las habilidades, coordinación, control muscular, flexibilidad, fuerza, velocidad, resistencia se penaliza con un 0.30.

La práctica debe ser progresiva y continuada para que los efectos positivos se hagan aparentes, respetando los principios de unidad funcional, así como el trabajo multilateral asegurado en GEG por la obligatoriedad de éste en el Reglamento.

Las gimnastas deben captar e interpretar las informaciones que reciben, tomar las decisiones adecuadas a los requerimientos del medio, llevar a cabo los movimientos programados y tomar conciencia de lo que hacen y de lo que consiguen a través de la práctica (Martínez-Gallego, 2014).

Respecto al VALOR de EJECUCIÓN, las penalizaciones relacionadas con nuestro estudio, observadas en el Reglamento, son las siguientes:

En cuanto a los aspectos saludables, la penalización se aplica cada vez que los hombros y las caderas no estén en línea; la pierna de apoyo esté mal colocada con la cadera en anteversión; la forma de la posición y la postura sean incorrectas y las elevaciones mal realizadas. Si no existe trabajo bilateral también será penalizado por cada

área en el programa completo (diferentes movimientos corporales: delante, atrás y lateral, mínimo dos equilibrios y dos saltos con pierna no dominante).

Las penalizaciones relacionadas con la calidad gimnástica son de 0.10 cuando 1 o 2 gimnastas desarrollan una mala postura o extensiones insuficientes y 0.30 si son 3 o más.

Referida a la flexibilidad, cuando la técnica es pobre o existe carencia de control muscular se penaliza con 0.10 por área cuando es 1 o 2 gimnastas y 0.30 por área cuando son 3 o más.

En el reglamento junior y senior encontramos claramente definida la penalización por aspectos saludables, restando 0.1 por "cada vez" que los hombros y las caderas no estén en línea; la pierna de apoyo esté mal colocada o la forma de cada posición, la postura y las elevaciones estén incorrectamente realizadas. El Reglamento exige 2 equilibrios y 2 saltos mínimo con la otra pierna, por lo que si no existe trabajo bilateral será penalizado con un total de 0.80.

La calidad de las gimnastas tiene una penalización de 0.10 cada vez que ésta realice extensiones insuficientes y un 0.30 en el programa completo por una mala técnica en el movimiento total realizado.

Cuando existe una ligera carencia en las características físicas de alguna parte del cuerpo durante un elemento concreto, se penaliza con 0.10 cada vez que exista y 0.30 cuando la carencia persista durante toda la ejecución.

El reglamento pone especial atención a la progresión en el desarrollo de la técnica para la edad infantil con unos requerimientos adecuados al desarrollo músculo-esquelético de las niñas, y al trabajo dirigido a las mujeres a partir de 16 años. La edad media en la competición absoluta internacional oscila entre 25-30 años.

La diferencia entre la GEG y otras modalidades gimnásticas como la GRD se centra en que en GEG predomina la importancia de respetar los movimientos naturales y armónicos del tronco no debiéndose insistir en los ejercicios que precisan de una hiperextensión de espalda para su correcta ejecución como se exige en GRD (Martínez-Gallego y Rrodríguez-García, 2005).

En el reglamento de GEG se recogen penalizaciones que otorga la juez de valoración artística referida a la correcta técnica de ejecución de equilibrios, saltos y flexiones y extensiones del tronco. Las dificultades corporales exigidas respetan los

grados naturales de flexo-extensión del tronco no permitiendo grandes hiperextensiones del mismo. En el reglamento Infantil dirigido a la competición de niños entre 10 y 14 años indica prohibiciones expresas de movimientos que pueden causar lesiones y suponen sobrecargas en un aparato locomotor inmaduro (IFAGG, 2012).

La metodología para el trabajo de la flexibilidad en GEG es diferente a la GRD donde se exigen ejercicios concretos de hiperextensión de la espalda y las piernas, mientras que en GEG se consideran unos grados de extensión dentro del intervalo normal (135º piernas y 80º espalda), recogida en la realización de todos los movimientos corporales, saltos y equilibrios.

Se exige lateralidad, control postural y alineación de segmentos, y su mala ejecución o exceso en el uso, se penaliza en el apartado de ejecución y valor artístico.

Después del análisis de los reglamentos de dos modalidades gimnásticas de gran demanda social, especialmente dirigidas a mujeres, (Gimnasia Estética de Grupo y Gimnasia Rítmica Deportiva), se aprecian claras diferencias que identifican a la Gimnasia Estética de Grupo como un ejercicio físico que incide sobre el bienestar y el mantenimiento de las mujeres en la actividad deportiva saludable para toda la vida.

Seria necesario tomar conciencia como entrenadores sobre los elementos de hiperextensión que se realizan con la espalda en niños en edad de crecimiento (figura II.15).debido al alto riesgo de lesión que estos provocan, dando prioridad a una mayor variedad de elementos corporales, ejecutados en una postura correcta y que cumplan las exigencias de multilateralidad (Mata, 1999; Martin et al., 2001).



Figura II.5. Elemento corporal con hiperextensión lumbar.

II.5.4. Elementos técnicos potencialmente lesivos de la GEG.

La GEG pone su acento en la atención que se presta al conocimiento del cuerpo. Siendo objetivo prioritario la educación del esquema corporal diferenciándose en este aspecto de otros deportes.

Del enriquecimiento del esquema corporal depende la mejora de la postura, la óptima equilibración de las posibilidades de las localizaciones finas del movimiento y el control de las tensiones musculares (Martínez-Gallego, 2014).

Los elementos específicos de esta modalidad deportiva tienen la importancia de dirigir la atención hacia la totalidad del cuerpo mediante un extenso trabajo de la percepción de éste, especialmente sobre el eje corporal y la movilidad vertebral, como bases fundamentales de la aprehensión de la correcta postura corporal.

Destaca su preocupación exagerada por obtener la perfección y la exactitud de la forma en los ejercicios, con el fin de cuidar la postura de la columna vertebral.

La postura para Pastor Pradillo (1994), es “la adaptación favorable del esquema corporal al espacio mediante el mantenimiento de una disposición determinada de los distintos segmentos corporales. Por tanto, será el resultado de una determinada distribución tónica de la totalidad de los músculos que controlan y movilizan estos segmentos”. Para Kendall (1985), lo que determina la postura es “la composición de las posiciones de todas las articulaciones del cuerpo humano en todo momento”.

Un buen control postural posibilita el desarrollo de acciones motrices más eficientes y expresivas, previene desequilibrios articulares y problemas de la columna vertebral, que es la base sobre la que se asientan todos los aprendizajes posteriores en GEG y su fin último.

En la postura armónica se debe percibir cómo usar el cuerpo con economía de esfuerzo y eficacia mecánica. La actitud constituye un aspecto fundamental de la actividad motriz (Andújar y Santonja, 1996).

Hemos de tener en cuenta que la postura no sólo viene definida por situaciones estáticas, sino que es un concepto puramente dinámico, dada la infinidad de posiciones que se adquieren para conseguir cualquier objetivo (Andújar, 1992; Lapierre, 1996).

La postura económica en GEG hace referencia a la postura básica de la danza clásica, en la que el peso del cuerpo debe estar repartido de forma equitativa sobre todos los puntos de apoyo, con las caderas alineadas, realizando un trabajo muscular alargando hacia arriba la columna lumbar, dorsal y cervical, las piernas en rotación y extensión desde la cadera, exigiendo un trabajo bilateral que mejora la posición y la postura corporal (Joyce, 1987) (figura II.16).

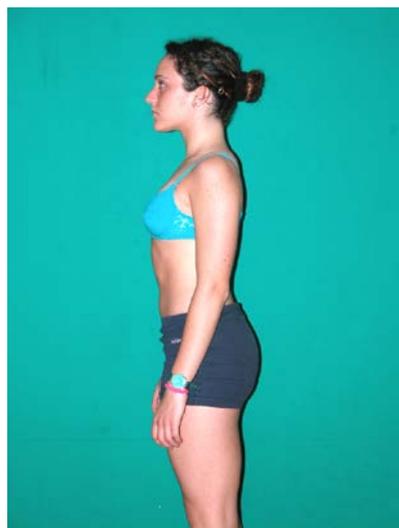


Figura II.16. Postura corporal básica.

La edad de comienzo, la asimilación de la técnica, las características anatómico-fisiológicas individuales y la metodología de entrenamiento son aspectos que van a condicionar la adaptación de la columna vertebral a la técnica de la GEG (Calais-Germain, 2010). Una inadecuada técnica, puede predisponer al incremento de las curvaturas durante la práctica continuada y aumentar el riesgo de lesión (Hald, 1992; Micheli, 1983).

En la GEG, como en la Danza, se requiere una amplitud de rotación externa coxofemoral (en deors) para realizar algunos de los movimientos. Una insuficiente rotación motiva un balanceo toraco-lumbar que consiste en un "sacar pecho" asociado a una leve flexión de cadera llamada "pelvic tilt" que producirá descompensaciones posturales (Gelabert, 1986; Hald, 1992; Hamilton et al., 1992).

Broner y Ojopfeitimi (2011) determinaron grandes diferencias angulares según la utilización de las extremidades inferiores en el movimiento, estableciendo dos categorías: anterior tilt y posterior tilt. También Gamboian et al. (2000) observaron una alta

variabilidad de la unidad pélvico-lumbar durante el desarrollo de las diferentes dinámicas en Danza, similares a las utilizadas en la Gimnasia Estética de Grupo. Fue Sparger (1949) quien advirtió que en algunas figuras de equilibrio (figura II.17. y II.18), cuando la técnica es inadecuada, existe un alto riesgo de aumentar la curvatura lumbar por encima de los grados de normalidad, cuando se flexiona la cadera de soporte por encima de los 60º, ya que el raquis lumbar suele invertirse considerablemente.

Aunque no se haya descrito minuciosamente cuál es la cinemática de la columna vertebral en los movimientos de GEG, sí se ha observado que existen patrones de movimientos de extensión vertebral muy reconocibles y de admirada vistosidad (figura II.19. y II.20.), pero que a veces, se realizan en situaciones de sobreesfuerzo y en condiciones límites.

Se conoce que la extensión del movimiento incrementa la lordosis lumbar por una pérdida de control del área lumbo-abdominal. Bejjani (1987) deduce que este hecho puede ser causante de dolor de espalda. Además, el intento de sobrepasar la extensión fisiológica máxima y de soportar continuos rangos de movimiento cercanos a sus límites, puede ocasionar alteraciones en el raquis de las gimnastas (Bejjani et al., 1990), y específicamente en zona lumbar (Luttgens y Wells, 1982).

Los riesgos de lesión al realizar estos elementos corporales deben minimizarse con el correcto aprendizaje de estos ejercicios. Además, será preciso que las gimnastas tengan en cuenta algunas pautas en el desarrollo de la sesión.

- El calentamiento específico y los ejercicios de movilidad articular de la columna vertebral serán claves para preparar las estructuras adecuadamente para soportar las cargas del entrenamiento o la competición.
- En ejercicios de hiperflexión que soliciten gran extensibilidad de la musculatura isquiosural, evitar las curvaturas anormales o forzadas del raquis.
- Antes de comenzar las hiperextensiones o hiperflexiones la gimnasta debe realizar un alargamiento de toda la espalda con el tronco en posición vertical y mantener este estiramiento durante todo el ejercicio hasta su posición final.
- Intervenir en la mejora de la postura corporal a través de una demostración de las posturas correctas, feed-backs, empleo de vídeo y las ayudas manuales (Handley, 1986).

- Fortalecer toda la musculatura del tronco, que incide sobre el mantenimiento de la correcta postura del raquis.
- Programar para el final de cada sesión un bloque de ejercicios de compensación con el fin de evitar desequilibrios musculares.

Este aprendizaje queda ampliamente recogido en los programas de GEG a través del trabajo de danza y el específico de técnica corporal, que se plantea siguiendo una progresión de dificultad, y que exigen movimientos de control postural en las distintas posiciones del cuerpo (bipedestación, flexión, extensión, sedentación, cuadrupedia, de rodillas, entre otras).

Así pues, las inferencias negativas que se presentan en la GEG van a ser de naturaleza técnica y educativa, dependientes de múltiples factores (bagaje pedagógico del entrenador, filosofía de la entidad donde se practica, entre otros), y no del deporte en sí mismo.



Figura II.17. Equilibrio en una pierna, pierna libre en la horizontal (min. 90°), frontal con inclinación hacia delante durante el equilibrio.

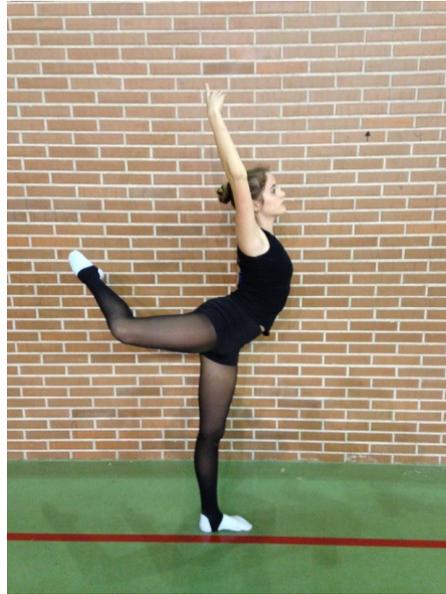


Figura II.18. Equilibrio en una pierna, pierna libre levantada estirada o doblada hasta la horizontal (90°), detrás (sin ayuda de las manos).



Figura. II.19. Equilibrios sobre una pierna, pierna libre levantada recta o doblada hacia atrás con la ayuda de una o dos manos.

Estos movimientos de hiperextensión también se pueden observar en algunos de los saltos como en el “Corzo”, “salto gato con extensión atrás” y en el salto zancada en círculo con flexión.



Figura II.20. Salto en “Corzo”.



Figura II.21. Salto Zancada en círculo con flexión.

III.

MÉTODO



III.1. METODOLOGÍA

III.1.1. Diseño

La presente investigación se ajusta a un diseño descriptivo correlacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2000).

III.1.1.1. Variables del diseño

Fueron estudiadas 12 variables.

Variables explicativas

Curvaturas en el plano sagital del raquis. Modificaciones establecidas en curvas sagitales del raquis tanto en bipedestación y sedentación (disposición estática) como en flexión máxima del tronco (disposición dinámica). En concreto se registraron las siguientes variables: a) Cifosis en bipedestación (grados); b) Lordosis en bipedestación (grados); c) Cifosis dorsal en sedentación asténica (grados); d) Cifosis lumbar en sedentación asténica (grados); e) Ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica (grados); f) Cifosis dorsal en posición test distancia dedos-planta (grados); g) Cifosis lumbar en posición test distancia dedos-planta (grados);

Movilidad raquídea. a) Flexión máxima en T5-T7; b) Máxima extensión en T5-T7.

Extensibilidad de la musculatura isquiosural. a) Test distancia dedos-planta (centímetros); b) Ángulo lumbo-horizontal en flexión (grados); c) Ángulo lumbo-vertical (grados).

Variables predictivas

Modalidad deportiva. Gimnasia estética de grupo, gimnasia rítmica y grupo control.

Grupos de edad establecidos. La división por grupos de edad se realizó teniendo en cuenta la edad de aparición de la menarquia.

Variables Contaminadoras

Los factores que pudieron distorsionar los resultados quedan representados por:

Variables de sujeto.

- Diferencias en las horas de entrenamiento a la semana de las gimnastas.
- Años de entrenamiento de las gimnastas.

Para controlar la posible contaminación que podían ejercer las horas y los años de entrenamiento, se calculó el volumen total de entrenamiento, multiplicando el número de horas semanales de entrenamiento por el número de años. A partir de conocer el volumen total de entrenamiento, se realizó una prueba t student para muestras independientes para analizar si existían diferencias entre los dos grupos de gimnastas. Tras el análisis de los resultados no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las modalidades de GEG y las de GRD ($t_{131} = -0.342$, $p = 0.733$), es decir, tanto las deportistas de GEG como las de GRD tenían un volumen de entrenamiento similar.

Variables externas.

Existen otra serie de variables en la presente investigación de más difícil control:

- Diferencias metodológicas en la aplicación del trabajo de entrenamiento para los distintos grupos de gimnastas.
- Postura corporal cotidiana que adopta cada sujeto.
- Diferencias entre las instalaciones donde se desarrollan los programas.

Las posibles variables contaminadoras fueron controladas en la medida de lo posible durante la selección de la muestra. Todas las gimnastas entrenaban con las mismas condiciones (pabellón con pista de parqué, tapiz, espalderas); en grupos que no excedían en ningún caso de 20 alumnas. En cuanto a la postura corporal cotidiana de cada gimnasta, durante el examen del aparato locomotor se les preguntó sobre su postura, observándose la misma durante la exploración.

Variables del experimentador

Uno de los posibles problemas de contaminación del estudio radica en la obtención de una buena fiabilidad en las medidas efectuadas de las variables dependientes en las pruebas. Para solucionar dicho problema fue seleccionado un experto en traumatología y ortopedia que presentaba un protocolo de intervención altamente normalizado.

Los resultados del estudio de fiabilidad en las mediciones con inclinómetro para los valores angulares para la curva dorsal y lumbar en bipedestación, sedentación asténica y flexión máxima del tronco vienen representados en la tabla III.1.

Tabla III.1. Valores medios de la población estudiada, para la disposición del raquis dorsal y lumbar en las tres posiciones estudiadas sin modificaciones de la postura.

Prueba	Explorador	Rango
Cifosis Bipedestación	44,03 ⁰ ±1,21 ⁰	1,83 ⁰ ±1,21 ⁰
Lordosis Bipedestación	33,60 ⁰ ±1,09 ⁰	1,75 ⁰ ±1,36 ⁰
Cifosis dorsal en Flexión máxima del tronco	51,50 ⁰ ±1,42 ⁰	2,25 ⁰ ±1,64 ⁰
Cifosis lumbar en Flexión máxima del tronco	8,25 ⁰ ±0,97 ⁰	1,25 ⁰ ±1,16 ⁰
Cifosis dorsal en Sedentación Asténica	77,40 ⁰ ±3,68 ⁰	5,67 ⁰ ±4,70 ⁰
Cifosis lumbar en Sedentación Asténica	16,36 ⁰ ±1,20 ⁰	1,83 ⁰ ±0,99 ⁰

En referencia a la fiabilidad intraexplorador, los valores obtenidos fueron iguales o superiores a 0,95. La medición de la cifosis torácica aporta mayor fiabilidad que la medición de la lordosis lumbar en bipedestación y en flexión máxima del tronco (tabla III.2). El grado de correlación para todas las variables fue *muy fuerte* al encontrarse todas en el intervalo de 0,90 a 1.

Tabla III.2. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los test de valoración del plano sagital de la columna vertebral.

VARIABLES	Fiabilidad Intraexplorador
Cifosis Bipedestación	0,99
Lordosis Bipedestación	0,95
Cifosis dorsal en Flexión máxima del tronco	0,96
Cifosis lumbar en Flexión máxima del tronco	0,96
Cifosis dorsal en Sedentación asténica	0,99
Cifosis lumbar en Sedentación asténica	0,95

De igual forma, se realizó un estudio de fiabilidad para los test de flexibilidad, siendo la fiabilidad de todos los test por encima de 0,90 (tabla III.3).

Tabla III.3. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los diferentes test de flexibilidad.

VARIABLES	Fiabilidad Intraexplorador
Test DD-P	0,92
Test L-V	0,91
Test L-H fx	0,94

III.2. MUESTRA

La muestra quedó constituida por un total de 255 sujetos divididos en tres grupos. El primer grupo quedó formado por 94 gimnastas especialistas en Gimnasia Estética de Grupo, seleccionadas aleatoriamente de clubes de competición de Estonia y Finlandia. El segundo grupo quedó formado por 82 gimnastas especialistas en Gimnasia Rítmica, seleccionadas aleatoriamente de clubes de competición de la Región de Murcia, Alicante y Albacete. La muestra fue completada con un grupo control de 79 niñas que no realizaban actividad física extraescolar (figura III.1). Los datos de estos dos últimos grupos fueron obtenidos del estudio de Martínez-Gallego (2004).

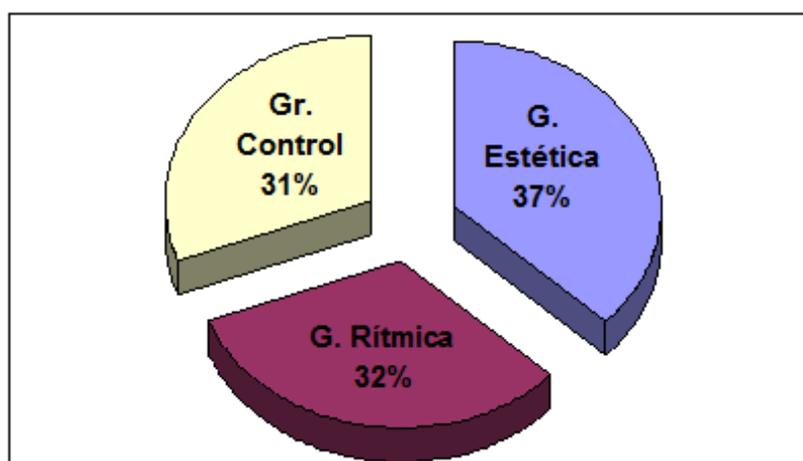


Figura III.1. Distribución de la muestra por grupos.

Todos los grupos fueron analizados en función de la edad (tabla III.4). El rango de edad oscilaba entre 10 y 18 años. Esta circunstancia se estableció con la intención de verificar las variaciones que se producen en los indicadores posturales seleccionados en dos de los momentos más importantes del desarrollo madurativo. Por un lado, niñas que se encuentran fundamentalmente en estado prepuberal y, por otro lado, chicas que se encuentran en estado puberal.

La edad media fue de $12,43 \pm 1,94$ años para el grupo de estética, $12,70 \pm 2,97$ años para las de rítmica y $12,34 \pm 3,26$ años para el grupo control.

Del mismo modo, los grupos de gimnastas fueron distribuidos en función de las horas y los años de entrenamiento (tabla III.5 y III.6).

Tabla III.4. Distribución de la muestra por grupos de edad

Grupo	Hasta 11 años	Entre 11 y 14 años	15 o más años	Total
Estética	14	67	13	94
Rítmica	23	38	21	82
Control	27	28	24	79
Total	64	133	58	255

La media de horas semanales de entrenamiento fue de $9,16 \pm 2,19$ para las gimnastas de rítmica y $5,44 \pm 2,83$ para las de estética. En la tabla III.5 se muestra la distribución de los casos por horas semanales de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Tabla III.5. Distribución de casos por horas semanales de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Grupos	De 6-7,4 horas	De 7,5-10 horas	Más de 10 horas
Gimnasia Estética	31	28	17
Gimnasia Rítmica	11	4	66

La media de años de entrenamiento fue de $7,26 \pm 2,49$ para las gimnastas de estética y $12,73 \pm 3,36$ para las de rítmica. En la tabla III.6 se muestra la distribución de los casos por años de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Tabla III.6. Distribución de casos por años de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Grupos	Hasta 3 años	3 a 5 años	Más de 5 años
Gimnasia Estética	11	18	62
Gimnasia Rítmica	30	23	29

III.2.1. Características madurativas de los sujetos de la muestra

Las diferentes características madurativas que definen a cada periodo evolutivo han determinado la división por grupos de edad de la muestra para su estudio. El grupo de menos de 10 años presentaba una media de 8,24 años, en el grupo de 11 a 14 años la media fue de 12,49 años, y para el grupo de niños de 15 o más años la media fue de 15,6 años.

Las niñas de 7 a 10 años pasan por un proceso de cambios morfológicos. En el transcurso de esta etapa es habitual un aumento de la talla, la diferenciación segmentaria y la maduración del sistema óseo y muscular. Las niñas de 11 a 14 años se encuentran en la etapa pre-puberal y puberal, presentan cambios físicos evidentes determinados por el desarrollo mamario, que se sitúa por término medio a los 11 años (Bueno et al., 1993) y la menarquia entre los 11 y 13 años. Se produce un crecimiento rápido, estableciéndose el pico sobre los 12 años en las niñas (Herrera et al., 1994). El grupo de 15 o más años se caracteriza por la madurez de todas las estructuras corporales y neurológicas, estabilizándose progresivamente el crecimiento.

Las diferencias de crecimiento entre ambos sexos son relativamente mínimas hasta los 11 años, después se acentúan; en las niñas: la estatura, el desarrollo predominante de la cintura pélvica y el tejido adiposo a nivel de senos, glúteos y caderas (Andrade et al., 1990).

La movilidad en el niño y adolescente, se ve determinada por el alargamiento óseo en desigualdad con el crecimiento muscular de los miembros inferiores y del tronco; con lo cual la flexibilidad se ve disminuida sobre todo entre los 11 a los 14 años (Andrade et al., 1990; Micheli, 1986; Tanner, 1962).

El periodo de tiempo entre los 11 a los 14 años es crítico, supone el paso de niña a adolescente. El trabajo muscular está condicionado por el crecimiento óseo del empuje prepuberal y puberal. Los músculos de los miembros inferiores y del tronco en particular, van a ser cortos para asumir el papel de estabilizadores y movilizadores de la pelvis (Micheli, 1986).

Así el fémur, va a crecer proporcionalmente al resto de los segmentos, poniendo en tensión, la musculatura circundante en particular al recto anterior y a la musculatura isquiosural (Micheli, 1986).

Estudios raquimétricos de la movilidad lumbo-pélvica-femoral han demostrado que la movilidad en este periodo de tiempo disminuye, debido a la tensión de los músculos flexores y extensores de la pelvis; por lo tanto, la flexión del tronco se ve disminuida (Micheli, 1986).

En el presente estudio, la talla media de las gimnastas de estética fue de $155,59 \pm 8,83$ y de $149,75 \pm 12,80$ cm. para las de rítmica. Mientras que el peso medio fue de $42,38 \pm 8,99$ y $39,9 \pm 10,69$ kg respectivamente. El grupo control presentó una talla media de $148,95 \pm 15,92$ cm. y un peso medio de $45,99 \pm 15,15$ kg.

Con relación a la altura de las niñas, es importante destacar que se encontraron diferencias significativas entre el grupo de gimnasia estética y los otros dos, siendo superior en el primero, seguramente por tratarse de países del este donde la media de altura de las personas es superior (tabla III.7). Se observó también significación estadística en cuanto al peso, con valores más bajos para las gimnastas de rítmica en relación al grupo control (tabla III.8).

Tabla III.7. Datos descriptivos correspondientes a la talla de los sujetos de la muestra

Grupos	Diferencias	Error Típico	Valor p
Estética-Rítmica	5,83755	1,91043	,007
Estética-Control	6,63068	1,92971	,002
Rítmica-Control	,79313	1,99314	1,000

Tabla III.8. Datos descriptivos correspondientes al peso de los sujetos de la muestra

Grupos	Diferencias	Error Típico	Valor p
Estética-Rítmica	2,47527	1,78500	,500
Estética-Control	-3,61714	1,9703	,136
Rítmica-Control	-6,09241	1,85717	,004

III.2.2. Características del contexto social donde se desarrolla la investigación

Las gimnastas de GEG entrenaban de 6 a 12 horas semanales, distribuidas en 4 ó 6 sesiones de 90 a 120 minutos de duración, en pabellones cubiertos con pista de parqué. Todas ellas participaban en competiciones federadas de ámbito nacional e internacional.

En cuanto a las gimnastas de GRD de competición, entrenaban entre 8 y 15 horas por semana, en 4 ó 6 sesiones de 120 a 150 minutos de duración, en pabellones cubiertos con pista de parqué. Todas ellas participaban en competiciones federadas de ámbito nacional.

Los entrenamientos, los realizaban técnicos deportivos especialistas en GEG y GRD, titulados por la Asociación Internacional de GEG y la Federación Española de Gimnasia, respectivamente.

III.3. PROCEDIMIENTO

El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad de Murcia. Los padres/tutores y las deportistas fueron informados de los objetivos y métodos del estudio y se obtuvo un consentimiento informado.

La hora del día en la que se realizaron las mediciones fue estandarizada, de modo que todas las mediciones se llevaron a cabo en el mismo rango horario, debido a que algunos estudios han observado diferencias en el rango de movimiento sagital según la hora del día, siendo por la mañana más reducido debido al estado de hidrofilia de los discos intervertebrales (Ensink et al., 1996; Dolan y Adams, 2001).

Las gimnastas de GEG se valoraron en dos momentos diferentes. Para medir a las gimnastas de Estonia, se aprovechó una competición nacional de GEG que tuvo lugar en Estonia y para medir a las gimnastas de Finlandia se aprovechó el Campeonato del Mundo de GEG que se celebró en España.

Las pruebas de evaluación fueron realizadas por un especialista experimentado y las gimnastas fueron pasando el reconocimiento de forma variable y alternada. Se efectuó en horario de mañana antes los entrenamientos previos a las competiciones. Las gimnastas no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma. Las gimnastas fueron examinadas en maillot y descalzas. Todas las

medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C).

Previamente a las mediciones, se localizó y marcó la apófisis espinosa de T₁₂ para diferenciar la transición entre la curva torácica y lumbar. Posteriormente y de forma aleatoria se realizaron las pruebas de valoración de la disposición sagital del raquis, la movilidad raquídea, la extensibilidad isquiosural y las mediciones antropométricas.

III.4. INSTRUMENTOS y TESTS DE VALORACIÓN

En la presente investigación fueron establecidas una serie de pruebas de valoración. Dichos tests de evaluación fueron desarrollados por el mismo examinador. El examinador era un especialista experimentado en la realización del estudio del aparato locomotor.

III.4.1. Valoración de la disposición sagital del raquis en bipedestación

Se realizó una medición de las curvaturas sagitales dorsal y lumbar con inclinómetro a través de las técnicas de intervención descritas por Willner (1981), Mellin (1986), Öhlen et al. (1989a) y Mellin y Pousa (1992).

La niña se colocaba de forma relajada en su actitud habitual de bipedestación; las piernas extendidas, pies separados como máximo a la anchura de los hombros, brazos colgando a ambos lados del tronco, con hombros relajados y mirada al frente. La colocación del inclinómetro se estableció al inicio de la curvatura torácica (coincide generalmente con T₁-T₃, colocándose en esta posición a 0° (figura III.2) y a continuación se contorneaba el perfil de la espalda hasta la zona donde se obtenía el mayor valor angular (final de la curvatura cifótica) generalmente coincidente con T₁₂-L₁ (figura III.3). La medición de la lordosis lumbar, se realizaba desde la zona en la que se determinaba el mayor grado de cifosis dorsal, punto donde se colocaba el inclinómetro a 0° (figura III.4), después se controneaba el perfil de la espalda hasta obtener el máximo valor angular de la curvatura lumbar que suele coincidir en L₅-S₁ (figura III.5).

Para clasificar la cifosis dorsal y la lordosis lumbar se utilizaron los siguientes intervalos (Santonja y Pastor, 2000): Rectificación: <20°; Normal: 20°-40°; Hiper cifosis e Hiperlordosis: >40°.



Figura III.2. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la cifosis.



Figura III.3. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la cifosis.



Figura III.4. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la lordosis.



Figura III.5. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la lordosis.

III.4.2. Valoración de la disposición sagital del raquis en sedentación asténica

El análisis del morfotipo raquídeo en sedentación es importante porque complementa el diagnóstico que se realiza en bipedestación, pudiendo catalogar mejor la posible patología y, por lo tanto, hacer un protocolo de tratamiento o de prevención más adecuado.

La valoración de la sedentación fue efectuada al medir las curvas sagitales dorsal y lumbar mediante inclinómetro y la disposición de la pelvis mediante el ángulo L-H SA.

Para evaluar en sedentación asténica (SA) se sentaba a la niña sobre la camilla con las piernas colgando y las rodillas flexionadas a 90°. Se solicitaba que se sentase en posición relajada, momento en el cual se tomaba registro de los diferentes valores con el inclinómetro (figura III.6).



**Figura II.6. Estudio del morfotipo en sedentación asténica.
Valoración con inclinómetro.**

Hay que tener en cuenta que la sedentación asténica es una posición en la cual se precisa la relajación de la musculatura postural y, para ello, era necesario no mostrar nuestra intención de medirla, ya que se podría producir una corrección involuntaria.

Se utilizó como criterio para categorizar la cifosis dorsal y la curva lumbar la propuesta de Rodríguez-García (1998). Para la cifosis dorsal: Normal: $<41^{\circ}$; Cifosis leve: 41° - 60° ; Cifosis moderada: $>60^{\circ}$. Para la curva lumbar: Normal: $0\pm 15^{\circ}$; Cifosis leve: 16° - 25° ; Cifosis moderada: $>25^{\circ}$.

Medición del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica (L-H SA)

Para la valoración de la disposición de la pelvis se utilizó el ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica (L-H SA), que se obtiene al medir el ángulo generado por la horizontal y la línea más caudal de la región lumbo-sacra (Santonja et al., 1994).

Se considera de gran interés el estudio del L-H SA, ya que traduce la incompetencia de la pelvis para mantener su verticalidad en posiciones de sedentación (Santonja et al., 1995a). Para la medición se apoya una rama de goniómetro directamente las espinosas de L₅-S₁, mientras la otra rama del goniómetro se dispone horizontalmente, calculándose en este sentido el ángulo suplementario (figura III.7). Se tomaron como referencia los siguientes límites empleados por Santonja et al (1995c): Normal: 80° - 100° ; Leve retroversión: 101° - 114° ; Marcada retroversión: $>115^{\circ}$.



Figura III.7. Ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica (L-H SA).

III.4.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis

La valoración “dinámica” del raquis es un complemento esencial para confirmar las sospechas de estructuración determinadas en el estudio en bipedestación (Bado, 1977). Para valorar la disposición sagital del raquis de forma dinámica se estudió la disposición de las curvas raquídeas durante la flexión del tronco.

El estudio de la disposición del raquis durante la flexión del tronco tiene importancia por ser una de las posiciones, junto con la extensión, que más adoptan las gimnastas durante los entrenamientos, pudiendo tener una notable influencia en el desarrollo de la morfología raquídea (Scrutton, 1991).

Valoración del raquis en flexión máxima del tronco mediante inclinómetro

Para la valoración de la disposición dinámica de la columna vertebral se utilizó la posición del test DD-P. La explorada se colocaba en la camilla sentada con las piernas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillo de 90°. Desde esa posición realizaba una flexión máxima del tronco, momento en el que se cuantificaban las curvas dorsal y lumbar. Para la medición de la cifosis dorsal el inclinómetro se colocó al inicio de la curvatura torácica (T₁-T₃), colocándolo a 0° (figura III.8), a continuación se colocó en T₁₂-L₁, obteniendo el grado de la cifosis dorsal. La curva lumbar, se cuantificó colocando el inclinómetro en T₁₂-L₁ a 0° y, a continuación en L₅-S₁ (figura III.9).

Para categorizar los morfotipos se utilizaron los valores propuestos por Rodríguez-García (1998).

Cifosis dorsal: Normalidad: <68°; Cifosis Leve: 68°- 76°; Cifosis moderada: >76°.

Cifosis lumbar: Normalidad: 10°-29°; Cifosis leve: 30°-39°; Cifosis moderada: ≥40°.



Figura III.8. Medición con inclinómetro de la curva dorsal en posición del test DD-P.



Figura III.9. Medición con inclinómetro de la curva lumbar en posición del test DD-P.

III.4.4. Valoración de la movilidad sagital global del raquis

Valoración de la flexión máxima del tronco con inclinómetro en T₅ y T₇

Para la valoración de la flexión máxima del tronco se la gimnasta partía de la “postura neutral o punto 0” en bipedestación. A continuación se colocaba el inclinómetro a 0° sobre T₅-T₇ (Gannon y Bird, 1999) y se le pedía que flexione al máximo el tronco midiendo la flexión máxima del raquis (figura III.10).



Figura III.10. Movilidad de flexión máxima del Tronco en T₅-T₇

Valoración de la extensión máxima del tronco con inclinómetro en T₅ y T₇

Para la valoración de la extensión máxima del tronco la gimnasta se colocaba tumbada en la camilla en posición decúbito prono y con ambas manos a la altura de los hombros. Con el inclinómetro a 0° en T₅-T₇ la gimnasta debía estirar al máximo los brazos llevando su espalda hacia atrás al máximo sin despegar el pubis de la camilla (Gannon y Bird, 1999; Gómez-Lozano, 2007) (figura III.11).



Figura III.11. Movilidad global de extensión del tronco en T₅-T₇.

III.4.5. Valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural

Para evaluar la extensibilidad isquiosural, se describen en la bibliografía diferentes pruebas que se clasifican en test de recorrido angular (Ayala et al., 2012) y tests de recorrido lineal (Sainz de Baranda et al., 2012). En la presente investigación, se utilizaron una prueba lineal (test DD-P) y dos pruebas que valoran el grado de flexión de la pelvis (L-H fx y L-V) (Santonja et al., 1994, 1995c).

III.4.5.1. Tests lineales

Los tests lineales, son más utilizados como criterio de evaluación en el ámbito escolar y en el campo deportivo (Rodríguez-García y Santonja, 2001), y aunque existen excelentes correlaciones entre ellos ($r=0.94$), numerosos autores se decantan por el uso del test DD-P (Cornbleet y Woolsey, 1996; Ferrer, 1998; Kippers y Parker, 1987; Peña, 2010; Pastor, 2000; Rodríguez-García, 1998; Sainz de Baranda, 2002; Santonja et al., 1995b) debido a una serie de causas fundamentales:

- Presenta una mayor fiabilidad interexplorador y una mejor correlación con el test EPR, que se explica por la contracción refleja muscular que tiene lugar en el DD-S debida a la acción de la gravedad (Ferrer, 1998).
- La posición de sedentación elimina el balanceo posterior y permite un mejor control de la posición de la rodilla y la pelvis (Cornbleet y Woolsey, 1996).

- Es más fácil su realización y se obtiene una mayor colaboración en personas con poco equilibrio, sobre todo si el test DD-S se realiza sobre un cajón de exploración (Kippers y Parker, 1987).
- Es más fiable debido a una menor variabilidad en los resultados particularmente en los grupos de adolescentes de mayor edad (Kuo et al., 1997).

Test de Distancia Dedos-Planta (DD-P)

Para el desarrollo de esta prueba las gimnastas se sentaron sobre una camilla con las rodillas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillos de 90°. Desde esta posición realizaban la máxima flexión del tronco extendiendo los brazos hacia delante para sobrepasar los dedos de los pies. Un explorador auxiliar fijaba las rodillas en extensión. Las palmas de las manos se deslizaban sobre la regla hasta el máximo alcance, manteniéndose esta posición tres segundos midiéndose la distancia. Si la niña no superaba la línea de la planta de los pies, se medía la distancia existente hasta los mismos, considerándose en este caso registros negativos. La medición se realizó en centímetros (Santonja et al., 1995a; Ferrer et al., 1996) (figura III.12).



Figura III.12. Test de Distancia Dedos-planta

Para categorizar los valores de extensibilidad isquiosural se utilizó la clasificación propuesta por Ferrer (1998): Normalidad: >-2 cm; Cortedad grado I: Entre -3 y -9 cm; Cortedad grado II: <-10 cm.

III.4.5.2. Tests de flexión de la pelvis

Suponen una cuantificación de la disposición de la pelvis (Santonja et al., 1994, 1995b). En la presente investigación fueron realizados el test del ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx) y el test del ángulo Lumbo-Vertical (L-V).

Test Lumbo-Horizontal en flexión (L-H fx)

Para realizar el test L-H fx, la gimnasta se sentada sobre la camilla con las rodillas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillos de 90°. Desde esta posición realizaban la máxima flexión del tronco con brazos estirados, como si fuera a realizar el test DD-P (figura III.13). Tras colocar una de las ramas del goniómetro sobre las espinosas L₅-S₁ y mantener la otra en posición horizontal se obtenía el ángulo (Santonja et al., 1994).



Figura III.13. Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx)

Para clasificar la extensibilidad isquiosural mediante el test L-H fx se consideraron los siguientes valores de referencia (Santonja et al., 1995b): Normalidad: <100°; Cortedad grado I: 101°-114°; Cortedad grado II: ≥115°.

Test Lumbo- Vertical (L-V)

Para realizar el test del ángulo L-V, la gimnasta se colocaba de pie sobre un cajón con rodillas extendidas y pies separados como máximo a la anchura de los hombros. Realizaba una máxima flexión del tronco sin flexión de rodillas y con los brazos y palmas de las manos extendidas en dirección hacia la planta de los pies, como si fuera a realizar

la prueba test distancia dedos-suelo (Biering-Sorensen, 1984). Una vez que alcanzaba la máxima distancia, se medía con un goniómetro el ángulo generado entre la vertical y las espinosas L₅-S₁ (Santonja et al., 1994) (figura III.14).

Para clasificar la extensibilidad isquiosural tomamos como referencia los valores aportados por Santonja y Ferrer (2000): Normalidad: $\geq 60^\circ$; Cortedad: $< 60^\circ$.



Figura III.14. Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)

III.4.6. Mediciones antropométricas

Talla

Para determinar la talla, se colocaba a las gimnastas en bipedestación de espaldas al tallímetro, guardando la posición de atención antropométrica con talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro. En esta posición, se invitaba a realizar una inspiración profunda en el momento de la medida y se efectuaba una leve tracción hacia arriba desde el maxilar inferior, manteniendo la cabeza en el plano de Frankfort (Esparza, 1993).

El plano de Frankfort queda definido por la línea imaginaria que pasa por el borde inferior de la órbita <<O>> (Orbitalis) y el punto más alto del conducto auditivo externo <<T>> (Tragion). Esta línea es paralela al suelo y forma un ángulo recto con el eje longitudinal del cuerpo.

Peso

Para calcular el peso, se colocaba a la gimnasta sobre una báscula electrónica (romana con una precisión de 100 gr.) (Ross y Marfell-Jones, 1995). La gimnasta se colocaba en el centro de la báscula en posición estándar erecta y de espaldas al registro de medida, sin que el cuerpo esté en contacto con nada que tenga alrededor.

La talla se midió en centímetros (cms.) y el peso en kilogramos (kg.) (Howley y Franks, 1995).

III.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS

Para el análisis de los resultados, se realizó una estadística descriptiva de cada una de las variables dependientes con la obtención de los valores medios y desviación típica. Asimismo, se realizó un análisis de la distribución de frecuencias en función de las referencias de normalidad.

En segundo lugar, con el objeto de poder establecer posibles diferencias entre las diferentes variables dependientes, en función de las variables independientes (modalidad deportiva y grupos de edad), se utilizó un análisis de la varianza factorial (3x3), utilizando para las comparaciones *post hoc* el test de Bonferroni.

En tercer lugar, para poder comparar los valores de las variables dependientes según los valores de normalidad (variables categóricas) en cada una de las modalidades deportivas, se utilizó la prueba Chi cuadrado de Pearson, analizando los residuos tipificados.

Finalmente, se utilizó el análisis de regresión lineal simple, para analizar la posible relación entre la variable volumen de entrenamiento con las diferentes variables dependientes.

Para determinar la fiabilidad intra-explorador en las mediciones con inclinómetro y en los test de flexibilidad, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y sus intervalos de confianza al 95%, siguiendo la fórmula descrita por Shrout y Fleiss (1979).

Todos los datos fueron analizados usando el SPSS 19.0 y el nivel de significación se estableció en un valor de $p < 0,05$.

IV.

RESULTADOS



IV.1. DISPOSICIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

IV.1.1. Valoración de la disposición estática del raquis

IV.1.1.1. En bipedestación

❖ Grado de cifosis en bipedestación medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis en bipedestación quedan reflejados en la tabla IV.1.

Cuando se analizó el **Grado de Cifosis en Bipedestación** en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se apreciaron **diferencias** estadísticamente significativas **según la modalidad deportiva** ($F_{2,254}=7.322$, $p=.001$), mientras que en la variable Edad ($F_{2,254}=.063$, $p=.939$), y en la interacción Modalidad x Edad ($F_{4,254}=.269$, $p=.898$) no se observaron diferencias significativas.

Tabla IV.1. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en bipedestación

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	29,3±9,7 ⁰	30±8,3 ⁰	28,89±9,32 ⁰	30,3±13,9 ⁰	.863
Rítmica	28,3±7,4 ⁰	28,2±8,1 ⁰	29,18±7,54 ⁰	27±6,5 ⁰	.668
Control	33,5±9,3 ⁰	34,1±9,8 ⁰	33,43±8,49 ⁰	33±9,9 ⁰	.911
Total	30,3±9,1 ⁰	31±9,2 ⁰	29,9±8,8 ⁰	30,2±10 ⁰	.939
P Valor	.001	.059	.074	.085	

El mayor grado de cifosis se observó en el grupo control, seguido del grupo de GEG y del grupo de GRD, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=7.322$, $p=.001$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GEG y el grupo de grupo control ($p=.044$), así como entre la GRD y el grupo control ($p=.001$).

Cuando se analiza el grado de cifosis en función del rango de edad, se observa que en sujetos menores de 11 años, el grupo que mayor cifosis tiene es el grupo control, seguido del grupo de GEG y del grupo de GRD, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,246}=2.858$, $p=.059$). Al analizar las comparaciones por pares,

únicamente se apreciaron tendencias a la significación estadística entre la GRD y el grupo control ($p=.065$).

Al analizar el rango de edad entre 11-14 años, se observa que el grupo que mayor cifosis tiene vuelve a ser el grupo control, seguido del grupo de GRD y del grupo de GEG, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,246}=2.638$, $p=.074$). Al analizar las comparaciones por pares, únicamente se apreciaron tendencias a la significación estadística entre el grupo de GEG y el grupo control ($p=.085$).

Finalmente, al analizar el grupo de 15 años o más, se aprecia que el grupo que mayor cifosis tiene es el grupo control, seguido del grupo de GEG y del grupo de GRD, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,246}=2.495$, $p=.085$). Al analizar las comparaciones por pares, únicamente se apreciaron tendencias a la significación estadística entre el grupo de GRD y el grupo control ($p=.079$).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar los resultados de forma individual por modalidades, no se observan diferencias significativas en ninguno de los tres grupos ($F_{2,246}=.147$, $p=.863$; $F_{2,246}=.405$, $p=.668$; $F_{2,246}=.093$, $p=.911$).

En la tabla IV.2 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad de Cifosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y la modalidad deportiva (X_4 $N=255$, $=23.670$, $p=.000$). En concreto se aprecia que el **grupo de GEG**, tiene una **mayor** tendencia a **sujetos con rectificación**, mientras que el **grupo control** a **sujetos con hipercifosis**.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, tanto en el grupo menor de 11 años como en el grupo de 15 o más años, no se encuentran relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva (X_4 $N=64$, $=7.597$, $p=.108$, y X_4 $N=59$, $=7.079$, $p=.132$ respectivamente).

Por el contrario, al analizar el grupo de edad de entre 11-14 años, se observan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva (X_4 $N=132$, $=12.819$, $p=.012$). En concreto se aprecia que el grupo de GEG, tiene una mayor tendencia a la rectificación, mientras que el grupo control a la hipercifosis.

Tabla IV.2. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en bipedestación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS BIP.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Rectificación: <20°	22 (23,4%)	12 (14,6%)	4 (5,1%)
	Normal: 20°-40°	63 (67%)	66 (80,5%)	56 (70,9%)
	Hipercifosis: >40°	9 (9,6%)	4 (4,9%)	19 (24,1%)
Menos de 11 años	Rectificación: <20°	1 (7,1%)	4 (17,4%)	1 (3,7%)
	Normal: 20°-40°	12 (85,7%)	18 (78,3%)	19 (70,4%)
	Hipercifosis: >40°	1 (7,1%)	1 (4,35)	7 (25,9%)
Entre 11-14 años	Rectificación: <20°	17 (25,8%)	4 (10,5%)	1 (3,6%)
	Normal: 20°-40°	43 (65,2%)	31 (81,6%)	20 (71,4%)
	Hipercifosis: >40°	6 (9,1%)	3 (7,9%)	7 (25%)
15 o más años	Rectificación: <20°	4 (28,6%)	4 (19%)	2 (8,3%)
	Normal: 20°-40°	8 (57,1%)	17 (81%)	17 (70,8%)
	Hipercifosis: >40°	2 (14,3%)	0 (0%)	5 (20,8%)

En la figura IV.1, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

CIFOSIS DORSAL EN BIPEDESTACIÓN

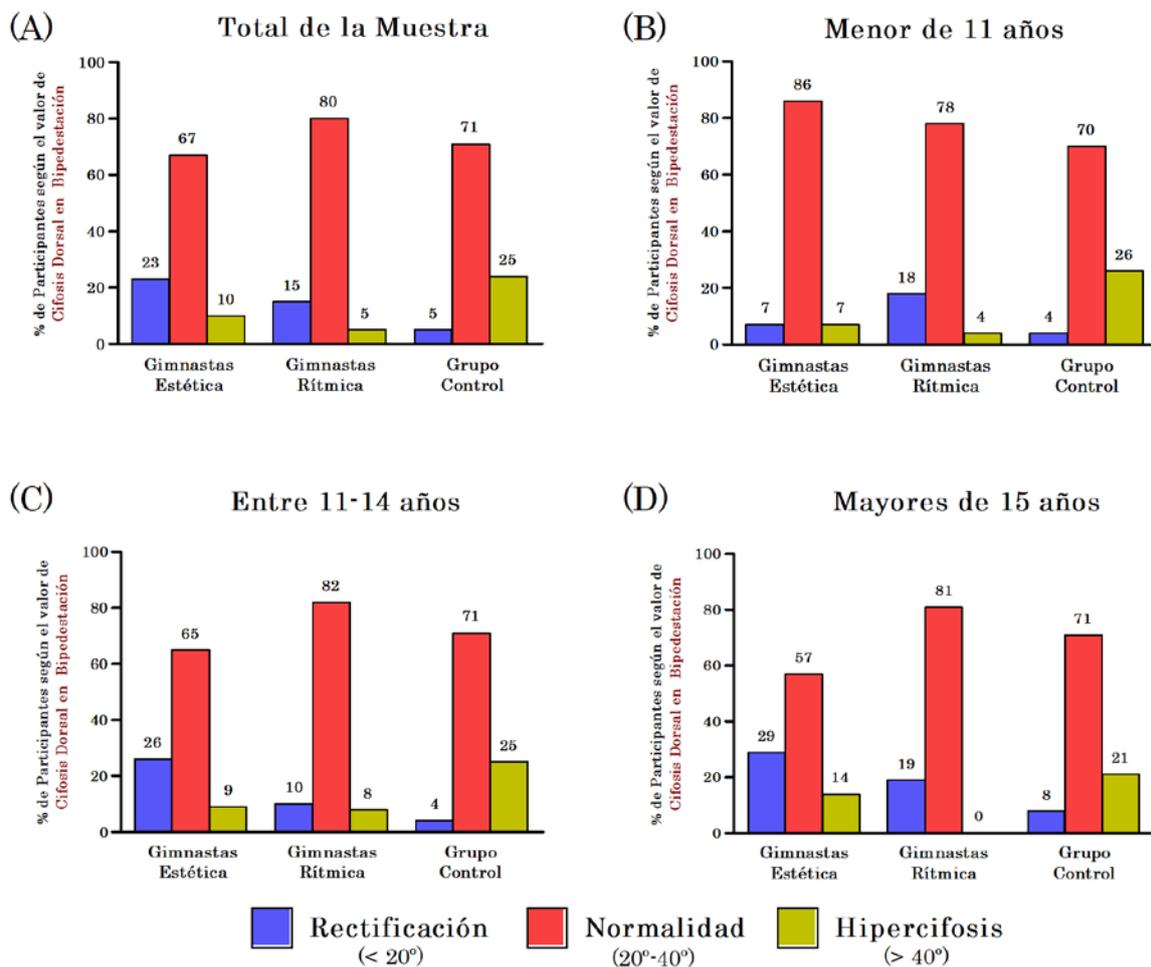


Figura IV.1. Porcentaje según los valores de normalidad de la Cifosis Dorsal en Bipedestación

❖ **Grado de lordosis en bipedestación medida con inclinómetro**

Los datos obtenidos para el grado de Lordosis en Bipedestación quedan reflejados en la tabla IV.3.

Cuando se analizó el **grado de Lordosis en Bipedestación** en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se apreciaron **diferencias** estadísticamente significativas según **la Edad** ($F_{2,254}=7.876$, $p=.000$) y una tendencia a la significación según la modalidad deportiva ($F_{2,254}=3.037$, $p=.050$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,254}=.481$, $p=.750$).

Tabla IV.3. Datos descriptivos del grado de lordosis en bipedestación

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	32,9±8,5 ⁰	28±6,8 ⁰	33,3±8,4 ⁰	36,4±9,2 ⁰	.034
Rítmica	35,9±8,7 ⁰	33,8±9,4 ⁰	35,3±8 ⁰	39,2±8,6 ⁰	.104
Control	35,4±9,2 ⁰	32,3±9,6 ⁰	36,6±7,6 ⁰	37,5±9,9 ⁰	.065
Total	34,6±8,9 ⁰	31,9±9,1 ⁰	34,5±8,2 ⁰	37,8±9,2 ⁰	.000
P Valor	.050	.165	.159	.662	

El mayor grado de lordosis se observó en el grupo de GRD, seguido del grupo control y del grupo de GEG, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,254}=3.037$, $p=.050$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron tendencias a la significación estadística entre la GEG y la GRD ($p=.057$).

Cuando se analiza el grado de lordosis en función del rango de edad, se observa que para sujetos menores de 11 años, el grupo que mayor lordosis tiene es el grupo de GRD, seguido del grupo control y del grupo de GEG, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=2.029$, $p=.165$).

Al analizar el rango de edad entre 11-14 años, se observa que el grupo que mayor lordosis tiene es el grupo control, seguido del grupo de GRD y del grupo de GEG, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=1.650$, $p=.159$). Finalmente, al analizar el grupo de 15 o más años, se aprecia que el grupo que mayor lordosis tiene es el grupo de GRD, seguido del grupo control y del grupo de GEG, si bien no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=.483$, $p=.662$).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar los resultados de forma individual por modalidad, se observa en los tres grupos un aumento de la lordosis con la edad. De tal forma que, en el grupo de GEG el valor de lordosis mayor se observa en el grupo de 15 o más años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de < 11 años, apreciándose diferencias significativas ($F_{2,246}=3.441$, $p=.034$), concretamente entre los menores de 11 años y los de 15 años o más años ($p=.033$).

En el grupo de GRD y el grupo control, la tendencia es similar aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{2,246}= 2.289$, $p=.104$; $F_{2,246}=2.761$, $p=.065$).

En la tabla IV.4 se aprecian el **número de casos** y el **porcentaje** de sujetos objeto de estudio, según los valores de normalidad de Lordosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de lordosis y modalidad deportiva ($X_4 N=255$, $=11.333$, $p=.023$). En concreto se aprecia que el **grupo de GRD**, tiene una **mayor** tendencia a sujetos con **hiperlordosis**, al contrario de lo que sucede con la GEG que es donde menos casos aparecen.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad no se encuentran relaciones estadísticamente significativas entre los valores de lordosis y modalidad deportiva ($X_4 N=64$, $=4.822$, $p=.306$, $X_4 N=132$, $=5.699$, $p=.223$ y $X_4 N=59$, $=3.058$, $p=.548$).

En la figura IV.2, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Lordosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizado.

Tabla IV.4. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de lordosis en bipedestación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE LORDOSIS BIP.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Rectificación: <20°	6 (6,4%)	3 (3,7%)	9 (11,4%)
	Normal: 20°-40°	73 (77,7%)	51 (62,2%)	50 (63,3%)
	Hiperlordosis: >40	15 (16%)	28 (34,1%)	20 (25,3%)
Menos de 11 años	Rectificación: <20°	2 (14,3%)	2 (8,7%)	5 (18,5%)
	Normal: 20°-40°	12 (85,7%)	17 (73,9%)	16 (59,3%)
	Hiperlordosis: >40	0 (0%)	4 (17,4%)	6 (22,2%)
Entre 11-14 años	Rectificación: <20°	3 (4,5%)	1 (2,6%)	2 (7,1%)
	Normal: 20°-40°	53 (80,3%)	24 (63,2%)	20 (71,4%)
	Hiperlordosis: >40	10 (15,2%)	13 (34,2%)	6 (21,4%)
15 o más años	Rectificación: <20°	1 (7,1%)	0 (0%)	2 (8,3%)
	Normal: 20°-40°	8 (57,1%)	10 (47,6%)	14 (58,3%)
	Hiperlordosis: >40°	5 (35,7%)	11 (52,4%)	8 (33,3%)

LORDOSIS LUMBAR EN BIPEDESTACIÓN

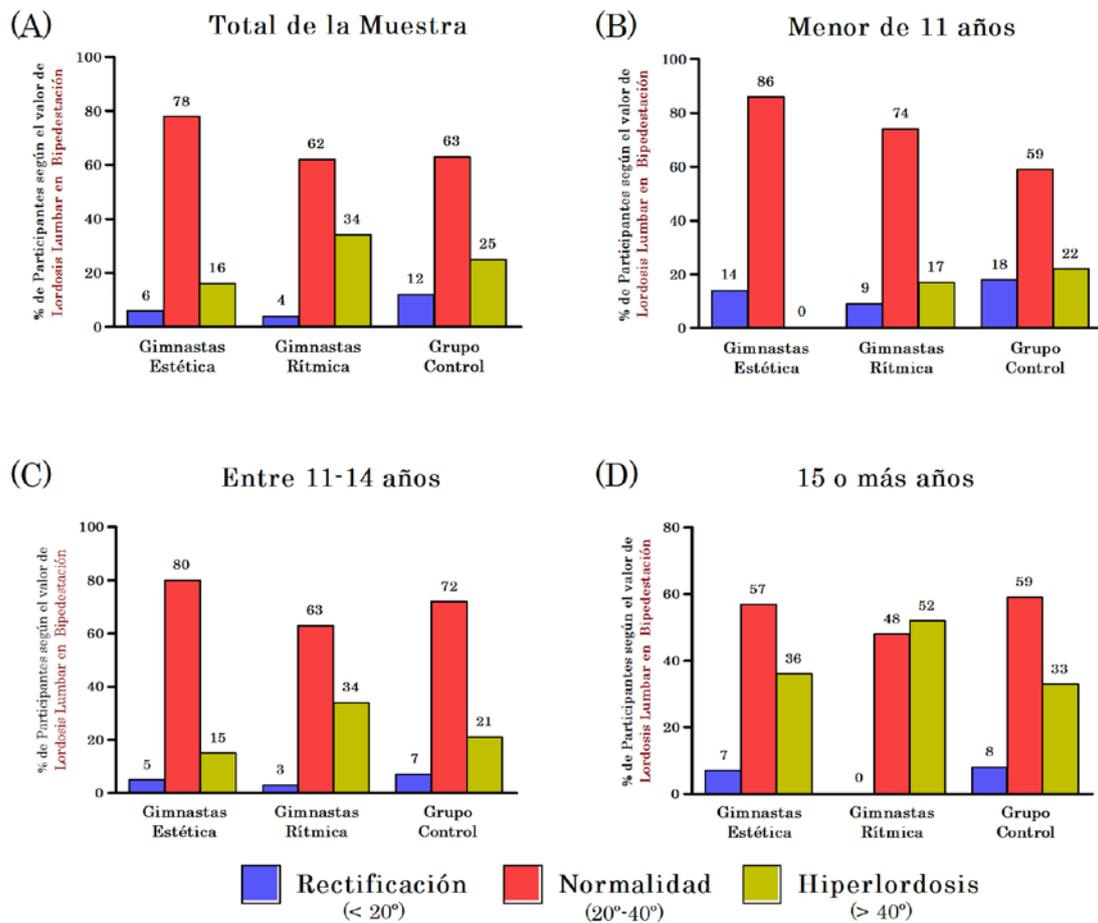


Figura IV.2. Porcentaje según los valores de normalidad en Lordosis en Bipedestación

IV.1.1.2. EN SEDENTACIÓN

❖ Grado de cifosis dorsal en sedentación asténica con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis dorsal en sedentación quedan reflejados en la tabla IV.5.

Cuando se analiza el **Grado de Cifosis Dorsal en Sedentación** en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se apreciaron **diferencias estadísticamente significativas** según la **modalidad deportiva** ($F_{2,252}=2.016$, $p=.000$) y **según** la variable **Edad** ($F_{2,252}=6.592$, $p=.002$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,252}=.153$, $p=.962$).

El grupo que mayor cifosis dorsal presenta en sedentación es el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,252}=12.016$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y los otros dos ($p=.000$).

Tabla IV.5. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en sedentación

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	47,8±12,93 ⁰	51,6±9,6 ⁰	48,1±13,1 ⁰	43±14 ⁰	.139
Rítmica	38,5±10,47 ⁰	41,3±13,1 ⁰	39,4±8,6 ⁰	34±9,2 ⁰	.101
Control	39,6±11,59 ⁰	43,6±9,9 ⁰	38,8±11,8 ⁰	36±12,2 ⁰	.061
Total	42,3±12,5 ⁰	44,5±11,6 ⁰	43,6±12,6 ⁰	37±12 ⁰	.002
P Valor	.000	.027	.000	.073	

Cuando se analiza el grado de cifosis en sedentación en función de la edad, se observa que en el rango de edad para sujetos menores de 11 años, el grupo que mayor cifosis dorsal presenta es el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=3.648$, $p=.027$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GEG y la GRD ($p=0.27$).

Al analizar el rango de edad entre 11-14 años, se observa que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de GRD y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=9.741$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y los otros dos ($p=.001$).

Finalmente, al analizar el grupo de 15 o más años, se aprecia que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene sigue siendo el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, si bien solo se apreció una tendencia a la significación estadística ($F_{2,244}=2.652$, $p=.073$) y al analizar las comparaciones por pares se encontró dicha tendencia ($p=.078$) entre el grupo de GEG y el de GRD.

Al realizar un análisis intragrupo, se observa en los tres grupos una disminución de la cifosis dorsal en sedentación con el paso de los años. De tal forma que, tanto en el grupo de GEG como en el grupo de GRD, el valor más alto de cifosis dorsal en sedentación se observa en el grupo de menos de 11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 o más años, aunque las diferencias no son significativas ($F_{2,244}=1.992$, $p=.139$; $F_{2,244}=2.313$, $p=.101$). En el grupo control, se observa un valor medio de la cifosis de $43,6^0 \pm 9,9^0$ en el grupo de menos de 11 años, de $38,8^0 \pm 11,8^0$ en el grupo entre 11-14 años y de $36^0 \pm 12,2^0$, observando una tendencia a la significación estadística ($F_{2,244}=2.835$, $p=.061$), específicamente entre el grupo de menos de 11 años y los de 15 o más años.

En la tabla IV.6 se muestra el número de **casos** y el porcentaje de sujetos, según los **valores de normalidad** de Cifosis Dorsal en Sedentación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis dorsal y la modalidad deportiva (X^2 $N=253$, $=18.023$, $p=.001$). En concreto se aprecia que **el grupo de GEG**, presenta un **menor** número de **casos** dentro de la **normalidad** y un **mayor** número de **casos con hipercifosis dorsal moderada**.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, en el grupo de entre 11 y 14 años se observan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva ($X^2 N=130, =12.097, p=.017$). En concreto, se aprecia que el grupo de GEG de entre 11 y 14 años presenta un mayor número de casos de cifosis leves y moderadas que las otras modalidades. Por el contrario, al analizar el grupo de edad de 15 o más años, no se aprecian relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva ($X^2 N=59, =5.962, p=.202$).

Tabla IV.6. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en sedentación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS DORSAL SED.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <41°	27 (29%)	44 (54,3%)	43 (54,4%)
	Leve: 41°-60°	56 (60,2%)	34 (42%)	34 (43%)
	Moderada: >60°	10 (10,8%)	3 (3,7%)	2 (2,5%)
Menos de 11 años	Normal: <41°	4 (28,6%)	10 (43,5%)	9 (33,4%)
	Leve: 41°-60°	8 (57,1%)	10 (43,5%)	18 (66,6%)
	Moderada: >60°	2 (14,3%)	3 (13%)	0 (0%)
Entre 11-14 años	Normal: <41°	16 (24,6%)	18 (48,6%)	15 (53,6%)
	Leve: 41°-60°	43 (66,2%)	19 (51,4%)	12 (42,9%)
	Moderada: >60°	6 (9,2%)	0 (0%)	1 (3,6%)
15 o más años	Normal: <41°	7 (50%)	16 (76,2%)	19 (79,2%)
	Leve: 41°-60°	5 (35,7%)	5 (23,8%)	4 (16,7%)
	Moderada: >60°	2 (14,3%)	0 (0%)	1 (4,2%)

En la figura IV.3, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis Dorsal en Sedentación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

CIFOSIS DORSAL EN SEDENTACIÓN

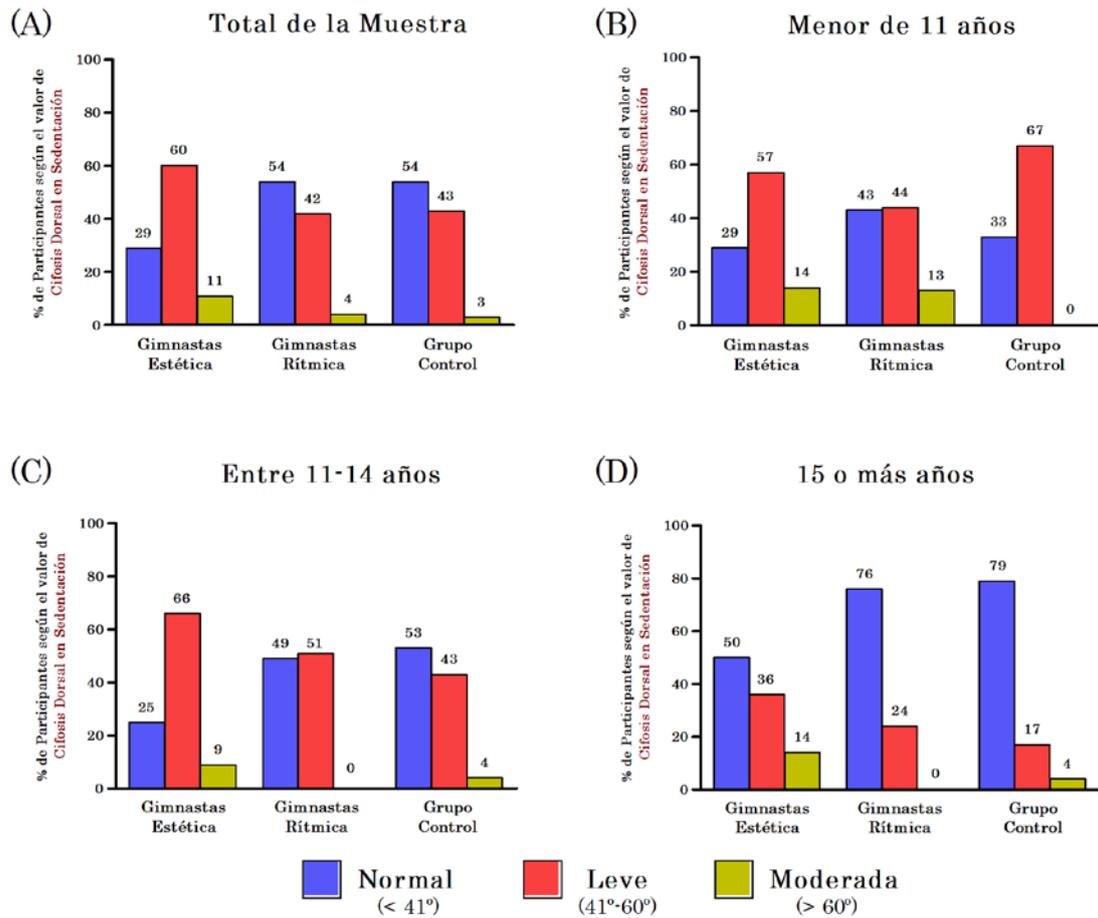


Figura IV.3. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis dorsal en sedentación

❖ Grado de cifosis lumbar en sedentación asténica con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis lumbar en sedentación asténica quedan reflejados en la tabla IV.7.

Cuando se analizó el **Grado de Cifosis Lumbar en Sedentación** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se apreciaron **diferencias estadísticamente significativas** según la **modalidad deportiva** ($F_{2,252}=3.462$, $p=.033$) y según la **variable Edad** ($F_{2,252}=10.515$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,252}=.320$, $p=.864$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

Tabla IV.7. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en sedentación

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	15,9±8,1 ⁰	19,6±5,6 ⁰	15,9±8 ⁰	12,1±9 ⁰	.024
Rítmica	16,7±6,6 ⁰	18,9±4,8 ⁰	16,6±7,4 ⁰	14,4±6,3 ⁰	.132
Control	13,8±7,7 ⁰	16,5±6,1 ⁰	14,5±7,8 ⁰	9,9±7,9 ⁰	.005
Total	15,5±7,6⁰	18,1±5,6⁰	15,8±7,8⁰	12±7,8⁰	.000
P Valor	.033	.342	.518	.119	

El mayor grado de cifosis lumbar en sedentación se observó en el grupo de GRD, seguido del grupo de GEG y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,252}=3.462$, $p=.033$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GRD y el grupo control ($p=.035$).

Cuando se analiza el grado de cifosis en función del rango de edad, se observa una mayor cifosis lumbar en el grupo de GRD, tanto para el grupo de 11-14 años como para el grupo de 15 o más años, y una mayor cifosis lumbar en el GEG en el rango de menos de 11 años. Aunque hay que destacar que en todos los rangos de edad el grupo control presenta menores valores de cifosis lumbar. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas en ninguno de los grupos (menores de 11 años= $F_{2,244}=1.076$, $p=.342$; entre 11 y 14 años= $F_{2,244}=.660$, $p=.518$ y de 15 años o más= $F_{2,244}=2.148$, $p=.119$).

Al realizar un análisis intragrupo, y analizar al grupo de GEG se aprecia que el que mayor nivel de cifosis lumbar en sedentación, es en el grupo de <11 años, seguido del grupo de entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 años o más. Por lo que se puede afirmar, que el grado de cifosis lumbar va disminuyendo con la edad, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=3.782$, $p=.024$) entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.019$).

La misma tendencia sucede al observar los datos del grupo de GRD y del grupo control, pero sin apreciarse diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=2.044$, $p=.132$).

En la tabla IV.8 se aprecia el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los **valores de normalidad de Cifosis Lumbar en Sedentación**, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan que no existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis lumbar y modalidad deportiva (χ^2 $N=253$, $=6.508$, $p=.164$), aunque se aprecia que en el **grupo control** es donde **más** porcentaje de **normalidad** hay.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, no se encuentran relaciones estadísticamente significativas entre los casos de cifosis lumbar en sedentación y la modalidad deportiva para ninguno de los grupos (menores de 11 años= χ^2 $N=64$, $=5.597$, $p=.231$, entre 11 y 14 años= χ^2 $N=130$, $=2.582$, $p=.630$ y para los de 15 años o más= χ^2 $N=59$, $=5.248$, $p=.263$). En general se aprecia que el grupo de GEG tiene un mayor número de sujetos con cifosis leve y moderada al compararlo con el grupo control y similar cuando lo comparamos con el de GRD.

En la figura IV.4, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis Lumbar en Sedentación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.8. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en sedentación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS LUMBAR SED.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: $\leq 15^{\circ}$	38 (40,9%)	33 (40,7%)	47 (59,5%)
	Leve: 16° - 25°	46 (49,4%)	40 (49,5%)	27 (34,2%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	9 (9,7%)	8 (9,8%)	5 (6,3%)
Menos de 11 años	Normal: $\leq 15^{\circ}$	2 (14,3%)	6 (21,7%)	14 (51,9%)
	Leve: 16° - 25°	10 (71,4%)	15 (69,6%)	10 (37%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	2 (14,3%)	2 (8,7%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: $\leq 15^{\circ}$	27 (41,5%)	15 (40,5%)	15 (53,6%)
	Leve: 16° - 25°	33 (50,8%)	17 (46%)	11 (39,3%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	5 (7,7%)	5 (13,5%)	2 (7,1%)
15 o más años	Normal: $\leq 15^{\circ}$	9 (64,3%)	12 (57,1%)	18 (75%)
	Leve: 16° - 25°	3 (21,4%)	8 (38,1%)	6 (25%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	2 (14,3%)	1 (4,8%)	0 (0%)

CIFOSIS LUMBAR EN SEDENTACIÓN

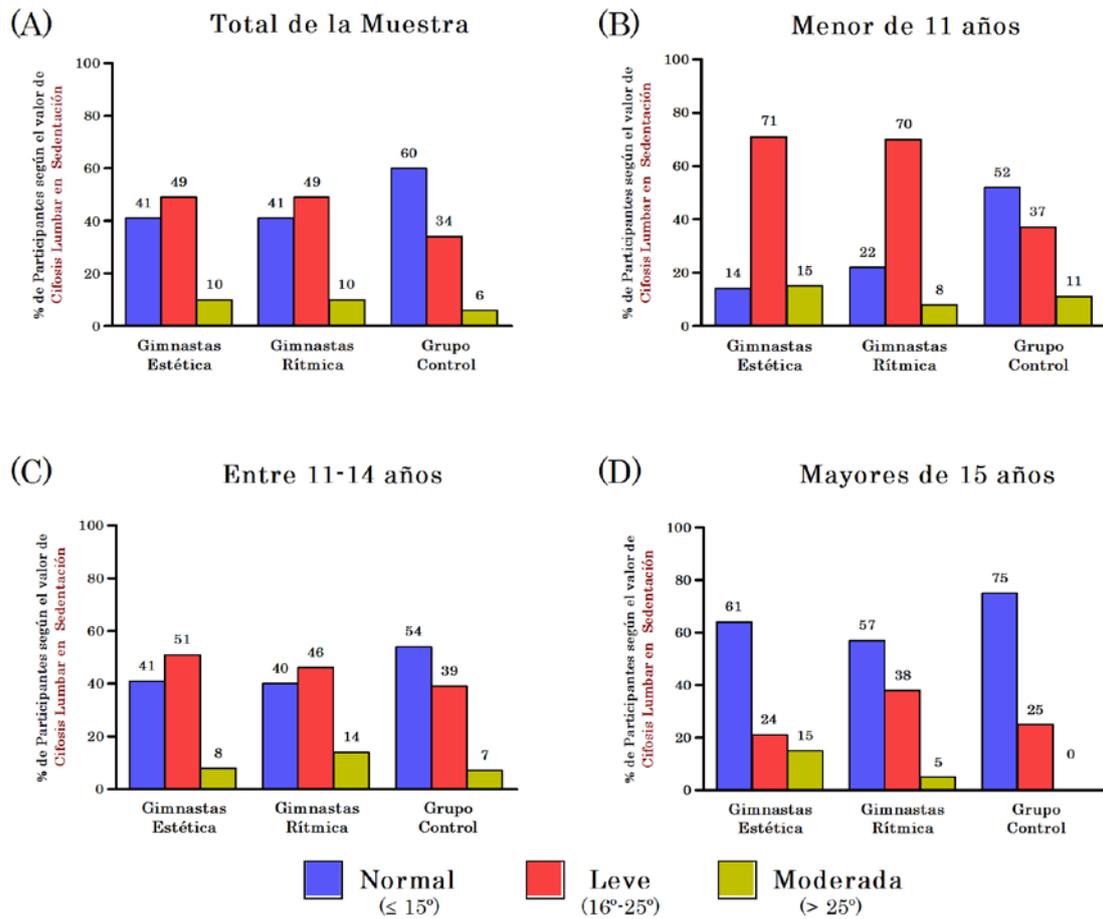


Figura IV.4. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis lumbar en sedentación

❖ **Ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica (L-H SA).**

Los datos obtenidos para el Ángulo Lumbo-Horizontal en sedentación asténica quedan reflejados en la tabla IV.9.

Cuando se analiza el **Ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se aprecian **diferencias** estadísticamente significativas **según** la **modalidad deportiva** ($F_{2,249}=5.805$, $p=.003$) y **según** la variable **Edad** ($F_{2,249}=10.500$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,249}=1.013$, $p=.401$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

El grupo que mayor ángulo L-H SA tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de GRD y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,249}=5.805$, $p=.003$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y el grupo control ($p=.003$).

Tabla IV.9. Datos descriptivos del ángulo lumbo-horizontal en sedentación

	Total (n=254)	Menor de 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	107,4 ⁰ ±12,5 ⁰	114,8 ⁰ ±5,6 ⁰	106,6 ⁰ ±13,8 ⁰	103,8 ⁰ ±6,2 ⁰	.015
Rítmica	105,5 ⁰ ±9,6 ⁰	108,8 ⁰ ±5,5 ⁰	104,8 ⁰ ±12,5 ⁰	103 ⁰ ±5,8 ⁰	.164
Control	102,4 ⁰ ±9,8 ⁰	106,4 ⁰ ±6,2 ⁰	104 ⁰ ±6,6 ⁰	96,2 ⁰ ±12,9 ⁰	.002
Total	105,2 ⁰ ±10,9 ⁰	109 ⁰ ±6,6 ⁰	105,5 ⁰ ±12,2 ⁰	100,4 ⁰ ±10 ⁰	.000
P Valor	.003	.062	.061	.134	

Cuando se analiza el ángulo L-H SA en función del rango de edad, se observa que el grupo que mayor ángulo L-H SA tiene es el de GEG en todos los rangos de edades (menores de 11 años , entre 11-14 años y de 15 años o más), seguido del grupo de GRD y del grupo control, con una tendencia a la significación estadística en los dos primeros rangos de edad ($F_{2,244}=1.076$, $p=.062$, $F_{2,244}=2.148$, $p=.061$) y sin diferencias en el grupo de 15 años o más ($F_{2,244}=2.148$, $p=.134$).

Al realizar el análisis intragrupo y analizar los tres grupos individualmente, se observa en los tres grupos un mayor ángulo L-H SA en el rango de menor edad, seguido

del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 años o más. En la modalidad de GEG, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=7.782$, $p=.015$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GEG menores de 11 años y los otros dos grupos ($p=.029$ con el grupo de 11 y 14 años y $p=.022$ con las de 15 años o más).

En la modalidad de GRD el grupo que mayor ángulo L-H SA tiene es el grupo de <11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y del grupo de 15 años o más, aunque, en este caso no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,241}=1.824$, $p=.164$).

Para finalizar, al analizar los datos del grupo control, se observa como el ángulo L-H SA disminuye con la edad, encontrando diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,241}=6.675$, $p=.002$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo <11 años y el >15 años ($p=.002$) y entre el grupo de 11-14 años y el > 15 años ($p=.023$).

En la tabla IV.10 se muestra el número de casos y el porcentaje, según los valores de normalidad del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Ángulo Lumbo-Horizontal SA y la modalidad deportiva (χ^2 $N=250$, $=13.493$, $p=.009$). En concreto se aprecia que **el grupo de GEG**, tiene un **mayor** porcentaje de **casos con marcada retroversión**, mientras que el **grupo control** tiene **más** a sujetos con la pelvis en posición **normal**, aunque destaca que en ningún caso la normalidad supera el 40%.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, se observa la misma tendencia en el grupo de menos de 11 años, con relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Ángulo L-H SA y modalidad deportiva (χ^2 $N=63$, $=11.548$, $p=.021$).

Por el contrario, en el rango de edad entre 11-14 años y en el de 15 o más años, no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las variables edad y modalidad deportiva (χ^2 $N=129$, $=3.110$, $p=.540$) y (χ^2 $N=58$, $=7.390$, $p=.117$) respectivamente. Aunque, en ambos casos se aprecia una mayor normalidad en el grupo control y un mayor porcentaje de pelvis en retroversión en ambos grupos de gimnasia.

En la figura IV.5, se aprecia el porcentaje de casos según los valores de normalidad del Ángulo Lumbo Horizontal en Sedentación Asténica, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.10. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL ÁNGULO L-H SA	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <100°	14 (15,4%)	15 (18,5%)	28 (35,9%)
	Leve retroversión: 100°-115°	61 (67%)	57 (70,4%)	44 (56,4%)
	Marcada retroversión: >115°	16 (17,6%)	9 (11,1%)	6 (7,7%)
Menos de 11 años	Normal: <100°	0 (0%)	2 (8,7%)	5 (18,5%)
	Leve retroversión: 100°-115°	6 (46,2%)	17 (73,9%)	19 (70,4%)
	Marcada retroversión: >115°	7 (53,8%)	4 (17,4%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: <100°	10 (15,4%)	6 (16,2%)	8 (29,6%)
	Leve retroversión: 100°-115°	46 (70,8%)	26 (70,3%)	17 (63%)
	Marcada retroversión: >115°	9 (13,8%)	5 (13,5%)	2 (7,4%)
15 o más años	Normal: <100°	4 (30,8%)	7 (33,3%)	15 (62,5%)
	Leve retroversión: 100°-115°	9 (69,2%)	14 (66,7%)	8 (33,3%)
	Marcada retroversión: >115°	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)

ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN SEDENTACIÓN

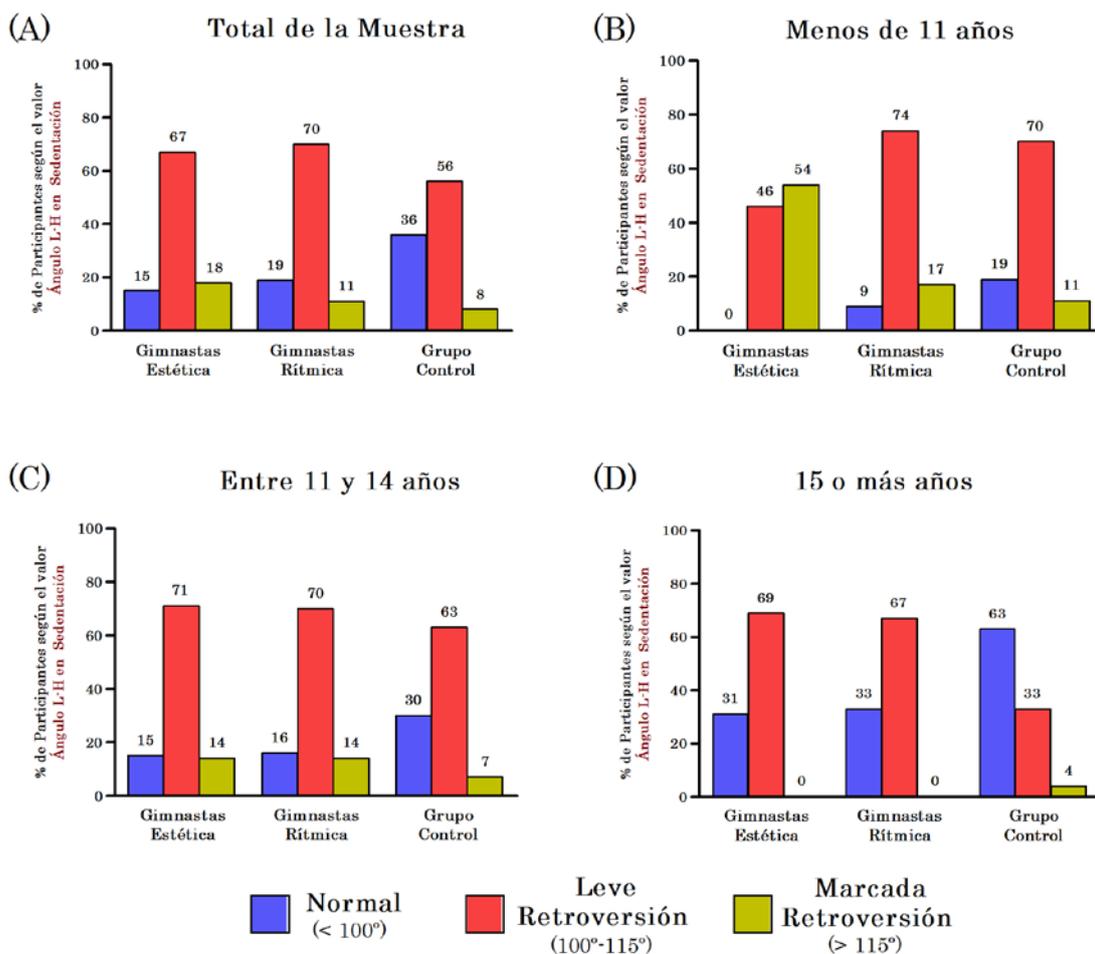


Figura IV.5. Porcentaje según los valores de normalidad del ángulo lumbo horizontal en sedentación asténica.

IV.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis

❖ Grados de cifosis dorsal en disposición DD-P medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis dorsal en DD-P quedan reflejados en la tabla IV.11.

Cuando se analiza el **Grado de Cifosis Dorsal en posición DD-P** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se apreciaron **diferencias** estadísticamente significativas **según la modalidad deportiva** ($F_{2,254}=50.391$, $p=.000$), pero no se observaron en la variable Edad ($F_{4,254}=1.586$, $p=.207$). En cuanto a la **interacción Modalidad x Edad** aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,254}=4.087$, $p=.003$), es decir, la deportista **evoluciona** en la variable objeto de estudio **según la modalidad deportiva** a la que pertenece, **dependiendo de su edad**, de manera que conforme incrementa la edad disminuye los niveles de cifosis dorsal en las gimnastas de GEG, mientras que en el grupo control aumentan.

Tabla IV.11. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en DD-P

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	69,14±12,13 ⁰	77,14±8,93 ⁰	68,70±11,55 ⁰	63,21±14,06 ⁰	.004
Rítmica	50,44±11,27 ⁰	51,09±12,14 ⁰	51,37±10,94 ⁰	48,05±11,07 ⁰	.521
Control	59,59±10,58 ⁰	55,89±8,64 ⁰	60,96±12,64 ⁰	62,17±9,09 ⁰	.098
Total	60,17±13,75⁰	58,81±14,10⁰	62,07±13,73⁰	57,39±12,98⁰	.207
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el total de la muestra, se observa el mayor grado de cifosis dorsal en DD-P en el grupo de GEG, seguido del grupo de control y del grupo de GRD, apreciándose diferencias significativas ($F_{2,252}=16.604$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias significativas entre todas las modalidades ($p=.000$).

De la misma manera, si se analizan los datos únicamente para sujetos de menos de 11 años, se observa que el grupo que mayor cifosis dorsal en DD-P tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de control y del grupo de GRD, con diferencias significativas

($F_{2,246}=25.393$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias entre el grupo de GEG y los otros dos ($p=.000$).

Al analizar los sujetos de 11-14 años, se observa que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de GRD y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=29.327$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y el de GRD ($p=.001$), entre el grupo de GEG y el grupo control ($p=.007$) y el grupo de GRD y el grupo control ($p=.002$).

Finalmente al analizar el grupo de 15 o más años, se aprecia que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, apreciándose también diferencias significativas ($F_{2,246}=11.495$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares se encontró diferencias entre el grupo de GEG y el de GRD y entre el grupo de GRD y el grupo control ($p=.000$).

Al realizar un análisis intragrupo, y analizar los tres grupos individualmente, se observa una tendencia a que los valores de cifosis dorsal en flexión del tronco disminuyan con el aumento de la edad de las gimnastas, mientras que en el grupo control la tendencia es a aumentar los valores de cifosis con la edad.

En la modalidad de GEG se aprecian los mayores niveles de cifosis dorsal en DD-P en el grupo de menos de 11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 o más años, con diferencias significativas ($F_{2,246}=5.641$, $p=.004$) entre los menores de 11 años y los de 11-14 años ($p=.032$) y entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.003$).

Al observar los datos en la modalidad de GRD, se observan similares valores en los grupos de menos de 11 años y entre 11-14 años y una disminución de los mismos en el grupo de 15 o más años, pero sin que las diferencias sean significativas ($F_{2,246}=654$, $p=.521$).

En el grupo control la evolución con la edad es claramente hacia un aumento de la cifosis dorsal aunque las diferencias no llegan a ser significativas ($F_{2,246}=2.343$, $p=.098$).

En la tabla IV.12 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad de Cifosis Dorsal en DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis dorsal en DD-P y modalidad deportiva (χ^2 $N=255$, $= 67.923$, $p=.000$). En concreto se aprecia que **el grupo de GEG**, presenta un **mayor** número de gimnastas con **cifosis leve y moderada**. Mientras para el GRD destaca el alto porcentaje de gimnastas con valores dentro de la normalidad.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, se observa esta misma tendencia en todas las edades.

Así, tanto para el grupo de menos de 11 años, como para el grupo entre 11 y 14 años, los datos indican relaciones significativas entre los valores de cifosis en DD-P y la modalidad deportiva (χ^2 $N=64$, $=46.666$, $p=.000$, y χ^2 $N=132$, $=27.717$, $p=.000$ respectivamente). De tal forma que el grupo de GEG presenta un mayor número de gimnastas con cifosis leve y moderada en comparación con las otras modalidades.

Por el contrario, al analizar el grupo de edad de 15 años o más, se aprecia una tendencia a la significación estadística entre las variables edad y modalidad deportiva (χ^2 $N=59$, $= 9.304$, $p=.054$), observándose que en el grupo de GEG la normalidad aumenta, acercándose a los porcentajes del grupo control. En cualquier caso, la modalidad de GRD sigue manteniendo un elevado número de casos dentro de la normalidad.

En la figura IV.6, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de la variable Cifosis dorsal en DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.12. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en DD-P.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS DORSAL DD-P.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <68°	39 (41,5%)	78 (95,1%)	62 (78,5%)
	Leve: 68°- 76°	30 (31,9%)	4 (4,9%)	13 (16,5%)
	Moderada: >76°	25 (26,6%)	0 (0%)	4 (5,1%)
Menos de 11 años	Normal: <68°	1 (7,1%)	22 (95,7%)	25 (92,6%)
	Leve: 68°- 76°	6 (42,9%)	1 (4,3%)	2 (7,4%)
	Moderada: >76°	7 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
Entre 11-14 años	Normal: <68°	30 (45,5%)	36 (94,7%)	21 (75%)
	Leve: 68°- 76°	20 (30,3%)	2 (5,3%)	4 (14,3%)
	Moderada: >76°	16 (24,2%)	0 (0%)	3 (10,7%)
15 o más años	Normal: <68°	8 (57,1%)	20 (95,2%)	16 (66,6%)
	Leve: 68°- 76°	4 (28,6%)	1 (4,8%)	7 (29,2%)
	Moderada: >76°	2 (14,3%)	0 (0%)	1 (4,2%)

CIFOSIS DORSAL EN DEDOS-PLANTA (DD-P)

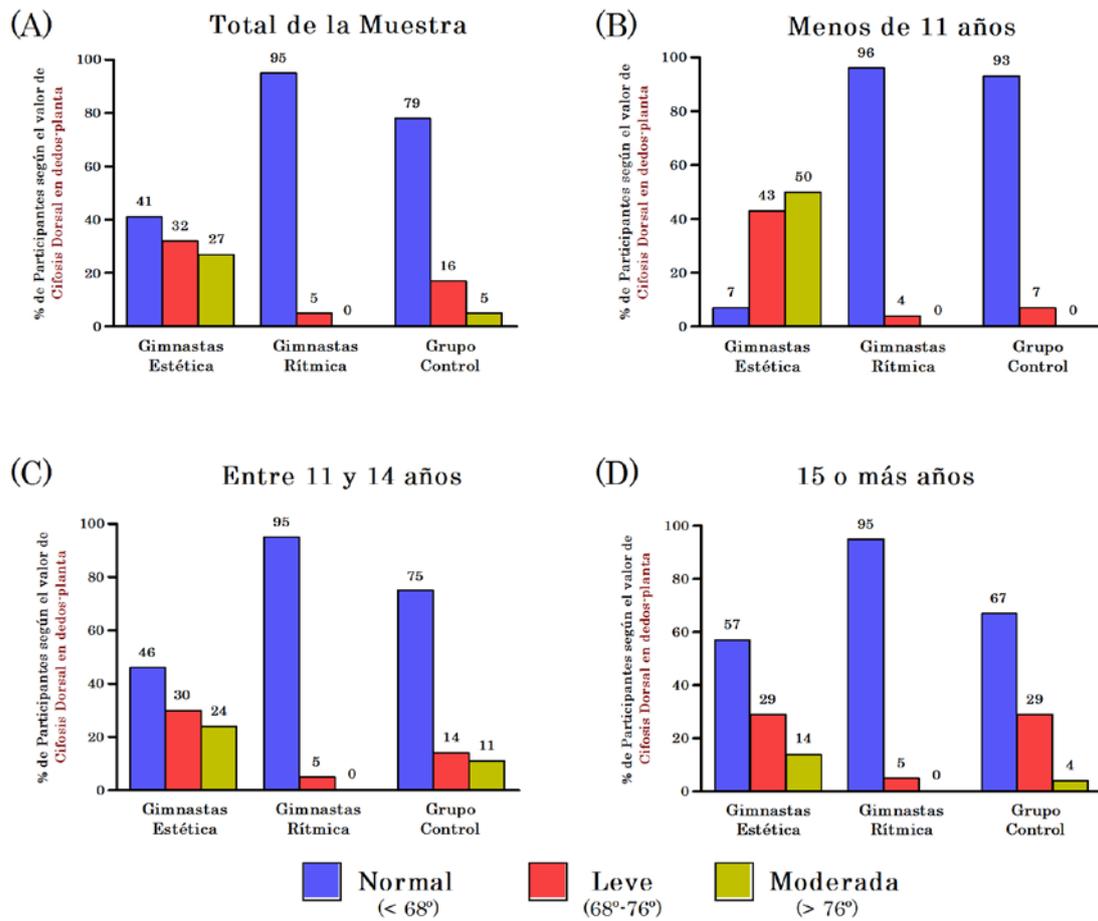


Figura IV.6. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Dorsal en DD-P.

❖ Grados de cifosis lumbar en disposición DD-P medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis lumbar en DD-P quedan reflejados en la tabla IV.13.

Cuando se analiza el **Grado de Cifosis Lumbar en DD-P** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se aprecian **diferencias** estadísticamente significativas **según la modalidad deportiva** ($F_{2,254}=5.115$, $p=.007$) y según la variable **Edad** ($F_{2,254}=10.047$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,254}=.382$, $p=.821$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

Tabla IV.13. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en DD-P

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	26,4±7,3 ⁰	29,5±6,4 ⁰	26,8±6,2 ⁰	21,34±10,7 ⁰	.022
Rítmica	26,3±6,6 ⁰	27,9±5,6 ⁰	26,4±6,4 ⁰	24,1±8,1 ⁰	.207
Control	22,9±8,9 ⁰	25,5±5,9 ⁰	23,8±9,7 ⁰	18,9±9,6 ⁰	.005
Total	25,2±7,7 ⁰	27,3±5,8 ⁰	26±7,2 ⁰	21,4±9,4 ⁰	.000
P Valor	.007	.218	.221	.063	

Al analizar el total de la muestra, se observa que el grupo que mayor cifosis lumbar tiene en DD-P es el grupo de GEG, seguido muy de cerca por el grupo de GRD y por último del grupo control, apreciándose diferencias significativas ($F_{2,254}=5.115$, $p=.007$). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas entre los grupos de GEG y de GRD y el grupo control ($p=.037$ y $p=.012$ respectivamente).

Cuando se analiza el grado de cifosis lumbar en flexión del tronco por rango de edad, se observan siempre mayor grado de cifosis en los grupos de gimnasia en comparación con el grupo control, aunque las diferencias no llegan a ser significativas ($F_{2,246}=1.533$, $p=.218$; $F_{2,246}=1.521$, $p=.221$; $F_{2,246}=2.795$, $p=.063$).

Al realizar un análisis intragrupo, se observa la misma tendencia en los tres grupos, de tal forma que los valores de cifosis lumbar en DD-P disminuyen con la edad.

En la modalidad de GEG, las diferencias son significativas ($F_{2,246}=3.893$, $p=.022$) entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.021$) y se observa una tendencia a la significación entre el grupo de 11-14 años y el de 15 o más años ($p=.082$).

La misma tendencia sucede al observar los datos de la modalidad GRD, pero sin que las diferencias sean significativas ($F_{2,246}=1.586$, $p=.207$).

En cuanto al grupo control, sí se aprecian diferencias significativas ($F_{2,246}=5.357$, $p=.005$) entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.005$) y una tendencia a la significación estadística entre el grupo de 11-14 años y el grupo de 15 o más años ($p=.053$).

En la tabla IV.14 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos no señalan relaciones significativas entre los valores de cifosis lumbar en DD-P y la modalidad deportiva (X_4 N=255, $=3.632$, $p=.458$), aunque se observa que **el grupo de GEG** presenta un **mayor porcentaje** de casos con **cifosis lumbar de grado leve y moderado**, al contrario de lo que sucede con el grupo control que es el que presenta mayor porcentaje de casos dentro de la normalidad.

Cuando se analizan estos datos en función al rango de edad, si se analiza la muestra por grupos, los datos de la tabla IV.14 indican que no existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis lumbar en DD-P y la modalidad deportiva en ninguno de los grupos (menores de 11 años (X_4 N=64, $=7.89$, $p=.096$), entre 11-14 años (X_4 N=132, $=1.660$, $p=.798$), 15 años o más (X_4 N=59, $=3.366$, $p=.499$)).

En la figura IV.7, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis Lumbar en DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.14. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en DD-P

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS LUMBAR DD-P.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <30°	61 (64,9%)	57 (69,5%)	59 (74,7%)
	Leve: 30°-39°	29 (30,9%)	24 (29,3%)	19 (24,1%)
	Moderada: >39°	4 (4,3%)	1 (1,2%)	1 (1,3%)
Menos de 11 años	Normal: <30°	8 (57,1%)	14 (60,9%)	19 (70,4%)
	Leve: 30°-39°	4 (28,6%)	9 (39,1%)	8 (29,6%)
	Moderada: >39°	2 (14,3%)	0 (0%)	0 (0%)
Entre 11-14 años	Normal: <30°	43 (65,2%)	27 (71,1%)	18 (64,3%)
	Leve: 30°-39°	22 (33,3%)	11 (28,9%)	9 (32,1%)
	Moderada: >39°	1 (1,5%)	0 (0%)	1 (3,6%)
15 o más años	Normal: <30°	10 (71,4%)	16 (76,2%)	22 (91,7%)
	Leve: 30°-39°	3 (21,4%)	4 (19%)	2 (8,3%)
	Moderada: >39°	1 (7,1%)	1 (4,8%)	0 (0%)

CIFOSIS LUMBAR EN DEDOS-PLANTA (DD-P)

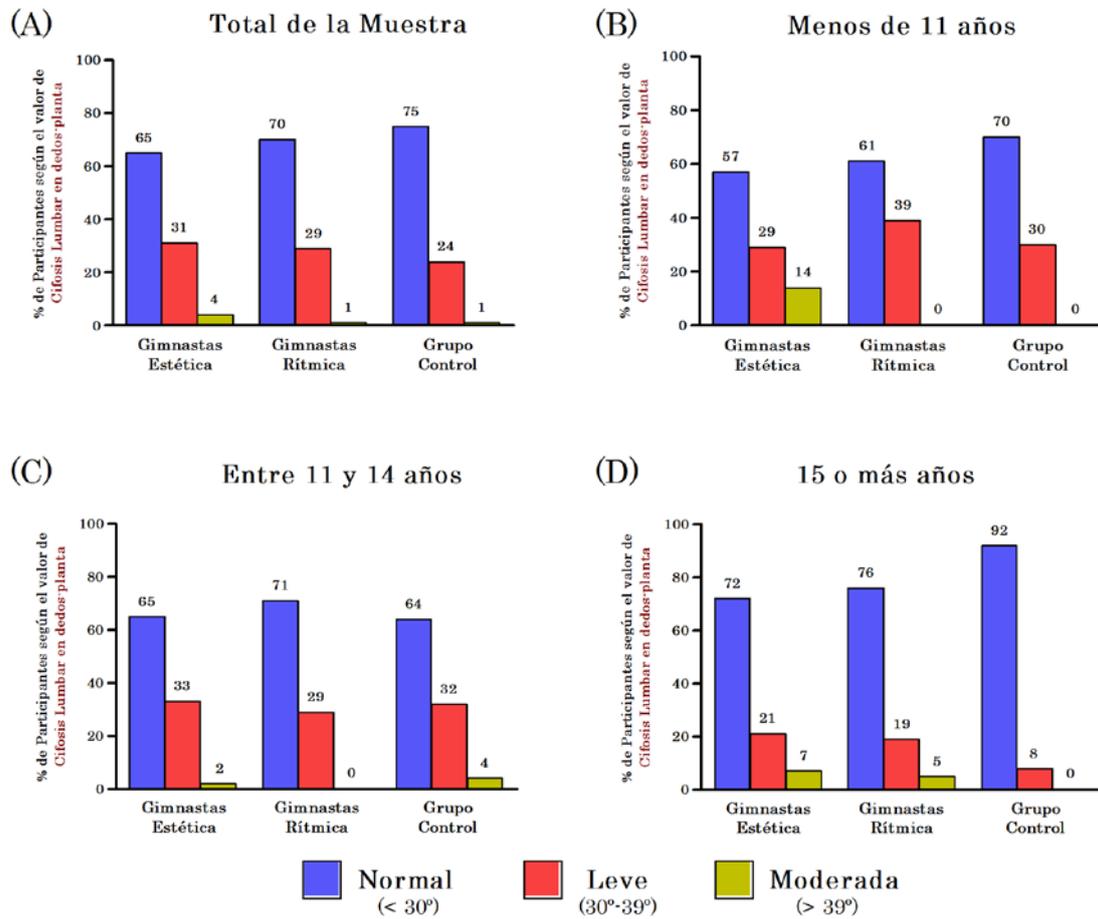


Figura IV.7. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Lumbar en DD-P.

IV.2. MOVILIDAD GLOBAL DEL TRONCO

Flexión del tronco en T₅-T₇.

Los datos obtenidos quedan reflejados en la tabla IV.15.

En el grupo de GEG, tras realizar un análisis de la varianza factorial, se observa como la flexión máxima del tronco aumenta con la edad, con una diferencia de 10^o de media entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años. Así, el grupo de menos de 11 años presenta unos valores medios de 153,4^o±11,4^o, el grupo entre 11-14 años presenta unos valores medios de 155,9^o±13,6^o y el grupo de 15 años o más unos valores medios de 162,6^o±11,8^o.

Tabla IV.15. Datos descriptivos del grado de flexión del tronco en T₅-T₇

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	156,2±13,1 ^o	153,4±11,4 ^o	155,9±13,6 ^o	162,6±11,8 ^o	.280

Extensión del tronco en T₅-T₇.

Los datos obtenidos para el grado de extensión del tronco quedan reflejados en la tabla IV.16.

Tras realizar un análisis de la varianza factorial se observan diferencias estadísticamente significativas en la variable Edad ($F_{2,78}=3.392$, $p=.039$), de tal forma que la extensión del tronco disminuye con la edad, con una diferencia de 12^o entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.034$).

Tabla IV.16. Datos descriptivos del grado de extensión del tronco T₅-T₇

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	90,1±12 ^o	96±11,7 ^o	89,9±11,1 ^o	83,3±14,3 ^o	.039

Movilidad completa

Los datos descriptivos de la movilidad global del tronco quedan representados en la tabla IV.17.

Tabla IV.17. Datos descriptivos de los test de valoración de la movilidad global del tronco en T5-T7.

	FLEXIÓN MÁXIMA T₅-T₇	EXTENSIÓN MÁXIMA T₅-T₇	TOTAL T₅-T₇
Estética	156,2±13,1 ⁰	90,1±12 ⁰	246,3±25,1 ⁰

IV.3. EXTENSIBILIDAD DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL

En todas las pruebas que miden la extensibilidad isquiosural, las medias para los grupos de gimnastas están muy por encima de la normalidad, mientras que el grupo control presenta porcentajes muy elevados de cortedad. En el análisis comparativo, las dos modalidades de gimnasia presentan valores similares.

IV.3.1. TESTS DE RECORRIDO LINEAL

Test de distancia Dedos-Planta (DD-P)

Los datos obtenidos en la prueba DD-P quedan reflejados en la tabla IV.18.

Cuando se realiza un análisis de la varianza factorial, en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se aprecian **diferencias significativas** según la **modalidad deportiva** ($F_{2,251}=161.162$, $p=.000$), **según** la variable **Edad** ($F_{2,251}=5.990$, $p=.003$) y en cuanto a la interacción **Modalidad x Edad** ($F_{4,251}=2.456$, $p=.046$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio según la modalidad deportiva a la que pertenece, dependientemente de su edad, de manera que conforme incrementa la edad aumentan los niveles flexibilidad de la musculatura isquiosural, tanto en el grupo de GEG como en el grupo de GRD.

Al analizar el **total de la muestra**, se observan **valores elevados de flexibilidad** para los **grupos** de **GEG** ($15,8\pm 7,4$ cm.) y de **GRD** ($15,5\pm 7,7$ cm.). Mientras que la media para el grupo control está dentro de los valores de cortedad de la musculatura isquiosural ($-5,7\pm 10,7$ cm.), apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($F_{2,251}=161.162$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, las diferencias significativas se encuentran entre el grupo control y las dos modalidades de gimnasia ($p=.000$).

Cuando se analiza la flexibilidad en función de los rangos de edad, se observan valores similares para los dos grupos de gimnastas y diferencias significativas con relación al grupo control (menos de 11 años: $F_{2,243}=33.097$, $p=.000$; entre 11-14 años: $F_{2,243}=65.869$, $p=.000$ y 15 o más años: $F_{2,243}=71.660$, $p=.000$).

Tabla IV.18. Datos descriptivos en la prueba Distancia Dedos-Planta en centímetros

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	15,8±7,4	11,5±6,6	15,4±7	21,8±6,5	.006
Rítmica	15,5±7,7	12,4±6,5	15,1±8,6	19,5±5,4	.022
Control	-5,7±10,7	-5,41±7,8	-5,4±12,2	-6,38±12,0	.899
Total	9,0 ± 13,2	4,6±11,2	10,8±12,2	9,5±15,9	.003
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Cuando se realiza un análisis intragrupo por modalidad deportiva, se observa, en el grupo de GEG, como la flexibilidad aumenta con el paso de los años, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,243}=5.261$, $p=.006$). Al analizar las comparaciones por pares, las diferencias significativas se observaron entre el grupo de menos de 11 años y 15 o más años ($p=.005$) y entre el grupo de entre 11-14 años y los de 15 o más años ($p=.033$).

En la misma línea, al analizar los datos del grupo de GRD, se observa como el grupo que menor flexibilidad tiene es el grupo de menos de 11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 o más años, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,243}=3.875$, $p=.022$). Al analizar las comparaciones por pares solo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.019$).

Al observar los datos del grupo control, sucede todo lo contrario, ya que la tendencia es a que el valor medio vaya disminuyendo conforme aumenta la edad, aunque los diferencias no sean estadísticamente significativas ($F_{2,243}=.107$, $p=.899$).

En la tabla IV.19 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del Test DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, se observan relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Test DD-P y la modalidad deportiva (X_4 $N=252$, $=124.015$, $p=.000$), de tal forma que los grupos de GEG y de GRD presentan un mayor porcentaje de gimnastas con valores de normalidad (98,9% y 97,6% respectivamente),

mientras que en el grupo control más del 60% de los casos presentan cortedad Grado I (24,1%) y cortedad Grado II (39,2%).

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad se aprecian diferencias significativas entre los valores del Test DD-P y la modalidad deportiva para el grupo de menores de 11 años ($X_4 N=63, =29.582, p=.000$), para el grupo de entre 11-14 años ($X_4 N=130, =66.137, p=.000$) y para el grupo de 15 años o más ($X_4 N=59, = 26.769, p=.000$). En concreto, se aprecia que en los grupos de GEG y de GRD casi la totalidad de los casos presentan valores de normalidad. Por el contrario, en el caso del grupo control más del 50% de los sujetos tienen cortedad Grado I y II.

En la figura IV.8, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad del Test DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.19. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Test DD-P.

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST DD-P.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: >-2 cm.	90 (98,9%)	80 (97,6%)	29 (36,7%)
	Grado I: -3/-9 cm.	1 (1,1%)	0 (0%)	19 (24,1%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	2 (2,4%)	31 (39,2%)
Menos de 11 años	Normal: >-2 cm.	12 (92,3%)	22 (95,7%)	8 (29,6%)
	Grado I: -3/-9 cm.	1 (7,7%)	0 (0%)	9 (33,3%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	1 (4,3%)	10 (37%)
Entre 11-14 años	Normal: >-2 cm.	64 (100%)	37 (97,4%)	11 (39,3%)
	Grado I: -3/-9 cm.	0 (0%)	0 (0%)	7 (25%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	1 (2,6%)	10 (35,7%)
15 o más años	Normal: >-2 cm.	14 (100%)	21 (100%)	10 (41,7%)
	Grado I: -3/-9 cm.	0 (0%)	0 (0%)	3 (12,5%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	0 (0%)	11 (45,8%)

TEST DEDOS-PLANTA (DD-P)

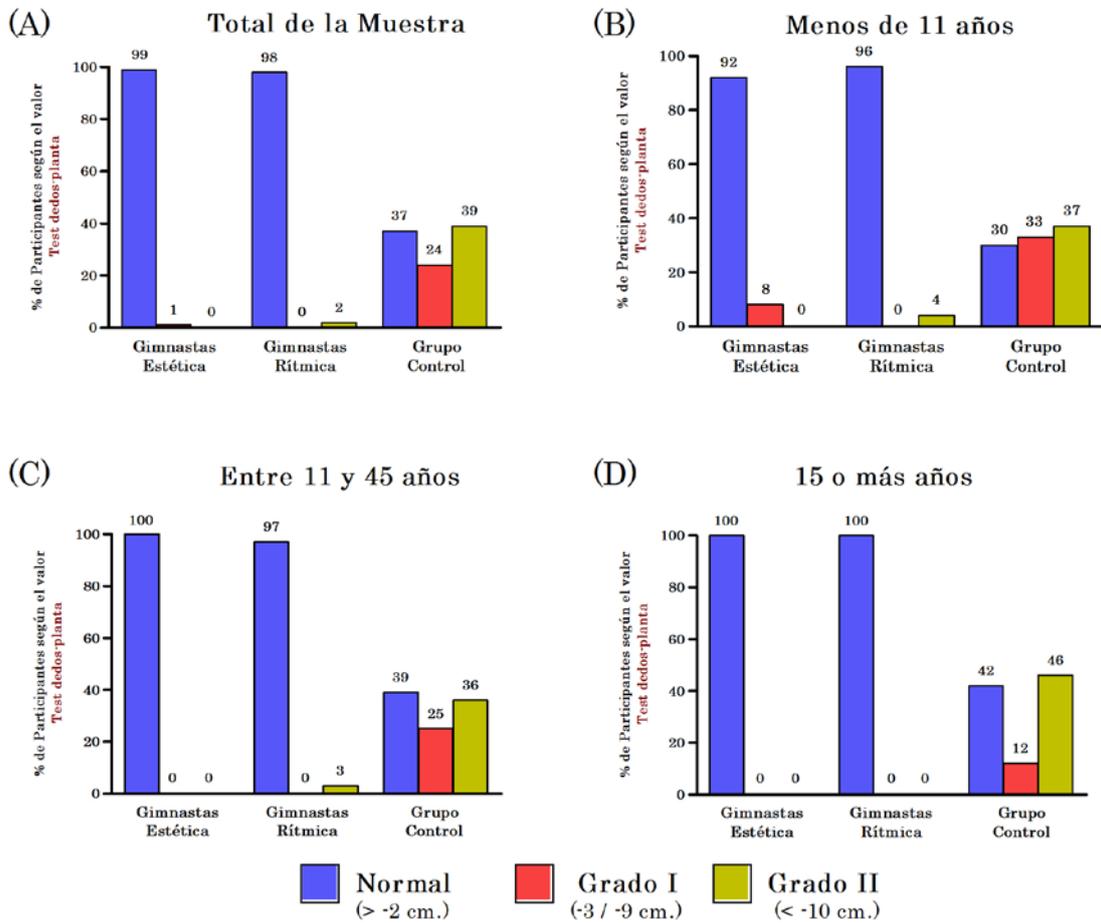


Figura IV.8. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test DD-P

IV.3.2. TESTS DE FLEXIÓN DE LA PELVIS

Test del Ángulo Lumbo-Horizontal en flexión (L-H fx)

Los datos obtenidos para el Test del Ángulo Lumbo-Horizontal en flexión quedan reflejados en la tabla IV.20.

Cuando se analizan los resultado del **Test del Ángulo Lumbo-Horizontal en flexión** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se observaron **diferencias** significativas según la **modalidad deportiva** ($F_{2,254}=144.990$, $p=.000$) y según la variable **Edad** ($F_{2,254}=16.612$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad se aprecia una tendencia a la significación estadística ($F_{4,254}=2.169$, $p=.073$). Por lo que, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos.

Tabla IV.20. Datos descriptivos del Ángulo L-H fx

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	70,4±14,3 ⁰	81,8±13,1 ⁰	70,4±13,7 ⁰	59,1±9,4 ⁰	.000
Rítmica	68,7±15,1 ⁰	74,7±12 ⁰	69,1±17 ⁰	61,6±11,5 ⁰	.003
Control	100,2±10,3 ⁰	102,5±9,5 ⁰	100,5±10,97 ⁰	97,2±10,1 ⁰	.339
Total	79,1±19,5⁰	87,9 ± 16,9⁰	76,4 ± 18,9⁰	75,5 ± 20,9⁰	.000
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el total de la muestra, se observa que los menores valores angulares los obtiene el grupo de GRD (68,7⁰±15,1⁰) seguido por el grupo de GEG (70,4⁰±14,3⁰) y el que menos extensibilidad isquiosural tiene es el grupo control (100,2⁰±10,3⁰), apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,254}=144.990$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y las dos modalidades de gimnasia ($p=.000$ en los dos casos).

Cuando se analizan los valores del ángulo L-H fx en función al rango de edad, se observa que en todos los rangos de edad el grupo control obtiene los mayores valores, mientras que los grupos de GEG y GRD obtienen valores mucho más inferiores. Encontrando en todos los grupos diferencias estadísticamente significativas (menores de

11 años: $F_{2,246}=31.596$, $p=.000$; entre 11-14 años: $F_{2,246}= 63.904$, $p=.000$ y el de 15 años o más: $F_{2,246}=59.066$, $p=.000$).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar cada grupo individualmente, se observa como en todos los grupos los valores del ángulo L-H fx disminuyen con la edad. Así, en el grupo de GEG se obtiene un valor para el grupo de menos de 11 años de $81,8^{\circ}\pm 13,1^{\circ}$, para el grupo de entre 11-14 años de $70,4^{\circ}\pm 13,7^{\circ}$ y finalmente para el grupo de 15 o más años un valor de $59,1^{\circ}\pm 9,4^{\circ}$, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=11.107$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas en todos los grupo de edad (entre menos de 11 años y los de 11-14 años ($p=.008$), entre el grupo de menos de 11 años y 15 o más años ($p=.000$) y entre el grupo de 11-14 años y 15 o más años ($p=.008$).

En la misma línea, al observar los datos del grupo de GRD, el grupo que muestra valores mayores en el ángulo L-H fx es el grupo de menos de 11 años ($74,7^{\circ}\pm 12^{\circ}$), seguido del grupo de entre 11-14 años ($69,1^{\circ}\pm 17^{\circ}$) y finalmente del grupo de 15 o más años ($61,6^{\circ}\pm 11,5^{\circ}$), apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=5.839$, $p=.003$). Sin embargo, al analizar las comparaciones por pares solo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.002$), y una tendencia a la significación estadística entre el grupo de 11-14 años y los de 15 años o más ($p=.096$).

Por otro lado, al observar los datos del grupo control, se observa cómo aunque la tendencia es a que los valores vayan disminuyendo con la edad, las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{2,246}=1.086$, $p=.339$).

En la tabla IV.21 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del ángulo L-H fx, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan que existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Test L-H fx y la modalidad deportiva (χ^2 $N=255$, $=86.175$, $p=.000$). En concreto, se aprecia que **los grupos de GEG y de GRD** presentan un **mayor** número de gimnastas con **normalidad** (97,9% y 96,3% respectivamente), mientras que en el **grupo control** más del 50% de los casos tienen **cortedad**.

Tabla IV.21. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo L-H fx.

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST L-H fx.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <100°	92 (97,9%)	79 (96,3%)	39 (49,4%)
	Grado I: 100°-115°	2 (2,1%)	3 (3,7%)	34 (43%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	6 (7,6%)
Menos de 11 años	Normal: <100°	12 (85,7%)	22 (95,7%)	10 (37%)
	Grado I: 101°-115°	2 (14,3%)	1 (4,3%)	14 (51,9%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: <100°	66 (100%)	36 (94,7%)	14 (50%)
	Grado I: 101°-115°	0 (0%)	2 (5,3%)	12 (42,9%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,1%)
15 o más años	Normal: <100°	14 (100%)	21 (100%)	15 (62,5%)
	Grado I: 101°-115°	0 (0%)	0 (0%)	8 (33,3%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)

Cuando se analizan estos datos en función al rango de edad, se mantienen estas diferencias significativas entre los valores del L-H fx y la modalidad deportiva, tanto para el rango de menos de 11 años (X_4 N=64, =22.636, p=.000), como para el grupo entre 11-14 años (X_4 N=132, =48.789, p=.000) y para el grupo de 15 o más años (X_4 N=59, =15.488, p=.004). En todos los rangos de edad, los grupos de GEG y de GRD obtienen casi el 100% de la normalidad. Por el contrario, el grupo control presenta un mayor porcentaje de casos con cortedad Grado I, aunque el número de casos va disminuyendo conforme aumenta la edad

En la figura IV.9, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad del ángulo L-H fx, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

TEST DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN (L-H fx)

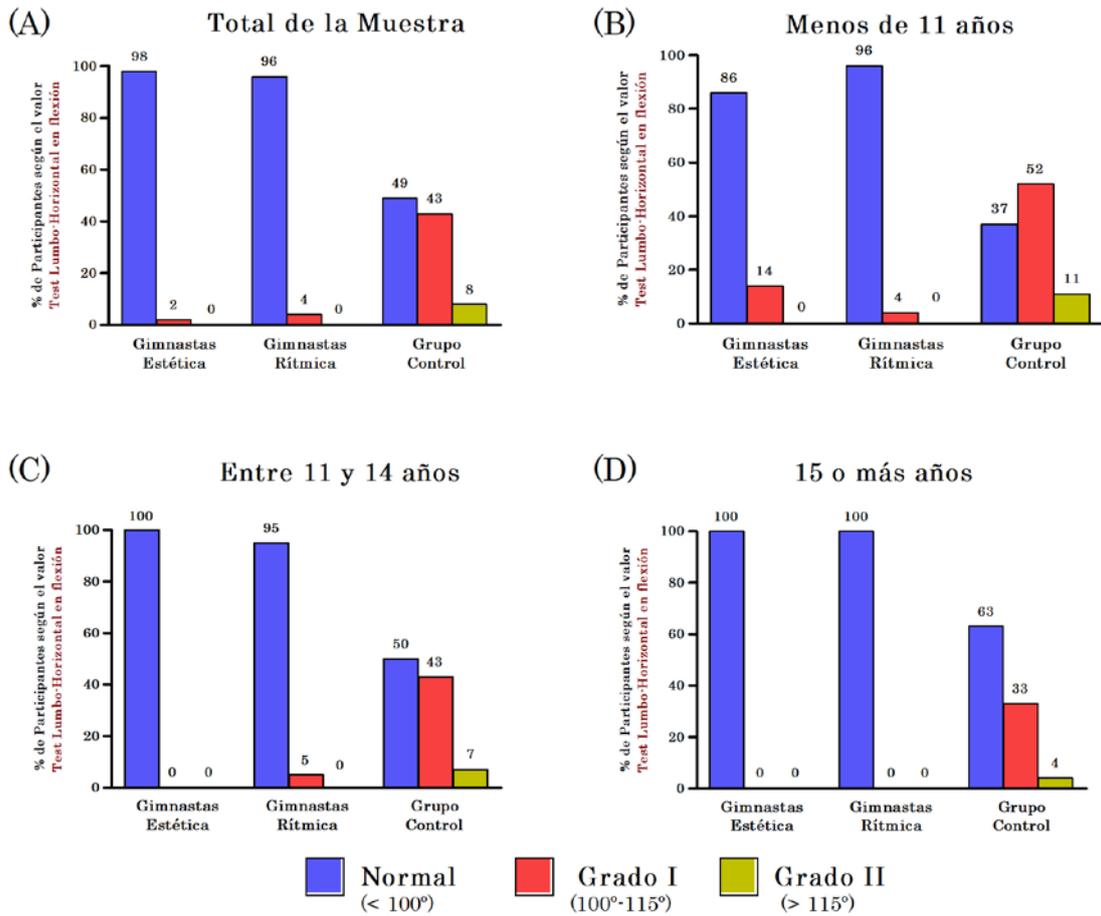


Figura IV.9. Porcentaje según los valores de normalidad en el ángulo L-H fx.

Test del Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)

Los datos obtenidos para el Test del Ángulo Lumbo-Vertical quedan reflejados en la tabla IV.22.

Cuando se analizan los datos **del Test del Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se observan **diferencias** significativas **según** la **modalidad deportiva** ($F_{2,251}=162.672$, $p=.000$) y **según** la variable **Edad** ($F_{2,251}=11.319$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad se aprecia una tendencia a la significación estadística ($F_{4,251}=2.223$, $p=.067$). Es decir, la deportista evoluciona en esta variable únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

Tabla IV.22. Datos descriptivos del Ángulo L-V

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	99,1±16,6 ⁰	85±13,7 ⁰	99,8±15,9 ⁰	110,6±13,2 ⁰	.000
Rítmica	98,1±16,2 ⁰	93,6±16,2 ⁰	98,1±16,4 ⁰	102,9±15,2 ⁰	.128
Control	59,7±13,5 ⁰	56,8±15,9 ⁰	60,7±13,7 ⁰	61,8±9,9 ⁰	.452
Total	86,4 ± 23,8 ⁰	76,2 ± 22,9 ⁰	90,9 ± 22,2 ⁰	87,6 ± 25,4 ⁰	.000
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar toda la muestra, se observan grandes diferencias entre los valores de las gimnastas y el grupo control. Así, el grupo de GEG obtiene un valor medio de 99,1±16,6⁰, el grupo de GRD un valor medio de 98,1±16,2⁰ y el grupo control un valor medio de 59,7±13,5⁰, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,251}=162.672$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas entre los dos grupos de gimnasia y el grupo control ($p=.000$ en los dos casos).

Cuando se analizan los datos atendiendo al rango de edad, en todos los grupos se aprecian diferencias estadísticamente significativas (menores de 11 años: $F_{2,243}=40.569$, $p=.000$; entre 11-14 años: $F_{2,243}=72.464$, $p=.000$ y de 15 años o más: $F_{2,243}=61.758$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, las diferencias siempre son entre los dos grupos de gimnasia y el grupo control ($p=.000$).

Cuando se comparan los datos para los dos grupos de gimnastas se observa que el grupo de GRD obtiene mayores en el rango de menor de 11 años ($93,6^{\circ}\pm 16,2^{\circ}$ vs. $85^{\circ}\pm 13,7^{\circ}$), el GEG obtiene mayores valores en el rango de 15 o más años ($110,6^{\circ}\pm 13,2^{\circ}$ vs. $102,9^{\circ}\pm 15,2^{\circ}$), mientras que en el rango de 11-14 años los valores son similares ($99,8^{\circ}\pm 15,9^{\circ}$ vs. $98,1^{\circ}\pm 16,4^{\circ}$). Aunque en ningún caso las diferencias son significativas.

Al realizar un análisis intragrupo, se observa como en todos los grupos los valores del ángulo L-V aumenta con la edad. Así, en el grupo de GEG se obtiene un valor para el grupo de menos de 11 años de $85^{\circ}\pm 13,7^{\circ}$, para el grupo de entre 11-14 años de $99,8^{\circ}\pm 15,9^{\circ}$ y finalmente para el grupo de 15 o más años un valor de $110,6^{\circ}\pm 13,2^{\circ}$, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,243}=10.103$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los menores de 11 años y los de 11-14 años ($p=.003$), entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.000$) y una tendencia estadísticamente significativa entre los de 11-14 años y los de 15 años o más ($p=.056$).

Por otro lado, al observar los datos del grupo de GRD y del grupo control, se observa cómo aunque la tendencia es a que los valores vayan aumentando con la edad, las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{2,243}=2.069$, $p=.128$ y $F_{2,243}=.798$, $p=.452$ respectivamente).

En la tabla IV.23 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del test del ángulo L-V, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan que existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Test L-V y la modalidad deportiva (X^2 $N=252$, $=140.587$, $p=.000$). En concreto, se aprecia que **los grupos de GEG y de GRD** presentan un **mayor** número de gimnastas con **normalidad** ($97,8\%$ y $97,6\%$ respectivamente), mientras que en el **grupo control** más del 70% de los casos tienen **cortedad**.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, se mantienen estas diferencias significativas entre los valores del Test L-V y la modalidad deportiva, tanto para el rango de menos de 11 años (X^2 $N=64$, $=32.658$, $p=.000$), como para el grupo entre 11-14 años (X^2 $N=130$, $=80.501$, $p=.000$) y para el grupo de 15 o más años (X^2 $N=58$, $=28.663$, $p=.000$). En concreto se aprecia que el grupo de GEG y de GRD obtienen casi el 100% de

normalidad y por el contrario en el caso del grupo control más del 70% de los sujetos tiene cortedad.

En la figura IV.10, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad del Test del ángulo L-V, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.23. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Ángulo L-V

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST L-V	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: $\geq 60^{\circ}$	89 (97,8%)	80 (97,6%)	23 (29,1%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	2 (2,2%)	2 (2,4%)	56 (70,9%)
Menos de 11 años	Normal: $\geq 60^{\circ}$	13 (92,9%)	22 (95,7%)	7 (25,9%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	1 (7,1%)	1 (4,3%)	20 (74,1%)
Entre 11-14 años	Normal: $\geq 60^{\circ}$	63 (98,4%)	37 (97,4%)	7 (25%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	1 (1,6%)	1 (2,6%)	21 (75%)
15 o más años	Normal: $\geq 60^{\circ}$	13 (100%)	21 (100%)	9 (37,5%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	0 (0%)	0 (0%)	15 (62,5%)

TEST DEL ÁNGULO LUMBO-VERTICAL (L-V)

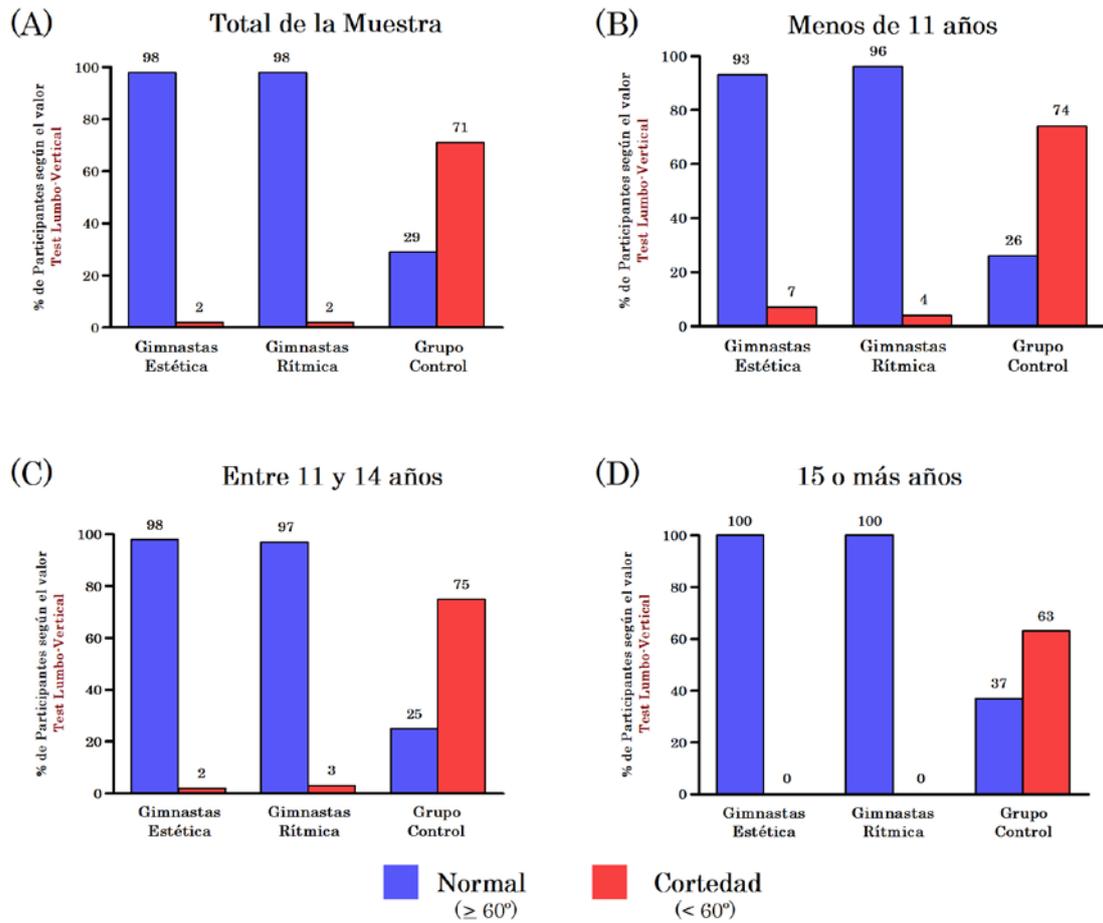


Figura IV.10. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test del Ángulo L-V.

IV.4. INCIDENCIA DEL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA CONFIGURACIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

En la tabla IV.24, se aprecia las correlaciones existentes entre las diferentes variables dependientes, con el volumen de entrenamiento de las deportistas de GEG.

Al analizar los datos de la tabla IV.24, solo se apreciaron correlaciones estadísticamente significativas entre el volumen de entrenamiento y DD-P ($r=.442$), Ángulo L-H fx ($r=-.385$), Flexión Máxima ($r=.437$) y la Extensión Máxima ($r=-.338$), si bien en todos los casos, se trata de valores de correlación baja.

Tabla IV.24. Correlaciones entre las variables objeto de estudio y el volumen de entrenamiento.

Variable	Índice de Correlación de Pearson	Significación	N Valido
GRADOS DE CIFÓISIS EN BIPEDESTACIÓN	-0,054	,702	52
GRADOS DE LORDOSIS EN BIPEDESTACIÓN	0,810	,569	52
ÁNGULO LH SEDENTACIÓN	-0,173	,229	50
GRADOS DE CIFÓISIS DORSAL EN SEDENTACIÓN	0,490	,733	51
GRADOS DE CIFÓISIS LUMBAR EN SEDENTACIÓN	-0,910	,526	51
GRADOS DE CIFÓISIS DORSAL EN DDP	-0,340	,812	52
GRADOS DE CIFÓISIS LUMBAR EN DDP	-0,165	,243	52
DISTANCIA DEDOS- PLANTA	0,442**	,001	50
ÁNGULO L-H Fx	-0,385**	,005	52
ÁNGULO L-V	0,251	,079	50
FLEXIÓN MÁXIMA DEL TRONCO	0,437**	,001	51
EXTENSIÓN MÁXIMA DEL TRONCO	-0,338*	,015	51

La figura IV.11. muestra la dispersión de las correlaciones estadísticamente significativas.

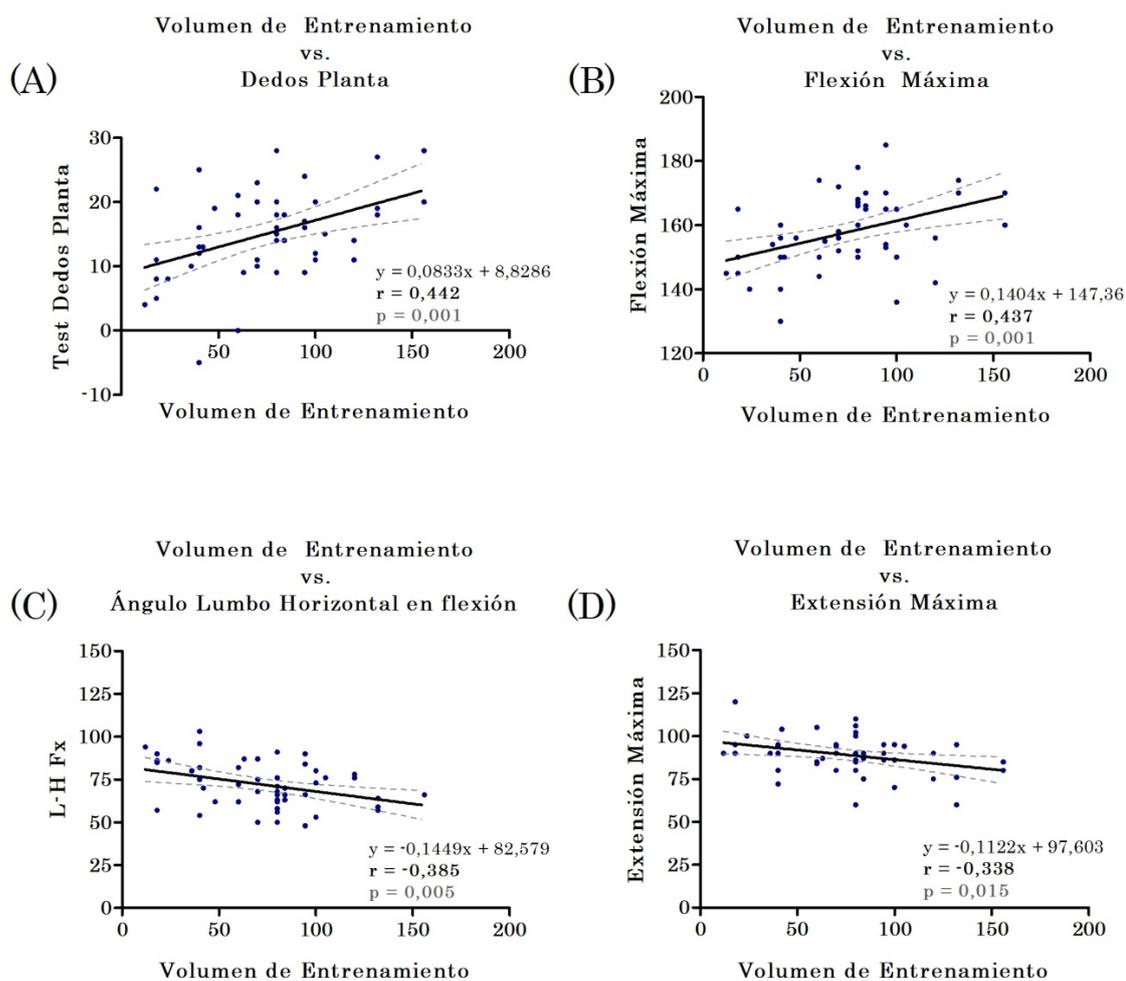


Figura IV.11. Relación entre el volumen de entrenamiento y (A) resultados del Test Dedos-Planta, (B) grados de Flexión Máxima, (C) ángulo Lumbo-Horizontal en flexión y (D) grados de Extensión Máxima para el grupo de Gimnastas Estética de Grupo.

V.

DISCUSIÓN



El plano sagital de la columna vertebral evoluciona con la edad, de tal forma que la columna de un niño no es un modelo en pequeño de la del adolescente, ni la del adulto, ya que conforme el niño crece, la alineación de la columna se modifica mostrando cambios en la postura y en el equilibrio del plano sagital (Sainz de Baranda et al., 2006).

La configuración de las curvaturas raquídeas demuestra gran plasticidad (Gozdziewski et al., 1989; Iwakami, 1987; Voutsinas y MacEwen, 1986; Wilner y Jonson, 1983), por lo que los diferentes movimientos y cargas de entrenamiento realizadas en los deportes pueden modificar las curvas raquídeas del plano sagital. Uetake et al. (1998) afirman que las curvas sagitales del raquis de un deportista pueden modificarse con el entrenamiento intensivo a lo largo del tiempo.

Desde las primeras observaciones publicadas por Scheüermann's (1920, 1921), se ha demostrado una asociación entre la hiperCIFOSIS torácica y el trabajo repetitivo requerido en los deportes. Hafner y Surrey (1952), Micheli (1979), Endler et al. (1980), Falter et al. (1981), Wilson y Lindseth (1982) y Sward (1992) observaron que existía asociación entre la hiperCIFOSIS y algunas actividades deportivas, como la gimnasia, el remo y la natación, al ser deportes que implican flexiones repetitivas y extremas de la columna vertebral.

En el presente estudio, se ha valorado la disposición sagital del raquis, en una muestra de gimnastas especialistas en Gimnasia Estética de Grupo, con objeto de valorar si la práctica continuada de este deporte condiciona un morfotipo raquídeo característico.

La importancia de conocer la disposición sagital del raquis se justifica en que la columna vertebral está preparada para soportar cargas dentro de unos rangos de normalidad (Propst-Proctor y Bleck, 1983; Santonja y Pastor, 2000; Winter y Hall, 1978). Sin embargo, cuando la columna se dispone con rangos mayores aumentará la posibilidad de que aparezca un daño en los distintos elementos que componen la unidad funcional de la columna: vértebra, disco intervertebral, ligamentos y músculos.

Estudios previos han encontrado una relación positiva entre el aumento de la cifosis y de la lordosis y el predominio del dolor de espalda (Christie et al., 1995; Öhlén et al., 1989; Roncarati y McMullen, 1988; Salminen et al., 1992; Salminen et al., 1993), así como las patologías en la columna vertebral (Hellström et al., 1990; Katz y Scerpella, 2003).

La adopción repetitiva o el mantenimiento de posturas hipercifóticas y de inversión del raquis lumbar, puede producir en un raquis inmaduro, un menor desarrollo en los núcleos de crecimiento de las vértebras sometidas a una excesiva presión (Ashton-Miller, 2004; Santonja y Pastor, 2003), originando acñaamientos vertebrales anteriores (Santonja y Martínez, 1992; Pastor, 2000), nódulos de Schmorl o anomalías en el platillo vertebral (Callaghan y McGill, 2001; McGill, 2002; Yingling et al., 1997).

Las posturas hipercifóticas aumentan la presión sobre la parte anterior del disco intervertebral, provocando el desplazamiento posterior del núcleo pulposo con riesgo de desgarrar el anillo y de provocar la protrusión del disco (Cailliet, 1988; Callaghan y McGill, 2001; Krämer, 1989; Lambrinudi, 1934; Doers y Kang, 1999; Simunic et al., 2001).

Las cifosis lumbares aumentarán la tensión en las estructuras ligamentosas posteriores, de tal forma que, y en base al fenómeno de fatiga de los tejidos elásticos (Potvin, 1992; Van Dieën et al., 1998), se podrá producir una pérdida de la elasticidad de estos ligamentos, lo que podrá comprometer la estabilidad de la columna vertebral (Green et al., 2002; Jackson et al., 2001; Solomonow et al., 1999).

La postura hiperlordótica incrementará la carga en la parte posterior de la vértebra, especialmente en las articulaciones facetarias, acelerando su degeneración. La hiperlordosis lumbar puede aumentar el riesgo de espondilolisis y los movimientos continuados o intermitentes pueden predisponer a la aparición de una hernia discal (Micheli y Trepman, 1990).

Por este motivo, parece clara la necesidad de conocer cuál es el morfotipo raquídeo estático y dinámico de los deportistas y, en particular, conocer cómo afecta tanto el deporte como el tiempo de entrenamiento a la disposición del mismo.

V.1. ANÁLISIS DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS EN BIPEDESTACIÓN

V.1.1. Valoración de la disposición estática del raquis

V.1.1.1. En Bipedestación

Cifosis dorsal en Bipedestación. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis dorsal en bipedestación relajada, muestran como el grado de cifosis es dependiente de la práctica deportiva. El mayor grado de cifosis se observa en el grupo control ($33,5^{\circ} \pm 9,3^{\circ}$), con diferencias significativas cuando se compara con las gimnastas de estética ($29,3^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$) y las gimnastas de rítmica ($28,3^{\circ} \pm 7,4^{\circ}$).

Estos resultados son similares a los encontrados en otros estudios que han evaluado el morfotipo raquídeo de deportistas de otras disciplinas (Boldori et al., 1999; Pastor, 2000; Rajabi et al., 2000a, b; 2007; 2008). Aunque, en función del deporte practicado los deportistas muestran mayor o menor grado de cifosis dorsal cuando se comparan con un grupo control.

Entre los estudios que encuentran menores valores de cifosis, está el de Nilsson et al. (1993), Martínez-Gallego (2004), Kums et al. (2007) y Gómez-Lozano (2007). En todos los casos el deporte practicado es la Gimnasia Rítmica o la Danza.

Para determinar el efecto de la práctica en la disposición sagital del raquis, Nilsson et al. (1993) evaluaron el morfotipo raquídeo de niños en una escuela de danza, con un volumen de 10 horas de práctica semanal. Además, evaluaron a un grupo control con niños de la misma edad que no practicaban danza. La postura en bipedestación fue determinada con el cifómetro de Debrunner.

Los resultados muestran como los niños que practicaban danza presentaban una menor cifosis torácica ($11,8^{\circ}$) que el grupo control ($29,4^{\circ}$). Siendo las diferencias en la curva dorsal muy marcadas, de modo que los niños que practicaban danza tenían una cifosis torácica media de unos 18° menor que el grupo control.

Kums et al. (2007), compararon las curvas del raquis y las características del tono muscular entre un grupo de 32 gimnastas de rítmica y un grupo control de 48 chicas que no realizaban ejercicio físico. Las gimnastas presentaron menores valores angulares para el raquis torácico con respecto al grupo control ($p < 0,001$).

Gómez-Lozano (2007) evaluó el morfotipo raquídeo de 66 bailarinas (33 de danza clásica y 33 de danza española). La postura en bipedestación fue determinada con el mismo inclinómetro utilizado en el presente estudio.

Cuando comparó los datos entre las bailarinas y el grupo control observó diferencias significativas tanto para la curva dorsal como para la curva lumbar, observando unas diferencias de $14,66^{\circ}$ en la curva dorsal cuando comparaba el grupo control con las bailarinas de español. Al analizar los datos en función de la disciplina practicada observó que el grupo de ballet clásico presentó valores más elevados para la cifosis torácica ($28,30^{\circ} \pm 7,57^{\circ}$) que el grupo de danza española ($22,84^{\circ} \pm 8,67^{\circ}$).

De igual forma, Martínez-Gallego (2004) tras valorar a 163 gimnastas de rítmica (82 gimnastas de competición; 81 gimnastas de equipos de base) y comparar sus resultados con un grupo control de 79 niñas, observó una diferencia en la curva dorsal de $5,18^{\circ}$ cuando comparó el grupo de gimnastas de competición ($28,34^{\circ} \pm 7,44^{\circ}$) y el grupo control ($33,52^{\circ} \pm 9,27^{\circ}$). Aunque, hay que destacar que estas diferencias no aparecieron en el grupo de gimnastas de base, ya que para este grupo encontró una media de cifosis dorsal en bipedestación de $33,48^{\circ} \pm 7,13^{\circ}$. Estos resultados pueden ser debidos a la diferencia entre grupos en los años y las horas de entrenamiento a la semana. De tal forma que, el grupo de gimnastas de base, entrenaba de 2 a 3 sesiones a la semana con 1 hora de duración por sesión, y el grupo de gimnastas de competición entrenaba entre 8 y 15 horas por semana, en 4 ó 6 sesiones de 2 a 2 horas y media de duración.

Los resultados de los diferentes estudios ponen de relevancia la influencia que puede tener tanto la modalidad dentro de un mismo deporte (Gómez-Lozano, 2007), como el nivel de los deportistas (Martínez-Gallego, 2004), aunque en el presente estudio no se han encontrado diferencias significativas entre el grupo de estética ($29,3^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$) y el de rítmica ($28,3^{\circ} \pm 7,4^{\circ}$).

Otra modalidad de gimnasia que ha sido analizada es la modalidad de trampolín. Sainz de Baranda et al. (2009), evaluaron mediante un inclinómetro Unilevel a 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 chicas y 34 chicos). Tras el análisis de los resultados, encontraron un valor medio de $44,9^{\circ} \pm 7^{\circ}$ para la cifosis dorsal. Cuando compararon los resultados en función del sexo observaron diferencias significativas, con una mayor cifosis dorsal en los chicos ($46,91^{\circ} \pm 7,07^{\circ}$) versus chicas ($43,06^{\circ} \pm 8,91^{\circ}$).

El estudio de Öhlen et al. (1989b) valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de gimnastas. Analizaron a 64 gimnastas de la modalidad de artística, con una edad media de $11,9 \pm 2,7$ años (rango 6-20 años) y midieron la disposición sagital de la columna vertebral utilizando el cifómetro de Debrunner y el inclinómetro Myrin. La media de cifosis torácica fue de $30,6 \pm 7,9^\circ$ medida con el cifómetro de Debrunner y de $33,1 \pm 8^\circ$ medida con el inclinómetro.

La tendencia al aumento de la cifosis torácica en bipedestación en deportistas, respecto a un grupo control se ha evidenciado en futbolistas prepuberales (Boldori et al., 1999), en jugadoras de hockey, en el que predominan los movimientos en flexión del tronco para el manejo del stick (Rajabi et al., 2007) y en deportistas de lucha (Rajabi et al., 2008). En este último estudio, los autores encontraron que los luchadores de estilo libre ($30^\circ \pm 3,8^\circ$), cuya técnica se caracteriza por una flexión raquídea mantenida, presentaban una mayor cifosis torácica que los luchadores de Greco-Romana ($24,3^\circ \pm 3,7^\circ$), caracterizados por posturas más erguidas del tronco.

Otros deportes en el que se han observado mayores valores de cifosis dorsal en los deportistas cuando se comparan con un grupo control son el ciclismo, la natación, la escalada o el piragüismo.

Rajabi et al. (2000a, b), evaluaron la influencia del entrenamiento específico en ciclismo sobre el raquis torácico en bipedestación. Para ello, compararon la cifosis torácica entre 120 ciclistas y 120 sujetos no deportistas. Los resultados mostraron un mayor valor angular del raquis torácico en el grupo de ciclistas en comparación con los no deportistas.

Pastor (2000), con el objetivo de conocer el efecto que podía generar el entrenamiento específico de la natación, valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de nadadores. La muestra seleccionada fueron 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, de edades comprendidas entre los 9 y los 15 años.

La media del grado de cifosis dorsal medida con inclinómetro en los nadadores fue de $40,43 \pm 9,36^\circ$ (rango 20-57°), mientras que en las nadadoras fue de $39,56 \pm 9,57^\circ$ (rango 12-57°), no apreciando diferencias significativas entre las medias. Para valorar la influencia del estilo natatorio sobre la columna realizó un análisis de varianza en el que relacionó diversas variables clínicas con el estilo.

En la tabla V.1, se muestran los valores encontrados para la cifosis dorsal en función del estilo. Los resultados muestran como el estilo más cifosante en ambos sexos es la braza y el menos cifosante fue la mariposa en los chicos y la espalda en las chicas.

Tabla V.1. Valores medios del grado de cifosis dorsal en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	40,74 ⁰ ±9,36 ⁰	37,9 ⁰ ±9,07 ⁰
Espalda	40,8 ⁰ ±8,82 ⁰	36,87 ⁰ ±11,66 ⁰
Mariposa	34,4 ⁰ ±10,14 ⁰	40,3 ⁰ ±9,40 ⁰
Braza	42,5 ⁰ ±9,61 ⁰	42,15 ⁰ ±9,16 ⁰

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Los escaladores fueron divididos en dos grupos: alto nivel, que entrenaban una media de 9,8 horas semanales, y escaladores recreativos con un volumen de entrenamiento de 3,4 horas a la semana. Las mediciones fueron realizadas con Spinal Mouse. Tras el análisis de los resultados observan que la cifosis torácica fue significativamente mayor en los escaladores que entrenaban más horas. En un análisis posterior, el grupo de élite fue dividido en otros dos grupos en función de su nivel. Los de mayor nivel tenían mayor cifosis torácica. Los autores concluyen que el morfotipo raquídeo de los escaladores se caracteriza por una cifosis torácica más acentuada, probablemente debido a la influencia de la técnica y a la cortedad del pectoral mayor.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008), compararon el morfotipo raquídeo sagital entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. Al valorar la postura en bipedestación, encontraron una mayor cifosis torácica en los kayakistas (42,22⁰±7,76⁰) respecto a los canoistas (37,45⁰±8,68⁰).

Todos estos estudios, demuestran como el deporte y la modalidad deportiva juegan un papel clave en las adaptaciones de la disposición sagital del raquis en bipedestación.

Categorización de la curva dorsal en bipedestación

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva torácica, se han utilizado las referencias descritas por Moe et al. (1982) y Santonja y Pastor (2000), que sitúan el límite entre la normalidad y la hiperCIFOSIS en 40°.

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis torácica, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un mayor porcentaje de rectificaciones (23,4%); b) el grupo de gimnasia rítmica es el que presenta mayor porcentaje de normalidad (80,5%); y c) el grupo control es el que presenta mayor porcentaje de hiperCIFOSIS (24,1%).

Estos resultados son similares a los observados por Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas. Así, cuando categoriza los valores de la curva dorsal en bipedestación, observa que un 18,2% de las bailarinas de clásico presentan rectificación y un 85,8% tienen cifosis dorsal dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo de español, un 48% de las bailarinas presentan rectificación y un 52% normalidad. En el grupo control, un 30,3% presentan hiperCIFOSIS y un 69,7% tienen la cifosis dorsal dentro de la normalidad.

Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica de competición encuentra un 80% de normalidad, un 15% de rectificación y un 5% de hiperCIFOSIS. Mientras que en el grupo de gimnastas de escuela, el porcentaje de curvas dorsales normales es del 83%, un 4% de rectificaciones y un 13% de hiperCIFOSIS.

El mayor porcentaje de casos dentro de la normalidad, y sobre todo el mayor porcentaje de rectificaciones en los estudios realizados con bailarinas y gimnastas de GEG y GRD, puede ser debido a la especial atención que en estos deportes se dedica a la conformación de un correcto esquema corporal, centrado en una adecuada alineación raquídea y segmentaria que facilite la adquisición de la técnica deportiva.

Parece ser que la práctica continuada de estos deportes, sobre todo el baile flamenco-español conduce a la rectificación de la cifosis, no sólo como una respuesta diaria a estímulos técnicos sino también como una adaptación específica del ser humano a esta técnica artística. Según Gómez-Lozano (2007) la propia actitud del baile flamenco-español tiende a realizar una extensión global del raquis mientras se produce el movimiento de braceo y zapateo, sobre todo en determinadas posturas tradicionales del

flamenco. Este movimiento de extensión en las bailarinas de español tiene como consecuencia una amplia reducción de la cifosis dorsal cuando bailan.

Esta posición de excesiva autocorrección de la cifosis dorsal en ocasiones suele ejecutarse incorrectamente debido a que se acompaña de un incremento de lordosis lumbar sin control pélvico. La mayoría de los autores describen este hecho en la danza clásica como un error técnico cuyas repercusiones pueden llegar a ser graves (Di Tullio et al., 1989; Gelabert, 1986; Micheli y Solomon, 1987; Schafle, 1990). En la danza española y concretamente en el flamenco, este sacar pecho forma parte de su estilo y de su carácter tradicional. Por otro lado, si llegase a desaparecer la curva dorsal podría anular ciertas funciones relevantes (Herring y Dobousset, 1988), ya que una ausencia de cifosis puede predisponer a la disminución de la amortiguación del impacto contra el suelo y una mayor tendencia a la lesión del disco intervertebral (Llanos y Martín, 1998).

Sammarco (1984) ya advierte que es un propósito constante en los entrenamientos de danza clásica un tipo de cifosis dorsal rectificada originada por acciones como “estirar hacia arriba” como una obsesión en dichas clases. Las similitudes de resultados con las bailarinas conlleva a pensar que unos patrones de comportamiento comunes de técnica clásica unifican el morfotipo del raquis dorsal entre una y otra disciplina (Gómez-Lozano et al., 2013).

Por ello, será importante analizar la técnica con la que realizan los ejercicios las gimnastas de GEG, para que prevalezcan las curvas fisiológicas y un raquis alineado, circunstancia que beneficiará la correcta disposición sagital de la columna vertebral.

Los porcentajes de normalidad y rectificación encontrados en las gimnastas de estética, de rítmica y las bailarinas, difieren de deportes como el piragüismo, el tenis, el voleibol y la natación, en los que existen mayores porcentajes de hipercifosis y menores valores de rectificación dorsal.

López-Miñarro et al. (2008), encontraron que el 73,9% de los kayakistas y el 85% de los canoistas presentaban valores angulares normales para el raquis torácico, mientras que el resto de deportistas presentaba una hipercifosis leve. Ninguno de estos deportistas presentó rectificación dorsal.

Muyor et al. (2013) evaluaron a 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres). Encontraron cifosis torácica media de $43,83^{\circ} \pm 7,87^{\circ}$ en los chicos y $36,13^{\circ} \pm 6,69^{\circ}$ en las chicas. Al comparar los resultados en función del sexo encontraron diferencias

significativas, de tal forma que los chicos presentaron una mayor cifosis dorsal. Estas diferencias entre sexos, también se observaron al categorizar los valores en función de la normalidad. Así, en la curva dorsal, los chicos presentaron un 62,5% de normalidad y un 37,5% de hipercifosis dorsal. Mientras que las chicas presentaron un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hipercifosis dorsal.

Sliwa y Clebicka (1998), evaluaron mediante un posturómetro electrónico-S, la influencia del entrenamiento específico del voleibol sobre la postura corporal y el morfotipo raquídeo en bipedestación, en un grupo de 22 jugadores y otro de 12 gimnastas acróbatas. En la gimnasia acrobática, se producen movimientos de máxima flexión y extensión del tronco en los volteos y saltos, así como en situaciones de carga raquídea, al soportar el peso corporal de los demás compañeros en la creación de una figura. Al comparar ambos deportes, los autores encontraron diferencias significativas en la cifosis torácica y lordosis lumbar. El grupo de voleibol presentó un 58% de casos con una hipercifosis torácica, frente al 45,1% de los acróbatas.

Por último, Pastor (2000) valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa. Cuando categorizó los valores desde el punto de vista clínico encontró mayores casos de hipercifosis en los nadadores con un 57,1% de los casos frente a un 46,5% de hipercifosis en las nadadoras. Sólo el 1,2% de los nadadores presentó rectificación dorsal y el resto presentaron un raquis dorsal dentro de la normalidad (47%).

Lordosis lumbar en Bipedestación. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de lordosis lumbar en bipedestación relajada, muestran como el grado de lordosis es dependiente de la edad pero no de la modalidad deportiva. Aunque, el menor grado de lordosis se observa en el de gimnastas de estética ($32,9^0 \pm 8,5^0$), con diferencias casi significativas cuando se compara con las gimnastas de rítmica ($35,9^0 \pm 8,7^0$) y las chicas del grupo control ($35,4^0 \pm 9,2^0$).

Entre los estudios que encuentran menores valores de lordosis que la población control se encuentran el de Nilsson et al. (1993), Martínez-Gallego (2004), Kums et al. (2007) y Gómez-Lozano (2007). En todos los casos el deporte practicado es la Gimnasia Rítmica o la Danza.

Nilsson et al. (1993) evaluaron el morfotipo raquídeo de niños en una escuela de danza, con un volumen de 10 horas de práctica semanal con el cifómetro de Debrunner. Los niños que practicaban danza presentaban una menor lordosis lumbar ($22,1^0$) que el grupo control ($30,7^0$).

Kums et al. (2007), compararon un grupo de 32 gimnastas de rítmica y un grupo control de 48 mujeres que no realizaban ejercicio físico. Las gimnastas presentaron menores valores angulares para el raquis lumbar con respecto al grupo control ($p < 0,001$). Además, debido a los desequilibrios musculares detectados, el 50% de las gimnastas padecían dolor lumbar.

Gómez-Lozano (2007) evaluó el morfotipo raquídeo de 66 bailarinas (33 de danza clásica y 33 de danza española). La postura en bipedestación fue determinada con el mismo inclinómetro utilizado en el presente estudio. Cuando comparó los datos entre las bailarinas de español y el grupo control observó diferencias de $6,53^0$ en la curva lumbar. Al analizar los datos en función de la disciplina practicada, observó que el grupo de ballet clásico presentó valores más elevados para la lordosis lumbar ($35,18^0 \pm 6,32^0$) que el grupo de danza española ($33,84^0 \pm 5,92^0$).

De igual forma, Martínez-Gallego (2004) tras valorar a 163 gimnastas de rítmica (82 gimnastas de competición; 81 gimnastas de equipos de base) y comparar sus resultados con un grupo control de 79 niñas, observó una mayor lordosis en el grupo de gimnastas de base ($40,30^0 \pm 8,98^0$) en comparación con el grupo de gimnastas de competición ($35,88^0 \pm 8,69^0$) y el grupo control ($35,38^0 \pm 9,23^0$).

Aunque, hay que destacar que las diferencias entre ambos grupos de gimnastas pueden deberse a la diferencia entre los años de entrenamiento y las horas de entrenamiento a la semana entre ambos grupos de gimnastas. El grupo de gimnastas de base entrenaban de 2 a 3 sesiones a la semana con 1 hora de duración por sesión y el grupo de gimnastas de competición entrenaban entre 8 y 15 horas por semana, en 4 ó 6 sesiones de 2 a 2 horas y media de duración.

Otra modalidad de gimnasia que ha sido analizada es la modalidad de trampolín. Sainz de Baranda et al. (2009), evaluaron mediante un inclinómetro Unilevel a 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 chicas y 34 chicos). Los valores medios para la lordosis lumbar fueron $36,25^{\circ} \pm 10,1^{\circ}$. Cuando compararon los resultados en función del sexo encontraron diferencias significativas, observando mayor lordosis lumbar en las chicas ($40,31^{\circ} \pm 10^{\circ}$) versus chicos ($32,06^{\circ} \pm 7,7^{\circ}$).

Öhlen et al. (1989b), analizaron a 64 gimnastas de la modalidad de artística, con una edad media de $11,9 \pm 2,7$ años (rango 6-20 años) y midieron la disposición sagital de la columna vertebral utilizando el cifómetro de Debrunner y el inclinómetro Myrin. La media de la lordosis lumbar fue de $35,6^{\circ} \pm 7,8^{\circ}$ medida con cifómetro de Debrunner y de $35,2^{\circ} \pm 6,9^{\circ}$ medida con el inclinómetro. El 20% de las gimnastas manifestaron dolor lumbar. Cuando compararon las diferencias entre las gimnastas con dolor ($40,6^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$) y las gimnastas asintomáticas ($35,4^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$) observaron que la media de lordosis era mayor en las gimnastas con dolor de espalda. Encontraron una correlación significativa entre el dolor de espalda y la lordosis superior a 41° .

Otros deportes en los que se ha analizado la curva lumbar en bipedestación son la natación, la escalada, el tenis o el piragüismo.

Pastor (2000), valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, con edades entre los 9 y los 15 años. La media del grado de lordosis lumbar, medida con inclinómetro en los nadadores, fue de $31,21^{\circ} \pm 7,36^{\circ}$, con un rango de 12° - 47° , mientras que en las nadadoras fue de $36,33^{\circ} \pm 8,06^{\circ}$, con un rango de 20° - 55° , encontrando una mayor lordosis lumbar en las chicas que en los chicos, pero sin diferencias significativas.

En la tabla V.2, se muestran los valores encontrados para la lordosis lumbar en función del estilo. Los resultados muestran como el estilo más lordosante en nadadores es la espalda y el menos lordosante mariposa, mientras que en las chicas el estilo más lordosante es la braza y el menos la espalda.

Tabla V.2. Valores medios del grado de lordosis en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	30,89 ⁰ ±7,51 ⁰	37,17 ⁰ ±9,09 ⁰
Espalda	33,62±8,66 ⁰	32,87 ⁰ ±9,42 ⁰
Mariposa	29,6 ⁰ ±7,63 ⁰	35,5 ⁰ ±4,53 ⁰
Braza	30,7 ⁰ ±6,50 ⁰	38,31 ⁰ ±8,43 ⁰

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Observan que la cifosis torácica y la lordosis lumbar en bipedestación fueron significativamente mayores en los escaladores que entrenaban un mayor volumen, aunque en cuanto a la lordosis las diferencias no alcanzaron significación estadística.

Muyor et al. (2013) evaluaron a 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres). Los valores medios de lordosis lumbar fueron 27,58°±7,01° en chicos y 32,69°±5,06° en chicas. Al comparar los resultados en función del sexo encontraron diferencias significativas, de tal forma que las chicas presentan una mayor lordosis lumbar e inclinación pélvica.

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años. En bipedestación, los valores angulares medios para la curva lumbar fueron 28,68°±6,26°.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008), compararon el morfotipo raquídeo sagital entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. En la curva lumbar, los valores fueron de 27,91°±6,21° y 25,70°±6,15° (p>0,05).

Destacar la influencia que sobre la lordosis ha mostrado la variable edad. En el presente estudio se observa como en los tres grupos los valores aumentan conforme aumenta la edad. Así, el grupo de gimnastas de estética de menos de 11 años presenta una lordosis media de 28°±6,8° y el grupo 15 o más años presenta una lordosis media de 36,4°±9,2°. El grupo de gimnastas de rítmica de menos de 11 años presenta una lordosis media de 33,8°±9,4° y el grupo de 15 o más años presenta una lordosis media de 39,2°±8,6°. Mientras que el grupo control menor de 11 años presenta una lordosis media de 32,3°±9,6° y el grupo de 15 o más años presenta una lordosis media de 37,5°±9,9°

Esta evolución de la lordosis con la edad, se ha encontrado también en diferentes estudios realizados con niños en edad escolar (Cil et al., 2004; Murray y Bulstrode, 1996; Voutsinas y MacEwen, 1986).

Categorización de la curva lumbar en bipedestación

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias descritas por Santonja y Pastor (2000), que sitúan el límite entre la normalidad y la hiperlordosis en 40°.

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la lordosis lumbar, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un mayor porcentaje de normalidad (77,7%); b) el grupo de gimnasia rítmica es el que presenta mayor porcentaje de hiperlordosis (34,1%); y c) el grupo control es el que presenta mayor porcentaje de rectificaciones (11,4%).

Estos resultados son similares a los observados por Martínez-Gallego (2004) ya que cuando compara dos grupos de gimnasia rítmica y los compara con un grupo control, observa mayores porcentajes de hiperlordosis en las gimnastas. Así, en el grupo de gimnastas de rítmica de competición encuentra un 63% de normalidad, un 3% de rectificación y un 34% de hiperlordosis. Mientras que en el grupo de gimnastas de escuela, el porcentaje de normalidad es del 58%, un 41% de hiperlordosis y sólo 1 caso de rectificación.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas, observa que un 15,2% de las bailarinas de clásico presentan hiperlordosis y un 84,8% tienen la lordosis lumbar dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo de español un 6,1% de las bailarinas presentan hiperlordosis y un 93,9% normalidad. En el grupo control, un 41,2% presentan hiperlordosis y un 58,8% tienen la curva lumbar dentro de la normalidad.

El mayor porcentaje de casos dentro de la normalidad en el grupo de gimnastas de estética en comparación con el grupo de gimnastas de rítmica, puede ser debido a la especial atención que se dedica en la GEG a la conformación de un correcto esquema corporal, centrado en una adecuada alineación raquídea y segmentaria que facilite la adquisición de la técnica deportiva. Además, el reglamento limita las hiperextensiones del tronco lo cual puede favorecer hacia una mejor disposición de la curva lumbar.

Martínez-Gallego (2004) expone que las gimnastas de rítmica realizan multitud de ejercicios con el raquis lumbar en hiperextensión, alcanzando rangos articulares

extremos, lo que podrían relacionarse con la adopción de una postura hiperlordótica. Además, estas constantes hiperextensiones pueden provocar un peor control de la curva lumbar.

En GEG, la postura habitual en bipedestación durante la ejecución de los elementos corporales obliga a la retroversión de la pelvis, favoreciendo de este modo la disminución de la lordosis lumbar, pero cuando las gimnastas llevan años entrenando y aumenta el número de horas por sesión, se incrementa proporcionalmente el número de elementos de hiperextensión del tronco a realizar en cada entrenamiento, provocándose el efecto contrario, debido al aumento del tono de los músculos anteversores que permiten la basculación en anteversión de la pelvis para poder realizar la hiperextensión, lo que acentúa la curvatura lumbar con la edad (Lapierre, 1996). Este problema se agrava porque la técnica correcta de estos elementos de hiperextensión, requiere que se realicen de forma balística, aumentando la fuerza y sometiendo a los músculos a un control excesivo.

Es necesario considerar, de forma general que en ocasiones, cuando la técnica de GEG ha sido deficitaria y ha existido una mala alineación de los segmentos durante el transcurso de los entrenamientos, a lo largo del tiempo puede llegar a ocasionar una alteración del morfotipo lumbar (hiperlordosis). A ésta, se le suele asociar diversas afecciones como lumbalgias (Micheli, 1983; Öhlen et al, 1989b), disfunciones en L₄-L₅-S₁ (Arendt y Kerschbaumer, 2003), sobrecargas lumbares (Howse, 2002) y espondilolisis (Goertzen et al., 1989; Ireland y Micheli, 1987).

Bachrach (1988) indica que tanto las espaldas hiperlordóticas como con el raquis rectificado predisponen a lesiones y a muy largo plazo, pueden desembocar en artrosis.

Gamboian et al. (2000) en un estudio realizado sobre los efectos del entrenamiento en la inclinación de la pelvis y la lordosis lumbar, explican que tras aplicar un entrenamiento del esquema corporal a 40 bailarines de danza clásica se producen mejoras en la alineación de la lordosis en bipedestación con independencia de los grados de inclinación pélvica. Lo mismo sucede tras aplicar un programa de educación postural a escolares (Fernández-Campos, 2011; Peña, 2010; Rodríguez-García, 1998; Sainz de Baranda, 2002).

Puesto que la postura del raquis lumbar está íntimamente relacionada con la posición de la pelvis (Levine y Whittle, 1996), un adecuado trabajo de concienciación pélvica debería ser incluido en los programas de entrenamiento.

Coincidiendo con Llanos y Martín (1998), consideramos que la presencia de las curvaturas fisiológicas en el plano sagital, son necesarias desde un punto de vista de la salud. Pero, en ocasiones, la especialización técnica en escena exige un tipo de principios biomecánicos diferentes a los de la vida cotidiana que suponen la alteración del equilibrio físico y también morfológico. Este es el caso de las gimnastas de rítmica en el que sus exigencias corporales son muy elevadas, y es lo que quiere solventarse en las gimnastas de estética.

La práctica de la GEG debido a que se encuentra limitada por el reglamento en cuanto a las hiperextensiones del tronco, puede aportar beneficios al raquis dorso-lumbar posibilitando movimientos lumbares de manera más suave y armónica que incidirían en la correcta colocación del raquis, diferenciándose este tipo de trabajo de la GRD de alta competición, de la que diversos autores coinciden en manifestar que puede ser lesiva al presentar un mayor riesgo de patología en la charnela lumbo-sacra (Balius et al, 1987; Mendizábal, 2000; Standaert y Herring, 2000). A esto se le suma el trabajo que se realiza en la percepción del esquema corporal por las gimnastas, la exigencia de máxima flexibilidad y el desarrollo de todos los grupos musculares, que propician el tono muscular adecuado para sustentar al raquis y en especial a la charnela lumbo-sacra.

Los porcentajes encontrados en las gimnastas de estética, de rítmica y las bailarinas, difieren de los hallados por otros autores.

López-Miñarro et al. (2008), es su estudio de kayakistas y canoistas de categoría infantil, encuentra lordosis normal en un 91,3% de los kayakistas y un 90% de los canoistas. El 8,7% de los kayakistas y el 10% de los canoistas presentaban rectificación lumbar. Ninguno de estos deportistas presentó hiperlordosis lumbar, lo que relacionan los autores a la sedentación prolongada en el caso de los kayakistas y a la flexo-extensión cíclica del raquis en el caso de los canoistas.

Muyor et al. (2013), en su estudio de 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres), observan una mayor lordosis lumbar e inclinación pélvica en las chicas. Estas diferencias entre sexos, también se observan al categorizar los valores en función de la normalidad. En la curva lumbar, los chicos presentan un 83,3% de normalidad, un 12,5% de rectificaciones y un 4,2% de hiperlordosis. Mientras que las chicas presentan un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hiperlordosis.

Sliwa y Clebicka (1998) observan en un grupo de jugadores de voleibol un 36,8% de hiperlordosis, mientras que en el de los acróbatas, este porcentaje sólo fue del 8,3%.

Pastor (2000) en su estudio con 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, encuentra mayores casos de hiperlordosis en las nadadoras con un 32,3% de los casos frente a un 7,1% en los nadadores. Mientras que sólo el 2,3% de los nadadores presentó rectificación dorsal y el resto presentaron un raquis lumbar dentro de la normalidad (82,3%).

V.1.1.2. Valoración de la disposición sagital del raquis en sedentación

La sedentación es una de las posiciones más frecuentes y habituales en las que permanecen más tiempo las personas a lo largo de día. Además, en deportes como la canoa, el remo o el ciclismo, la sedentación es la posición básica de entrenamiento y competición, de ahí el interés por su valoración dentro del morfotipo raquídeo. Sin embargo, son pocos los estudios que han analizado esta posición en una muestra de deportistas (Gómez-Lozano, 2007; Martínez-Gallego, 2004; Muyor, 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; 2010).

Cifosis dorsal en sedentación asténica. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis dorsal en sedentación asténica, muestran como el grado de cifosis es dependiente de la práctica deportiva. Aunque, el mayor grado de cifosis se observa en el grupo de gimnastas de estética ($47,85^{\circ} \pm 12,93^{\circ}$), con diferencias significativas cuando se compara con el grupo de gimnastas de rítmica ($38,5^{\circ} \pm 10,47^{\circ}$) y con el grupo control ($39,6^{\circ} \pm 11,59^{\circ}$).

Estos resultados sorprenden, ya que se esperaban mejores valores en las gimnastas de estética en comparación con el grupo control. A nivel de la modalidad de gimnasia (estética versus rítmica), los resultados pueden ser debidos a las diferencias en años y volumen de entrenamiento entre ambos grupos.

Martínez-Gallego (2004) encuentra valores similares cuando compara al grupo de gimnastas de rítmica de competición ($38,53^{\circ} \pm 10,47^{\circ}$) con el grupo control ($39,58^{\circ} \pm 11,59^{\circ}$). A su vez, no encuentra diferencias entre nivel deportivo, ya que las gimnastas de rítmica de base obtienen una media de $37,64^{\circ} \pm 11,24^{\circ}$, similar a las gimnastas de competición.

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de competición de la modalidad de trampolín, observan valores similares a los encontrados en el grupo de GEG, con valores medios de $50,28^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Cuando compararon los resultados en función del sexo no aprecian diferencias significativas, con valores de $51,38^{\circ} \pm 12^{\circ}$ en los gimnastas y de $49,2^{\circ} \pm 7^{\circ}$ en las gimnastas.

Por el contrario, Gómez-Lozano (2007), sí que encuentra diferencias entre los valores medios de las bailarinas y los del grupo control, pero en este caso las bailarinas presentan mejores valores de cifosis dorsal en sedentación que el grupo control. Así, en el grupo de bailarinas de clásico encontró valores medios de $33,09^{\circ} \pm 11,85^{\circ}$; en el grupo de

bailarinas de español los valores medios fueron $30,96^0 \pm 11,85^0$ y en el grupo control los valores medios fueron $39,71^0 \pm 9,57^0$.

Por último, destacar el estudio de Muyor (2010) que analiza a 180 ciclistas de diferentes categorías: Sénior/Élite ($23,2 \pm 4,4$ años), Máster 30 ($34,2 \pm 3$ años); Máster 40/50 ($45,3 \pm 5,2$ años) y 68 sujetos sedentarios ($20,8 \pm 2,3$ años). Observa los menores valores de cifosis dorsal en sedentación en el grupo control ($41^0 \pm 9,4^0$), mientras que los mayores valores angulares los encuentra en el grupo Máster 40/50 ($47,6^0 \pm 8,9^0$) con diferencias significativas entre estos dos grupos ($p < 0,001$).

Categorización de la curva dorsal en sedentación

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva torácica, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis en 40^0 .

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis torácica, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un menor porcentaje de normalidad, con tan solo el 29% de las gimnastas con curvas normales; b) el grupo de gimnasia rítmica y el grupo control presentan valores similares, con un 54% de los morfotipos dentro de la normalidad; un 42% y un 43% de hipercifosis leve, y un 3,7% y un 2,5% de hipercifosis moderadas respectivamente.

Los resultados del presente estudio contrastan con los encontrados por Gómez-Lozano (2007) en bailarinas y Martínez-Gallego (2004) en gimnastas tanto de base como de competición. Sólo Muyor (2010), en un estudio con ciclistas, encuentra una mayor cifosis en ciclistas en comparación con el grupo control, presentando un 51% de morfotipos cifóticos leves en sedentación relajada.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa solamente morfotipos alterados en un 15% y un 18,2% de las bailarinas de clásico y español respectivamente, demostrando actitudes cifóticas dorsales leves en esta postura. Mientras que en el grupo control encuentra un 33,4% de morfotipos alterados (15,2%, cifosis moderadas). Los datos muestran diferencias significativas entre las bailarinas de ambos estilos y las no bailarinas ($p < 0,000,1$).

Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica de escuela observa un 63% de raquis dorsales dentro de la normalidad, un 30% de actitudes cifóticas leves y un 7% de

actitudes cifóticas moderadas, muy similar al grupo de gimnastas de competición (56%, curvas dorsales normales, 38% de actitudes cifóticas leves y 6% de actitudes cifóticas moderadas).

Los datos de la presente investigación revelan que, a pesar de que las gimnastas de estética trabajan el esquema corporal, ya sea por la higiene postural cotidiana, el tipo de entrenamiento o por no realizar una buena transferencia del trabajo realizado, las gimnastas presentan un morfotipo alterado de la curva dorsal en sedentación asténica, lo cual debe ser tenido en cuenta por los entrenadores.

Por otro lado, con muestras de escolares Rodríguez-García (1998) observa un 31,5% de actitudes dorsales leves, un 9,8% de actitudes moderadas y un 1,1% de actitudes marcadas. Casimiro (1999) determina que en la etapa escolar de Primaria existe una frecuencia de actitudes incorrectas dorsales del 45,3% y en Secundaria del 61,4%. Sainz de Baranda en 2002, tras valorar a 99 escolares de primaria, halla porcentajes del 50% con cifosis leves y del 17% de cifosis moderadas. Peña (2010) observa en la exploración previa como los escolares presentan una "mala sedentación asténica", al presentar casi un 60% hiper cifosis dorsal (36,9% leves y 22,1% moderadas). Los porcentajes de estos trabajos, advierten de la postura tan pobre en sedentación que adquieren los alumnos en edades de escolarización.

Llama la atención que los resultados obtenidos en el presente estudio en cuanto a morfotipos alterados en GEG, sean incluso peores a los obtenidos por las muestras de escolares sedentarios.

Cifosis lumbar en sedentación asténica. Valores medios.

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis lumbar en sedentación asténica, muestran como el grado de la curva lumbar depende de la práctica deportiva. Aunque, en este caso, las gimnastas de ambas modalidades obtienen mayores grados de cifosis lumbar, observando valores medios de $16,7^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$ en las gimnastas de rítmica, $15,9^{\circ} \pm 8,1^{\circ}$ en las gimnastas de estética y $13,8^{\circ} \pm 7,7^{\circ}$ en el grupo control ($p=0,033$).

Martínez-Gallego (2004) también observa una mayor cifosis lumbar en sedentación en los grupos de GRD, ya sean de escuela ($16,24^{\circ} \pm 7,29^{\circ}$) o de competición ($16,8^{\circ} \pm 6,55^{\circ}$), cuando los compara con el grupo control ($13,81^{\circ} \pm 7,72^{\circ}$).

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de competición de la modalidad de trampolín, observan valores similares a los encontrados en el grupo de GEG y GRD, con

valores medios de $17,4^0 \pm 9,6^0$. Cuando compararon los resultados en función del sexo aprecian diferencias significativas, con valores de $21^0 \pm 7,9^0$ en los gimnastas y de $14^0 \pm 10^0$ en las gimnastas.

Por el contrario, Gómez-Lozano (2007), en su estudio con bailarinas de clásico y español, observa valores medios de cifosis lumbares muy inferiores, con una media de cifosis lumbar de $8,33^0 \pm 6,44^0$ en las bailarinas de clásico y de $8,36^0 \pm 6,14^0$ en las bailarinas de español. Mientras que en el grupo control los valores son de $5,59^0 \pm 8,38^0$. Datos muy por debajo de los valores encontrados en el presente estudio.

La mala disposición de la columna lumbar en sedentación encontrada tanto en la modalidad de GEG como en la de GRD, es quizá producto del abusivo trabajo de hiperflexiones e hiperextensiones que se realizan en gimnasia y también del método de entrenamiento, dando como resultado un raquis hiper móvil, sobre todo en GRD donde es mayor, la lordosis lumbar en bipedestación y el porcentaje de casos de hiperlordosis.

Es conocido que la flexión provoca una deformación de los tejidos blandos lumbares debido a una inhibición mioeléctrica previa por mantener repetidamente posiciones máximas. Este hecho produce un incremento en los grados de curvatura lumbar de manera transitoria y crónica (Brereton y McGill, 1999; Jackson et al., 2001; McGill y Brown, 1992; Solomonow et al., 2002). Sospechamos que en aquellas gimnastas que han sufrido el proceso de deformación del tejido visco-elástico, se manifiesta el aumento de la inversión lumbar en la sedentación.

Categorización de la curva lumbar en sedentación

Para determinar la distribución de los sujetos la curva lumbar en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis en 15^0 .

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis lumbar, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) ambos grupos de gimnastas presentan menor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad (40,9% en el grupo de GEG y 40,7% en el grupo de GRD) que el grupo control (59,5%).

Los resultados del presente estudio son similares a los encontrados por Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica, tanto de base (42%) como de competición (34%). Sin embargo, Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa porcentajes de normalidad mayores (75,7% y 87,8% para el grupo de clásico y de español

respectivamente). Por el contrario, Muyor (2010) en su estudio con ciclistas, observa menores porcentajes de normalidad (28,9%).

Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica de escuela encuentra un 34% de actitudes cifóticas lumbares leves y un 24% de actitudes cifóticas moderadas. En el grupo de gimnastas de competición obtiene un 40% de actitudes cifóticas leves y un 26% de actitudes cifóticas moderadas y dentro del grupo control encuentra un 31% de actitudes cifóticas leves y un 17% de actitudes cifóticas moderadas.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa solamente morfotipos alterados en un 15% y un 18,2% de las bailarinas de clásico y español respectivamente, demostrando actitudes cifóticas dorsales leves en esta postura. Mientras que en el grupo control encuentra un 33,4% de morfotipos alterados (15,2%, cifosis moderadas). Los datos muestran diferencias significativas entre las bailarinas de ambos estilos y las no bailarinas ($p < 0,001$).

Respecto a estudios con poblaciones no deportistas, Rodríguez-García (1998) obtiene en sus escolares un 44,6% de cifosis lumbares aumentadas en sedentación. Sainz de Baranda (2002) observa un 67% de alteraciones a este nivel (45% de actitudes leves y 19% de las moderadas) y Peña (2010) encuentra un 23,4% de cifosis lumbares (19,8% leves y un 3,6% moderadas) con una media de $8,01^0 \pm 9^0$.

Ángulo Lumbo Horizontal en sedentación asténica (L-H SA)

Los resultados de la presente investigación, respecto al ángulo L-H SA, muestran como el grado de basculación de la pelvis es dependiente de la práctica deportiva, observando mayores valores en ambos grupos de gimnastas ($p=0,003$). Los valores medios para el grupo de gimnastas de estética fueron de $107,4^0 \pm 12,5^0$, para el grupo de gimnastas de rítmica $105,5^0 \pm 9,6^0$ y para el grupo control $102,4^0 \pm 9,8^0$.

Martínez-Gallego (2004) también observa un mayor ángulo L-H SA en los grupos de GRD, ya sean de escuela ($104,31^0 \pm 8,56^0$) o de competición ($105,46^0 \pm 9,59^0$), cuando los compara con el grupo control ($102,44^0 \pm 9,83^0$).

Gómez-Lozano (2007), en su estudio con bailarinas de clásico y español, observa valores medios del ángulo L-H SA menores. Encuentra un valor medio de $99,09^0 \pm 6,62^0$ en las bailarinas de clásico, de $98,63^0 \pm 7,65^0$ en las bailarinas de español y de $101,18^0 \pm 9,36^0$ en el grupo control.

Cuando se categorizan a las gimnastas en función de las referencias de normalidad, se observa que en el grupo de gimnastas de GEG un 17% presenta la pelvis vertical, un 65% en leve retroversión y un 18% en notable retroversión.

Martínez-Gallego (2004) encuentra para el grupo de gimnastas de GRD que un 19% está dentro de los valores de normalidad, un 70% se dispone en leve retroversión y un 11% en notable retroversión; para el grupo de gimnastas de escuela un 29% presenta la pelvis verticalizada, un 60% se dispone en leve retroversión y un 11% en notable retroversión y para el grupo control hay un 36% de normalidad, un 56% en leve retroversión y un 8% en notable retroversión.

Estos resultados, están relacionados con los mayores valores de cifosis lumbar que presentan las gimnastas de GEG y de GRD. Cuando se valora la postura de la gimnasta, en situaciones cotidianas en las que no se les exige que coloquen correctamente la espalda, éstas experimentan una relajación de la postura que trae como consecuencia un alto porcentaje de retroversión pélvica cuando se sientan en su postura asténica.

Estos datos indican que sería preciso establecer, tal y como señalan Andújar y Santonja (1996), un trabajo específico centrado en la toma de conciencia de la postura en sedentación habitual, enseñando a la gimnasta a tomar conciencia de los gestos que le van a procurar una mejor salud de su posición corporal (corrección en la disposición de la pelvis y tronco), y a transferir lo que aprende en la gimnasia a sus posturas cotidianas, sobre todo en la posición de sedentación asténica (Green y Nelham, 1991; Harbourne et al., 1993; Rodríguez-García, 1998).

Los resultados encontrados por Sainz de Baranda (2002) en el ángulo L-H SA son de un 81% de los escolares con retroversión pélvica, observando mejoras significativas ($p < 0,0005$) en el grupo experimental tras la aplicación de su programa. En el grupo control por el contrario, se observa una disminución de los alumnos que presentaban valores de normalidad en cuanto a la disposición de la pelvis.

Peña (2010) obtiene una media de $103,16^{\circ} \pm 8^{\circ}$, encontrando un 24,32% de alumnos con retroversión de la pelvis (22,97% disponen en leve retroversión y un 1,35% en notable retroversión). Tras la aplicación de un programa de educación postural se observan mejoras significativas en los resultados del test, reduciendo la presencia de retroversión pélvica a un 7,37% del alumnado.

La valoración de la disposición de la pelvis con el ángulo L-H SA realizada por Fernández-Campos (2011) proporciona unos valores de retroversión pélvica del 84,70% de su alumnado. Los resultados obtenidos en el grupo experimental tras la aplicación de un programa de educación postural son también sorprendentes. En el test posterior encuentra que solo el 8,1% del alumnado presentaba la pelvis en retroversión, por lo que se puede afirmar que el programa de educación postural aplicado resultó altamente eficaz en la corrección de las inadecuadas posturas sedentes.

Esta mala disposición de la columna lumbar en sedentación es quizá producto del trabajo de hiperextensiones que se realizan en GEG y que se traducirá como veremos a continuación en una clara alteración de la dinámica raquídea en flexión del tronco para la zona lumbar.

V.1.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis

La flexión del tronco es un movimiento que debido a la frecuencia con la que se realiza, tanto en actividades de la vida diaria como en actividades deportivas, puede condicionar la dinámica de la columna vertebral (Santonja y Martínez, 1995; Scrutton, 1991).

En la literatura científica se ha utilizado el estudio de la flexión del tronco para valorar la movilidad de la columna vertebral, restringiendo muchos autores los estudios a la zona lumbar, con el objetivo de buscar una relación de la movilidad lumbar con las lumbalgias (Maller et al., 1997; Mellin, 1986, 1987 y 1988; Mellin y Poussa, 1992; Pamela et al., 1987).

Sin embargo, el análisis del morfotipo raquídeo en máxima flexión del tronco es importante ya que complementa el diagnóstico que se realiza en bipedestación (Bradford, 1977; Chopin y David, 1989; Stagnara, 1987), pudiendo catalogar mejor la patología y, por lo tanto, hacer un protocolo de tratamiento o de prevención más adecuado.

Rodríguez-García y Santonja (2001) exponen que en muchas ocasiones, en la realización de gestos deportivos donde se utiliza la flexión del tronco, se utilizan posturas hipercifóticas o de inversión lumbar, originando un incremento de la presión sobre la porción anterior de los cuerpos vertebrales dorsales y lumbares, que a la larga puede ocasionar lesión. El movimiento característico de flexión del tronco, implica cierto nivel de carga y presión sobre las estructuras anteriores del raquis lumbar (McGill, 1995, Wilke et al., 2001) y en la gimnasia es un movimiento muy utilizado.

Una mayor cifosis torácica se ha relacionado con un incremento del estrés compresivo. La cifosis torácica en unos valores fisiológicos soporta en torno al $61,9 \pm 6,8\%$ del peso corporal (Keller et al., 2005). Cuando las articulaciones intervertebrales torácicas se disponen en mayor flexión, se incrementan los niveles de presión intradiscal y el estrés de cizalla anterior, por lo que disminuye el margen de seguridad de los tejidos raquídeos, aumentando el riesgo de alteraciones (Briggs et al., 2007; Polga et al., 2004) y el riesgo de algia vertebral (Christie et al., 1995; Öhlen et al., 1989b), especialmente cuando la cifosis torácica supera los 40° (Widhe, 2001).

Para algunos autores (Bado et al., 1964; Gajdosik et al., 1994; Lambrinudi, 1934; López-Miñarro et al., 2009; Muyor, 2010) los movimientos de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas pueden estar influidos de forma muy significativa por la extensibilidad isquiosural.

La extensibilidad isquiosural influye sobre el morfotipo raquídeo y la pelvis de los deportistas (Rodríguez-García et al., 2008). Así, aquellos deportistas con menor extensibilidad isquiosural tienen una mayor angulación del raquis torácico, una menor flexión lumbar y una mayor retroversión pélvica (Gajdosik et al., 1994; Muyor, 2010).

Cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis dorsal en máxima flexión del tronco, muestran como el grado de cifosis dorsal es dependiente de la práctica deportiva. Aunque, el mayor grado de cifosis se observa en el grupo de gimnastas de estética ($69,14^\circ \pm 12,13^\circ$), con diferencias significativas cuando se compara con el grupo de gimnastas de rítmica ($50,44^\circ \pm 11,27^\circ$) y con el grupo control ($59,59^\circ \pm 10,58^\circ$).

Los resultados obtenidos en el grupo de gimnastas de estética son superiores a los encontrados por Sainz de Baranda et al. (2009) en su estudio con gimnastas de trampolín, Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas y Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica.

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de la modalidad de trampolín, observan valores medios de $57,94^\circ \pm 15^\circ$. Cuando compararon los resultados en función del sexo aprecian diferencias significativas, con valores de $62,82^\circ \pm 12,8^\circ$ en los gimnastas y de $53,2^\circ \pm 17^\circ$ en las gimnastas ($p < 0,01$).

Gómez-Lozano (2007) en su estudio sobre bailarinas observa una media de cifosis dorsal en flexión máxima del tronco de $49,72^{\circ} \pm 11,45^{\circ}$ para las bailarinas de clásico y de $49,48^{\circ} \pm 12,89^{\circ}$ para las bailarinas de español, sin observar diferencias significativas entre modalidades.

Martínez-Gallego (2004) también observa, en los dos grupos de gimnasia rítmica, menores valores que los encontrados en el grupo de GEG, con valores medios de $50,44^{\circ} \pm 11,27^{\circ}$ en el grupo de competición y de $56,72^{\circ} \pm 10,53^{\circ}$ en el grupo de escuela.

Otros deportes en los que se ha analizado la curva dorsal en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), valoró el morfotipo raquídeo incluyendo la flexión máxima del tronco en nadadores. La media de cifosis dorsal dinámica en el grupo de nadadores fue de $78,45^{\circ} \pm 11,9^{\circ}$, con un rango entre 46° - 107° . En el grupo de nadadoras la media fue de $73,4^{\circ} \pm 11^{\circ}$, con un rango entre 43° - 95° .

En la tabla V.3, se muestran los valores encontrados en función del estilo. En nadadores el estilo braza es el que presenta una mayor cifosis dinámica y el estilo de mariposa el que menos, encontrando diferencias significativas entre braza-mariposa ($t=2,83$; $p<0,006$) y braza-espalda ($t=2,05$; $p<0,05$). En nadadoras, el estilo braza es el que presenta mayor grado de cifosis dinámica y los que menos la espalda y la mariposa.

Tabla V.3. Valores medios del grado de cifosis dorsal dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	$77,89^{\circ} \pm 8,54^{\circ}$	$74,41^{\circ} \pm 14,25^{\circ}$
Espalda	$75,62^{\circ} \pm 13,7^{\circ}$	$70,25^{\circ} \pm 6,45^{\circ}$
Mariposa	$69,2^{\circ} \pm 13,33^{\circ}$	$71^{\circ} \pm 8,74^{\circ}$
Braza	$86,4^{\circ} \pm 12,2^{\circ}$	$76,23^{\circ} \pm 11,44^{\circ}$

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años. La cifosis dorsal en máxima flexión del tronco durante el test distancia dedos-planta, fue de $72,22^{\circ} \pm 12,55^{\circ}$.

En el estudio de kayakistas y canoistas de categoría infantil, López-Miñarro et al. (2008), encontraron una mayor cifosis torácica en los canoistas ($65,35 \pm 11,48^\circ$) respecto a los kayakistas ($63,78 \pm 6,21^\circ$), aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos.

Por último, Muyor (2010) evalúa a 180 ciclistas y 60 sedentarios ($30,6 \pm 10,4$ años). En la tabla V.4 se muestran los resultados obtenidos para la cifosis dorsal en máxima flexión del tronco.

Tabla V.4. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).

	Sénior/Élite	Máster 30	Máster 40/50	Control
Cifosis dorsal en flexión máxima del tronco	$61,70 \pm 13,5^0$	$59,80 \pm 10,2^0$	$62,4^0 \pm 10,4^0$	$63,2^0 \pm 9,3^0$

Categorización de la curva dorsal en flexión máxima del tronco

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva torácica, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis en 68° .

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis torácica, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un menor porcentaje de normalidad, con tan solo el 41,5% de las gimnastas con curvas normales; b) el grupo de gimnasia rítmica y el grupo control presentan mayores porcentajes de normalidad, con un 95,1% y un 78,5% respectivamente.

Con relación a los morfotipos alterados, la mayoría de los morfotipos son leves tanto en el grupo de gimnasia rítmica, con un 4,9% de hipercifosis leves, como en el grupo control con un 16,5% de hipercifosis leves y un 5,1% de hipercifosis moderadas. En el grupo de gimnasia estética se encontraron un 31,9% de hipercifosis leves y un 26,6% de hipercifosis moderadas.

Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica observa mayores porcentajes de normalidad, tanto en el grupo de competición como en el grupo de base. Así, dentro del grupo de gimnastas de rítmica de escuela observa un 84% de raquis dorsales dentro de la normalidad, un 14% de actitudes cifóticas leves y un 2% de

actitudes cifóticas moderadas. Para el grupo de gimnastas de competición observan un 95% de los morfotipos dentro de la normalidad, un 5% de actitudes cifóticas leves y ningún caso dentro de la cifosis moderada.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa solamente morfotipos alterados en un 6,1% y un 3% de las bailarinas de clásico y español respectivamente, demostrando actitudes cifóticas dorsales leves en esta postura. Mientras que en el grupo control encuentra un 39,4% de cifosis leves y un 27,3% de cifosis moderadas. Los datos muestran diferencias significativas entre las bailarinas de ambos estilos y las no bailarinas ($p < 0,000,1$).

Otros deportes en los que ha categorizado los morfotipos en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López-Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), en nadadores observa sólo un 24,7% de los morfotipos dentro de la normalidad, un 29,4% de los morfotipos con cifosis leve y un 45,9% con cifosis moderada.

Este mismo autor realiza un estudio radiológico en la posición de DD-P y observa para la zona dorsal curvas moderadas y marcadas ($p < 0,05$) en un mayor porcentaje y una tendencia significativa a aumentar el número de acuñamientos vertebrales según se incrementa el valor de la cifosis y la edad. Además estos acuñamientos se relacionan con la cifosis dorsal dinámica, de tal forma que los nadadores con mayor número de acuñamientos tóraco-lumbares presentaron mayores valores de cifosis dorsal dinámica ($p < 0,05$).

Muyor (2010), observa que el 63,7% de los ciclistas tienen un morfotipo dorsal dentro de la normalidad, un 28,2% presentan un morfotipo cifótico leve y un 8,1% presentan un morfotipo cifótico moderado. Cuando compara los resultados por modalidades observa que el grupo máster 30 es el que presenta mayor porcentaje de normalidad (71,7%), seguido del grupo senior y del master 40/50. El grupo control es el que menor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad tiene, siendo el que presenta más casos de hipercifosis leve y menos casos de hipercifosis marcada.

Todos estos estudios, demuestran como el deporte y la modalidad deportiva juegan un papel clave en las adaptaciones de la disposición sagital del raquis, no solo en la estática sino también en la dinámica.

Cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis lumbar en máxima flexión del tronco, muestran como el grado de cifosis lumbar es dependiente de la práctica deportiva. Encontrando un mayor grado de cifosis en los grupos de gimnastas cuando se compara con el grupo control ($p=0,007$). En el grupo de estética se observan valores medios de $26,4^{\circ}\pm 7,3^{\circ}$, en el grupo de gimnastas de rítmica se observan valores medios de $26,3^{\circ}\pm 6,6^{\circ}$ y el grupo control $22,9^{\circ}\pm 8,9^{\circ}$.

Estas diferencias, también se han encontrado en los estudios de Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica y Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas. En todos ellos, las gimnastas y las bailarinas presentan mayores valores de cifosis lumbar que el grupo control.

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de la modalidad de trampolín, observan valores medios de $27,72^{\circ}\pm 7,51^{\circ}$. Cuando compararon los resultados en función del sexo aprecian diferencias significativas, con valores de $30,3^{\circ}\pm 6,4^{\circ}$ en los gimnastas y de $25,2^{\circ}\pm 7,6^{\circ}$ en las gimnastas ($p<0,004$).

Gómez-Lozano (2007) en su estudio sobre bailarinas observa una media de cifosis lumbar en flexión máxima del tronco de $19,82^{\circ}\pm 11,45^{\circ}$ para las bailarinas de clásico y de $19,48^{\circ}\pm 12,89^{\circ}$ para las bailarinas de español, sin observar diferencias significativas entre modalidades. En el grupo control observa valores medios de $15,78^{\circ}\pm 6,76^{\circ}$.

Martínez-Gallego (2004) también observa valores superiores en las gimnastas de rítmica cuando los compara con el grupo control. Los valores medios fueron $26,30^{\circ}\pm 6,65^{\circ}$ en el grupo de competición, $25,13^{\circ}\pm 6,14^{\circ}$ en el grupo de escuela y $22,92^{\circ}\pm 8,92$ en el grupo control.

Otros deportes en los que se ha analizado la curva lumbar en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López-Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), valoró el morfotipo raquídeo en nadadores incluyendo la flexión máxima del tronco. La media de cifosis lumbar dinámica en el grupo de nadadores fue de $24,62^{\circ}\pm 7,7^{\circ}$, con un rango de 11° - 46° . En el grupo de nadadoras la media fue de $21^{\circ}\pm 6,5^{\circ}$, con un rango de 10° - 36° . Los nadadores presentan un mayor grado de cifosis lumbar dinámica aunque las diferencias no son significativas.

En la tabla V.5, se muestran los valores encontrados en función del estilo. En nadadores se presenta una mayor cifosis lumbar en mariposa y espalda, siendo la menor en braza, encontrando diferencias significativas entre mariposa-braza ($t=2,29$; $p<0,03$) y espalda-braza ($t=2,61$; $p<0,02$). En nadadoras, se observa una mayor cifosis lumbar en mariposa y la menor en braza pero sin diferencias significativas.

Tabla V.5. Valores medios del grado de cifosis lumbar dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	23,95 ⁰ ±6,31 ⁰	20,67 ⁰ ±4,05 ⁰
Espalda	28,87 ⁰ ±9,82 ⁰	21,25 ⁰ ±7,67 ⁰
Mariposa	29 ⁰ ±9,62 ⁰	22,8 ⁰ ±6,3 ⁰
Braza	20,3 ⁰ ±5,21 ⁰	19,77 ⁰ ±7,88 ⁰

López-Miñarro et al. (2009) en 30 piragüistas con edades entre 13 y 14 años, encontraron una cifosis lumbar en máxima flexión del tronco de 28,68⁰±6,26⁰.

En el estudio de kayakistas y canoistas de categoría infantil, López-Miñarro et al. (2008), encontraron una mayor cifosis lumbar en los kayakistas (27,91⁰±6,21⁰) respecto a los canoistas (25,70⁰±6,15⁰), aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos.

Por último, Muyor (2010) evalúa a 180 ciclistas y 60 sedentarios (30,6±10,4 años). En la tabla V.6 se muestran los resultados obtenidos para la cifosis lumbar en máxima flexión del tronco.

Tabla V.6. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).

	Sénior/Élite	Máster 30	Máster 40/50	Control
Cifosis lumbar en flexión máxima del tronco	33,8 ⁰ ±9,5 ⁰	30,5 ⁰ ±8,5 ⁰	27,5 ⁰ ±9,8 ⁰	30,5 ⁰ ±9,1 ⁰

Categorización de la curva lumbar en flexión máxima del tronco

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva lumbar en flexión máxima del tronco, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis lumbar en 30°.

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis lumbar en máxima flexión del tronco, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) tanto el grupo de gimnasia estética como el grupo de gimnasia rítmica presentan un porcentaje de normalidad del 64,9% y un 69,5% respectivamente; b) el grupo control presenta mayores porcentajes de normalidad, con el 74,7% de los morfotipos dentro de la normalidad.

Con relación a los morfotipos alterados, en el grupo de gimnasia estética se observó un 30,9% de cifosis lumbares leves y un 4,3% de cifosis lumbares moderadas; en el grupo de gimnasia rítmica se observó un 29,3% de cifosis lumbares leves y un 1,2% de cifosis lumbares moderadas; y en el grupo control un 24,1% de cifosis lumbares leves y un 1,3% de cifosis lumbares moderadas.

Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica observa similares porcentajes de normalidad, tanto en el grupo de competición como en el grupo de base. Así, dentro del grupo de gimnastas de rítmica de escuela observa un 33% de cifosis lumbares dentro de la normalidad, un 54% de cifosis lumbares leves y un 13% de cifosis lumbares moderadas. Para el grupo de gimnastas de competición observan un 34% de cifosis lumbares dentro de la normalidad, un 45% de cifosis lumbares leves y un 18% de cifosis lumbares moderadas.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa un mayor porcentaje de morfotipos lumbares dentro de la normalidad. En el grupo de clásico, observa un 63,6% de normalidad, un 30,3% cifosis lumbares leves y un 6,1% de cifosis lumbares moderadas. En el grupo de español observa un 63,5% de normalidad, un 27,3% de cifosis lumbares leves y un 9,2% de cifosis lumbares moderadas. Y en el grupo control observa un 87,9% de cifosis lumbares dentro de la normalidad y un 12,1% de cifosis lumbares leves.

Otros deportes en los que han categorizado los morfotipos en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López-Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), tras estudiar el morfotipo en flexión del tronco en nadadores, observa en el raquis lumbar un 50,6% de los morfotipos dentro de la normalidad, un 37,6% de los morfotipos con cifosis leve y un 11,8% con cifosis moderada.

Muyor (2010), observa que solo el 16,9% de los ciclistas tienen un morfotipo lumbar dentro de la normalidad, un 37,5% presentan una cifosis lumbar leve y un 45,6% presentan una cifosis lumbar moderada. Cuando compara los resultados por modalidades observa que el grupo máster 40/50 es el que presenta mayor porcentaje de normalidad (26,7%), seguido del grupo máster 30 y del senior. El grupo control es el que tiene menor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad, y más casos de cifosis lumbar marcada.

Todos estos estudios, demuestran como el deporte y la modalidad deportiva juegan un papel clave en las adaptaciones de la disposición sagital del raquis, no solo en la estática sino también en la dinámica, y en este caso en concreto sobre la curva lumbar.

V.2. ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD GLOBAL DEL RAQUIS

No han sido muchos los estudios que han analizado el comportamiento de la movilidad de la espalda en gimnastas (Öhlén et al., 1989a; Gómez-Lozano, 2007), a pesar de que sea necesario un importante rango de movimiento del tronco para su práctica.

En el presente estudio, para la movilidad total se han obtenido valores medios de $246,26^0 \pm 25,09^0$ para el grupo de gimnastas de estética. Estos resultados son inferiores a los encontrados por Gannon y Bird (1999) que observaron en un grupo de bailarinas valores medios de $256,5^0 \pm 19,8^0$. También, Gómez-Lozano (2007) para un grupo de bailarinas encuentra mayores valores con una media de $261,18^0 \pm 15,67^0$ para el grupo de clásico y de $253,03^0 \pm 17,05^0$ para el grupo de español. En ambos trabajos las bailarinas obtienen mejores resultados cuando son comparados con el grupo control (tabla V.7).

Tabla V.7. Valores medios de la movilidad total y parcial en diferentes investigaciones.

Estudio	Movilidad total	Flexión máxima	Extensión máxima
Gimnastas de Estética	$246,3^0 \pm 25,1^0$	$156,2^0 \pm 13,1^0$	$90,1^0 \pm 12^0$
Ballet Clásico Gómez-Lozano (2007)	$261,18^0 \pm 15,7^0$	$167,06^0 \pm 7,2^0$	$94,12^0 \pm 13,4^0$
Español Gómez-Lozano (2007)	$253,03^0 \pm 17,1^0$	$162,21^0 \pm 8,1^0$	$90,81^0 \pm 12^0$
Grupo control Gómez-Lozano (2007)	$220,87^0 \pm 15,7^0$	$141,81^0 \pm 9,8^0$	$79,06^0 \pm 9,4^0$
Bailarines Gannon y Bird (1999)	$256,5^0 \pm 19,8^0$		
Grupo control Gannon y Bird (1999)	$191,7^0 \pm 22,6^0$		

Cuando se analizan los resultados en función del movimiento, para el grupo de gimnasia estética se han encontrado valores medios de $156,2^0 \pm 13,1^0$ para la flexión máxima y de $90,1^0 \pm 12^0$ para la extensión máxima. Cuando se analizan los resultados en función de la edad, se observa como la flexión máxima aumenta con la edad, mientras que la extensión máxima disminuye con la edad.

Para la flexión máxima se han obtenidos valores medios de $153,43^{\circ} \pm 11,40^{\circ}$ para el grupo de hasta 11 años; de $155,95^{\circ} \pm 13,56^{\circ}$ para el grupo de 11 a 14 años y $162,63^{\circ} \pm 11,82^{\circ}$ para el grupo de 15 o más años. Este aumento progresivo de la flexión conforme va aumentando la edad, corrobora el estudio realizado por Klemp y Chalton (1989), en el que concluyen que la flexión del tronco es habitualmente adquirida y desarrollada tras más de cuatro años de entrenamiento.

Respecto a la media de la extensión máxima, se han obtenido valores medios de $96^{\circ} \pm 11,72^{\circ}$ para el grupo de hasta 10 años; $89,91^{\circ} \pm 11,10^{\circ}$ para el grupo de 11 a 14 años, y $83,30^{\circ} \pm 14,34^{\circ}$ para el grupo de 15 años o más.

Widhe (2001) realizó un estudio longitudinal, valorando la evolución de diferentes parámetros de la columna vertebral con el paso de los años. Seleccionó una muestra de 90 niños de 5-6 años y, 10 años después, los volvió a valorar cuando tenían entre 15 y 16 años. Analizó la disposición sagital de la columna vertebral en bipedestación, así como la movilidad de la curva dorsal y lumbar en flexión y extensión, utilizando el Cifómetro de Debrunner. Tras el análisis de los resultados, observa como la postura cambia de forma significativa durante el crecimiento, aumentando la cifosis torácica y la lordosis.

Con relación a la movilidad de la columna, para la columna dorsal, la flexión disminuye 9° y la extensión disminuye 18° . Para la columna lumbar, la flexión disminuye 9° y la extensión aumenta 5° . Por tanto, la movilidad sagital total disminuye durante un periodo de 10 años en la región dorsal unos 27° y en la región lumbar 4° . Este autor concluye que cuando la flexión y extensión del tronco no es entrenada, el rango de esta movilidad se reduce significativamente durante el crecimiento (Widhe, 2001).

Hay que tener en cuenta que la edad de las gimnastas de estética es menor a las de las bailarinas evaluadas por Gómez-Lozano (2007). Por tanto, las diferencias en la movilidad pueden deberse a los años de entrenamiento y a las diferentes técnicas y movimientos utilizados en cada uno de los deportes.

Por otro lado, destacar los estudios de Nilsson et al. (1993) y Öhlén et al. (1989a) que valoran el rango de movimiento sagital de la curva dorsal y de la curva lumbar (tabla V.8).

Tabla V.8. Valores medios del rango de movimiento sagital de la curva dorsal y lumbar.

Estudio	Movilidad total Curva dorsal	Flexión máxima	Extensión máxima
Bailarines Nilsson et al. (1993)		71,1° (25°-101°)	95,6° (56°-123°)
Gimnastas Öhlén et al. (1989)	57°	28,5°	28,5°

Estudio	Movilidad total Curva lumbar	Flexión máxima	Extensión máxima
Gimnastas Öhlén et al. (1989)	113°	75,3°	37,8°

V.3. ANÁLISIS DE LA EXTENSIBILIDAD DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL

La flexibilidad es uno de los componentes básicos de la condición física y, en función del deporte practicado, tendrá una mayor o menor relevancia para el deportista (Canda et al., 2004; Irurtia et al., 2010).

En la literatura científica se pueden leer algunos trabajos sobre la valoración de la flexibilidad en deportistas, observándose gran diferencia en los resultados en función del deporte evaluado. En este sentido, es necesario destacar el estudio realizado por Canda et al. (2004) donde valoran a través del test DD-P a 1391 deportistas (385 mujeres y 1006 varones), con una edad media de $23,3 \pm 4,6$ años (rango de 16 a 40 años). Todos los deportistas competían a nivel nacional y/o internacional, siendo la mayoría integrantes de los respectivos equipos y selecciones nacionales.

En las tablas V.9 y V.10 se presentan los valores medios obtenidos para cada modalidad deportiva y por sexo. Tras el análisis de los resultados, observan como las chicas presentan mejores resultados. Cuando analizan las diferentes modalidades deportivas, observan como las especialidades de gimnasia y los saltos de natación son las que muestran mayores niveles de flexibilidad.

Tabla V.9. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos-planta por modalidad deportiva en chicas. Tomado de Canda et al. (2004).

Modalidad deportiva	distancia alcanzanda	Modalidad deportiva	distancia alcanzanda
Tiro olímpico	$8,8 \pm 8,3$	Triatlón	$15,14 \pm 6,07$
Padel	$9,23 \pm 6,13$	Halterofilia	$15,15 \pm 6,61$
Maratón	$11,19 \pm 6,29$	Salto de altura	$16,1 \pm 6,19$
Atletismo. Velocidad	$11,25 \pm 7,32$	Beisbol	$16,1 \pm 4,8$
Hockey hierba	$11,37 \pm 7,35$	Salto de pértiga	$16,1 \pm 7,64$
Atletismo. Fondo	$11,42 \pm 6,82$	Atletismo. Pruebas combinadas	$16,42 \pm 6,97$
Badminton	$11,7 \pm 7,17$	Esquí alpino	$16,68 \pm 5,31$
Judo	$12,41 \pm 7,23$	Lanzamientos	17
Voleibol	$12,44 \pm 6,68$	Natación	$17,63 \pm 9,52$
Karate	$13 \pm 2,51$	Remo	$18,9 \pm 1,82$
Baloncesto	$14,14 \pm 5,86$	Piragüismo	$18,96 \pm 5,76$
Ciclismo	$14,56 \pm 6,35$	Gimnasia rítmica	$23,27 \pm 3,83$
Atletismo. Medio fondo	$14,7 \pm 2,31$	Gimnasia artística	$25,23 \pm 3,2$
Salto longitud	$14,88 \pm 4,27$	Natación saltos	$27,56 \pm 1,45$
Esgrima	$15,1 \pm 4,84$		

En el presente estudio, los resultados del test DD-P muestran como la flexibilidad es dependiente de la práctica deportiva. Encontrando un mayor grado de flexibilidad en los grupos de gimnastas cuando se comparan con el grupo control ($p=0,000$). Así, en el grupo de gimnasia de estética se observan valores medios de $15,8\pm 7,4$ cm., en el grupo de gimnasia rítmica se observan valores medios de $15,5\pm 7,7$ cm. y en el grupo control valores medios de $-5,7\pm 10,7$ cm.

Cuando se comparan estos resultados con los de Canda et al. (2004), se observa como en las chicas, 14 modalidades deportivas presentan valores más bajos y 15 modalidades presentan valores similares o mayores. Mientras que en los chicos, 34 modalidades presentan valores menores y 8 modalidades presentan mayores valores.

Tabla V.9. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos planta por modalidad deportiva en chicos. Tomado de Canda et al. (2004).

Modalidad deportiva	distancia alcanzanda	Modalidad deportiva	distancia alcanzanda
Maratón	$-1,39\pm 7,93$	Salto longitud	$10,44\pm 7,03$
Waterpolo	$1,9\pm 7,59$	Rugby	$10,54\pm 7,36$
Tiro olímpico	$3,78\pm 8,52$	Judo	$11,42\pm 8,04$
Escalada	$4,57\pm 11,54$	Esgrima	$11,44\pm 7,91$
Alpinismo	$6,35\pm 6,01$	Lucha	$11,5\pm 6,68$
Atletismo medio fondo	$6,56\pm 8,18$	Voleibol	$11,62\pm 7,05$
Esquí de fondo	$7,3\pm 9,01$	Piragüismo	$11,88\pm 7,19$
Tiro con arco	$7,38\pm 9,84$	Atletismo. Velocidad	$12,66\pm 7,23$
Baloncesto	$7,94\pm 9,84$	Triatlón	$13,27\pm 7,3$
Golf	$8,25\pm 10,81$	Badminton	$13,29\pm 5,4$
Tenis	$8,25\pm 7,17$	Lanzamiento de Jabalina	13,5
Hockey hierba	$8,51\pm 7,44$	Salto de pértiga	$13,69\pm 9,12$
Atletismo. Pruebas combinadas	$8,89\pm 8,05$	Halterofilia	$14,45\pm 6,74$
Fútbol	$8,98\pm 6,63$	Natación	$15,06\pm 8,27$
Lanzamientos	$9,08\pm 5,41$	Ciclismo	$15,61\pm 8,73$
Fútbol sala	$9,13\pm 5,79$	Karate	$16,17\pm 4,76$
Boxeo	$9,44\pm 8,11$	Salto altura	$16,22\pm 9,17$
Atletismo. Fondo	$9,66\pm 6,66$	Esquí alpino	$16,29\pm 5,79$
Padel	$9,96\pm 6,83$	Trampolín	$17,31\pm 2,22$
Esquí de montaña	$10,25\pm 6,66$	Natación saltos	$24,79\pm 2,51$
Remo	$10,43\pm 7,23$	Gimnasia artística	$28\pm 2,81$

En concreto, tanto los gimnastas de artística ($28\pm 2,81$ cm.) y trampolín ($17,31\pm 2,22$ cm.), como las gimnastas de rítmica ($23,27\pm 3,83$ cm.) y artística ($25,23\pm 3,2$ cm.) evaluadas por Canda et al. (2004), presentan mayores valores que las gimnastas de rítmica y estética del presente estudio.

Las diferencias pueden deberse tanto al nivel competitivo como a la edad, ya que la edad media de los deportistas evaluados por Canda et al. (2004) es de $23,3\pm 4,6$ años y el rango de edad de los 16 a los 40 años. La media de años de entrenamiento fue de $9,5\pm 4,5$ años, con una frecuencia de entrenamiento de $5,6\pm 1,1$ días a la semana y $3,5\pm 1,9$ horas al día.

Cuando se analizan los resultados de otras investigaciones, se observa como el resultado es dependiente del deporte analizado, de la modalidad deportiva dentro de un mismo deporte y del nivel de los deportistas. Así, los deportes con mejores valores en el test DD-P son la gimnasia y la danza.

Arazi et al. (2013) tras evaluar a 20 gimnastas profesionales de la especialidad de gimnasia artística ($15,20\pm 3,4$ años) encuentran unos valores medios de $45,7\pm 5,6$ cm.

Oreb et al. (2006), tras valorar a 51 bailarinas, 30 del Ballet Nacional de Croacia ($30,70\pm 8,33$ años) y 21 del Ballet Nacional de Folclore ($32,94\pm 8,32$ años), encuentran valores medios de $22,80\pm 4,12$ cm. en el grupo de danza clásica y de $12,41\pm 6,45$ cm. en el grupo de folclore, con diferencias significativas entre grupos ($p=0.000$).

Gómez-Lozano (2007) tras evaluar a 66 bailarinas, 33 de danza clásica (edad: $22\pm 3,79$ años) y 33 de danza española (edad: $22,12\pm 4,21$ años), observa valores medios de $23,97\pm 5,13$ cm. en el grupo de clásico y de $19,18\pm 6,20$ cm. en el grupo de español. El grupo de clásico presenta, de forma significativa, mayores valores de flexibilidad que el grupo de español, y ambos grupos de bailarinas, obtienen mayores valores de flexibilidad que el grupo control ($3,04\pm 7,10$ cm.).

Martínez-Gallego (2004) tras medir a 163 gimnastas de Rítmica, 82 gimnastas de competición y 81 gimnastas de escuelas de base, observa valores medios de $15,47\pm 7,72$ cm en el grupo de competición y de $3,74\pm 9,27$ cm en el grupo de escuela, siendo las diferencias significativas. Para el grupo control encuentra valores medios de $-5,71\pm 10,71$ cm.

Muyor (2010), en ciclistas, observa valores medios de $6,7 \pm 10,8$ cm. en la categoría Sénior/Élite (23,2 \pm 4,4 años), $2,5 \pm 8,3$ cm. en la categoría Máster 30 (34,2 \pm 3 años), $1,3 \pm 9$ cm. en la categoría Máster 40/50 (45,3 \pm 5,2 años) y de $-6,1 \pm 8,1$ cm. en el grupo control (20,8 \pm 2,3 años).

Pastor (2000) en nadadores encuentra rangos que van desde $1,3 \pm 8,1$ cm. en la categoría promesas chicos (12,86 \pm 0,55 años) a los $8,4 \pm 8,2$ cm. en la categoría infantiles chicas (12,75 \pm 0,61 años), observando mejores valores de flexibilidad en las chicas. Además, cuando analiza los resultados en función de la edad, observa una mayor extensibilidad isquiosural en los nadadores de menor edad (categoría promesa) en comparación con los de mayor edad (categoría infantil).

Los resultados del presente estudio con relación a la edad, no concuerdan con los de Pastor (2000), ya que en los dos grupos de gimnastas se ha encontrado un aumento de los valores conforme aumenta la edad. Esta discrepancia en la evolución de la flexibilidad puede deberse al deporte evaluado y a la presencia o no de un trabajo de flexibilidad específico dentro de las rutinas de entrenamiento. Por ello, aquellos autores que encuentran bajos valores de flexibilidad en sus deportistas recomiendan realizar un correcto trabajo de estiramientos en los entrenamientos (López-Miñarro et al., 2008; Pastor, 2000; Sanz, 2002).

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias propuestas por Ferrer (1998), que sitúan el límite de normalidad para el test DD-P en valores superiores a -2 cm., la cortedad grado I en valores entre -3 cm. y -9 cm., y la cortedad grado II en valores menores a -10 cm.

En el presente estudio, al clasificar los valores respecto a las referencias de normalidad, se ha encontrado casi un 100% de valores dentro de la normalidad en ambos grupos de gimnastas. Por el contrario, solo el 36,7% de las niñas del grupo control presentan valores dentro de la normalidad.

Estas diferencias respecto al grupo control son similares a las encontradas por Gómez-Lozano (2007) y Martínez-Gallego (2004).

Gómez-Lozano (2007), cuando categoriza los valores de flexibilidad, encuentra que el 100% de las bailarinas tienen valores dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo control un 18,8% de las chicas tienen cortedad moderada, un 9,9% cortedad marcada y un 71,3% tienen valores dentro de la normalidad. Tras el análisis de los

resultados, Gómez-Lozano (2007) concluye que las bailarinas de danza clásica y danza española poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, no existiendo ningún caso de cortedad isquiosural en esta población. La extensibilidad isquiosural es notablemente mayor en las bailarinas de danza clásica que en las de danza española debido a que las bailarinas de danza española suelen dedicar menos tiempo al trabajo de esta cualidad.

Martínez-Gallego (2004), cuando categoriza los valores de flexibilidad observa que el 98% de las gimnastas de competición y el 74% de las gimnastas de escuela tienen valores dentro de la normalidad. El grupo de gimnastas de escuela presenta un 17% de cortedad grado I y un 9% de cortedad grado II. En el grupo control disminuyen los casos dentro de la normalidad (37%) y se observa un 63% de casos con cortedad.

En la presente investigación se han utilizado para valorar la extensibilidad isquiosural un test lineal (DD-P), y dos tests angulares que valoran la flexión de la pelvis durante la máxima flexión del tronco (L-V y L-H fx) (Cornbleet y Woolsey, 1996; Ferrer, 1998; Santonja y Genovés, 1992; Santonja et al., 1995a). Con los ángulos L-H fx y L-V se elimina una causa de error, al valorar únicamente la flexión de la pelvis sobre las coxofemorales, con respecto a la horizontal o la vertical en máxima flexión del tronco.

Los ángulos L-H fx y L-V son un complemento indispensable a las mediciones lineales (DD-P o DD-S) y al test EPR, por ser los únicos que cuantifican la retroversión de la pelvis, y al demostrarse radiográficamente la trascendencia de las basculación de la pelvis en la génesis de las repercusiones lumbares (Ferrer, 1998).

En el presente estudio, utilizando los límites propuestos por Santonja et al. (1995c) y Ferrer (1998), se ha encontrado una homogeneidad en los resultados, de tal forma que con todos los tests de valoración se ha catalogado a las gimnastas de manera similar.

Sin embargo, en muchas ocasiones, los resultados que se obtienen al realizar los test lineales tienden a infravalorar la extensibilidad isquiosural cuando existe hipercifosis dorsal (postural o estructurada, estática o dinámica), hiper movilidad lumbar (Somhegyi y Ratko, 1993) o actitud cifótica lumbar dinámica (Santonja, 1992; Santonja y Ferrer, 2000). Siendo esta “mejora” en los valores obtenidos, debida a la hiperflexión del segmento dorsal y/o lumbar. En estos casos, cuando se utilizan los test lineales se pueden incrementar los falsos negativos, es decir catalogar a un deportista como normal cuando en realidad presenta cortedad de la musculatura isquiosural, por lo que se recomienda realizar la valoración por medio de los test de recorrido angular (Pastor, 2000).

V.4. ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA CONFIGURACIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

Uetake et al. (1998) afirman que el plano sagital raquídeo de un deportista puede ser modificado con el entrenamiento intensivo a lo largo del tiempo, sobre todo en niños y adolescentes (Gozdziewski et al., 1989; Iwakami, 1987; Voutsinas y MacEwen, 1986; Willner y Jonson, 1983).

Desde las primeras observaciones publicadas por Scheüermann's (1920, 1921), se ha demostrado una asociación entre la hiperCIFOSIS torácica y el trabajo repetitivo requerido en deportes. Hafner y Surrey (1952), Micheli (1979), Endler et al. (1980), Falter et al. (1981), Wilson y Lindseth (1982) y Sward (1992) observaron que existía asociación entre la hiperCIFOSIS y algunas actividades deportivas, como la gimnasia, el remo y la natación, al ser deportes que implican flexiones repetitivas y extremas de la columna vertebral.

Para controlar la posible contaminación que podían ejercer las horas y los años de entrenamiento en los resultados del presente estudio, se ha realizado un control por diseño, complementado con un control por análisis estadístico con el fin de comprobar la posible influencia que estos parámetros han ejercido en las gimnastas de GEG, encontrando solo significación para la variable DD-P, el ángulo L-H fx y la flexión y extensión máxima.

Wojtys et al. (2000) tras analizar a una muestra de deportistas adolescentes, encuentran una asociación entre el aumento de las horas de entrenamiento con el aumento del grado cifosis dorsal y lordosis lumbar. Así, observan como el incremento en las curvaturas de los deportistas es proporcional al tiempo de entrenamiento para la cifosis torácica y para la lordosis lumbar en bipedestación.

Alicsson y Werner (2006) encontraron un incremento significativo de la cifosis torácica en esquiadores tras un período de 5 años de entrenamiento (de $33,5^0 \pm 7,9^0$ a $42,9 \pm 8,1^0$). Este aumento se asoció al volumen de entrenamiento. Por ello, estos autores recomiendan que es necesario incorporar a la planificación del entrenamiento de los deportistas, un programa de educación postural para mejorar la disposición sagital de su columna vertebral.

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Los escaladores de más alto nivel entrenaban más horas que los escaladores recreativos. Encontraron que la cifosis torácica

y lordosis lumbar en bipedestación fueron significativamente mayores en los escaladores de mayor nivel, aunque en la lordosis las diferencias no alcanzaron significación estadística. Posteriormente, se realizó otro análisis dividiendo al grupo de élite a su vez en otros dos grupos en función del nivel, en donde hallaron que los escaladores que poseían mayor cifosis torácica eran aquellos de mayor nivel. Por tanto, el cambio del morfotipo raquídeo puede estar influido también por el nivel.

Por el contrario, como ocurre en nuestro estudio, Rajabi et al. (2008) tras analizar la cifosis torácica de dos grupos de elite de lucha greco romana y estilo libre, no observan relación entre el tiempo de entrenamiento y la cifosis ($r=0,36$).

Sainz de Baranda et al. (2010) analizan la asociación entre el tiempo de entrenamiento y el morfotipo sagital raquídeo de 81 gimnastas de trampolín, no encontrando asociación entre el volumen de entrenamiento y el grado de cifosis dorsal pero sí un aumento de la lordosis lumbar en bipedestación y una disminución de la cifosis lumbar en flexión del tronco y en sedentación asténica.

Respecto a la relación entre el volumen de entrenamiento y los valores de extensibilidad isquiosural, Sanz (2002) encontró en el test de distancia dedos-planta, resultados similares en dos grupos de nadadores cuyo volumen de entrenamiento era diferente.

Muyor (2010), en cuanto al grado de extensibilidad en función del número de horas de entrenamiento al día, no encontró diferencias significativas en el test angular EPR, aunque sí las hubo en los test de distancia DD-P y DD-S, de modo que a más horas de entrenamiento, mayor distancia alcanzada.

Estas diferencias entre los estudios podrían explicarse por la gran variedad de deportes incluidos, la diferencia en la edad, los años de entrenamiento, el tamaño de la muestra, la forma de calcular el volumen total y la metodología (protocolo, sistemas de medición y referencias de normalidad utilizadas).

V.5. PERSPECTIVAS Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Sería conveniente realizar un seguimiento longitudinal a las gimnastas de este estudio para conocer la evolución de su raquis y el efecto que la GEG educativa ha efectuado sobre el mismo a lo largo de los años de entrenamiento.

Otra posibilidad, sería el diseño de investigaciones con gimnastas principiantes en esta actividad, comprobando a través de radiografías el estado de su raquis desde el comienzo al final de su vida deportiva.

Consideramos también apropiado valorar el efecto de un programa de concienciación raquídea sobre la postura corporal que se adopta en los ejercicios propios de la GEG.

Nos parece interesante plantear un estudio que permita conocer el comportamiento del raquis en el momento de realización de los elementos corporales de hiperflexión e hiperextensión característicos de la GEG.

VI.

CONCLUSIONES



1ª. La cifosis dorsal en bipedestación en el grupo de GEG se encuentra dentro del rango de normalidad, con valores similares a los del grupo de GRD, e inferiores a los del grupo control. Existe una mayor prevalencia de rectificaciones en el grupo de GEG, lo que puede ser debido a las diferencias técnicas entre la GEG y la GRD.

2ª. La curva lumbar en bipedestación en el grupo de GEG se encuentra dentro del rango de normalidad, con valores inferiores a los del grupo de GRD y el grupo control. Los mayores porcentajes de normalidad se han registrado en el grupo de GEG, así como un mayor porcentaje de hiperlordosis en el grupo de GRD. Estos resultados pueden ser debidos a las diferencias en el entrenamiento y la prohibición por parte del código de Gimnasia Estética de Grupo de las dificultades con hiperextensión del tronco.

3ª. La cifosis dorsal en sedentación asténica en el grupo de GEG se encuentra por encima de los valores de normalidad, con diferencias significativas en función de la modalidad deportiva. Se observa igualmente que tan solo el 29% de las gimnastas de estética presentan cifosis dorsal dentro del rango de normalidad en sedentación. El grupo de GRD y el grupo control muestran la misma prevalencia de normalidad (54,3% y 54,4% respectivamente) y patología (45,7% y 45,6% respectivamente).

4ª. Las gimnastas de GEG y GRD, al sentarse en postura asténica, disponen su región lumbar con mayores curvas cifóticas que las del grupo control, de tal forma que el grupo control presenta un mayor porcentaje de normalidad (59,5%), en comparación con la GEG (40,9%) y la GRD (40,7%). Estos datos demuestran que ambas modalidades de gimnasia no presentan una transferencia positiva hacia la correcta actitud postural en sedentación.

5ª. La cifosis dorsal en máxima flexión del tronco para el grupo de GEG se encuentra por encima de los valores de normalidad, presentando diferencias significativas en función de la modalidad deportiva. Así, se aprecia un mayor grado de cifosis dorsal en el grupo de GEG ($69,1^0 \pm 12,1^0$), seguido del grupo control ($59,6^0 \pm 10,6^0$) y del grupo de GRD ($50,4^0 \pm 11,3^0$), lo que demuestra la influencia del deporte sobre la curva dorsal. Con relación a la categorización del morfotipo, se observa en el grupo de GEG un gran porcentaje de morfotipos alterados (58,5%), mientras que en el grupo de GRD se aprecia un 95,1% cifosis dorsales dentro de la normalidad.

6ª. Los valores de cifosis lumbar en máxima flexión del tronco que presentan las gimnastas de GEG y de GRD son mayores que los encontrados en el grupo control. En este sentido, el grupo control presenta un mayor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad (74,7%) en comparación con las gimnastas de GEG (64,9%) y de GRD (69,5%). Estos datos muestran que ambas modalidades de gimnasia no colaboran en el desarrollo armónico de la dinámica del raquis en la zona lumbar.

7^a. Tanto las gimnastas de Estética de Grupo como las gimnastas de Rítmica poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, con elevados porcentajes de normalidad (98,9% y 97,6% respectivamente), sin encontrar diferencias significativas entre ambas modalidades de gimnasia.

8^a. No se ha encontrado una asociación entre el volumen de entrenamiento y el morfotipo raquídeo sagital, ya sea para la curva dorsal o lumbar, en ninguna de las tres posiciones analizadas. Por el contrario, sí que se ha observado una correlación positiva entre el volumen de entrenamiento y los valores de flexibilidad y movilidad raquídea. Estos resultados sugieren que a mayor volumen de entrenamiento mayor flexibilidad y movilidad raquídea.

VII.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Visión sagital del raquis.	18
Figura II.2. Evolución de la cifosis y lordosis con la edad durante las etapas de crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004).	20
Figura II.3. Evolución del IC durante el crecimiento. Tomado de Andújar (2010).	22
Figura II.4. Evolución del IC durante el crecimiento diferenciando por sexos. Tomado de Andújar (2010).	23
Figura II.5. Evolución del IL durante el crecimiento. Tomada de Andújar (2010).	24
Figura II.6. Evolución del IL durante el crecimiento. Tomada de Andújar (2010).	24
Figura II.7. Diferentes disposiciones del raquis en el plano sagital. Tomado de Serna et al. (1996).	25
Figura II.8. Hilma Jalkanen creadora de la Gimnasia Moderna Finlandesa (1889-1964).	65
Figura II.9. Gimnasia escolar austriaca (1856-1915).	66
Figura II.10. Logo de la Federación Internacional de Gimnasia Estética de Grupo.	67
Figura II.11. Campeonato del Mundo de Gimnasia Estética de Grupo celebrado en Cartagena en 2012.	68
Figura II.12. Elevación de una gimnasta dentro de una rutina de Gimnasia Estética de Grupo.	71
Figura II.13. Reglamento de competición para infantiles. http://www.ifagg.com/	72
Figura II.14. Equilibrio a una pierna.	75

Figura II.5. Elemento corporal con hiperextensión lumbar.	77
Figura II.16. Postura corporal básica.	79
Figura II.17. Equilibrio en una pierna, pierna libre en la horizontal (min. 90°), frontal con inclinación hacia delante durante el equilibrio.	81
Figura II.18. Equilibrio en una pierna, pierna libre levantada estirada o doblada hasta la horizontal (90°), detrás (sin ayuda de las manos).	81
Figura II.19. Equilibrios sobre una pierna, pierna libre levantada recta o doblada hacia atrás con la ayuda de una o dos manos.	82
Figura II.20. Salto en “Corzo”.	73
Figura II.21. Salto Zancada en círculo con flexión.	73
Figura III.1. Distribución de la muestra por grupos.	91
Figura III.2. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la cifosis.	97
Figura III.3. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la cifosis.	97
Figura III.4. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la lordosis.	97
Figura III.5. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la lordosis.	97
Figura II.6. Estudio del morfotipo en sedentación asténica. Valoración con inclinómetro.	98
Figura III.7. Ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica (L-H SA).	99
Figura III.8. Medición con inclinómetro de la curva dorsal en posición del test DD-P.	101
Figura III.9. Medición con inclinómetro de la curva lumbar en posición del test DD-P.	101
Figura III.10. Movilidad de flexión máxima del Tronco en T5-T7.	102
Figura III.11. Movilidad global de extensión del tronco en T5-T7.	103

Figura III.12. Test de Distancia Dedos-planta.	104
Figura III.13. Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx).	105
Figura III.14. Ángulo Lumbo-Vertical (L-V).	106
Figura IV.1. Porcentaje según los valores de normalidad de la Cifosis Dorsal en Bipedestación.	114
Figura IV.2. Porcentaje según los valores de normalidad en Lordosis en Bipedestación.	118
Figura IV.3. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis dorsal en sedentación.	122
Figura IV.4. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis lumbar en sedentación.	126
Figura IV.5. Porcentaje según los valores de normalidad del ángulo lumbo horizontal en sedentación asténica.	130
Figura IV.6. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Dorsal en DD-P.	135
Figura IV.7. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Lumbar en DD-P.	139
Figura IV.8. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test DD-P.	146
Figura IV.9. Porcentaje según los valores de normalidad en el ángulo L-H fx.	150
Figura IV.10. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test del Ángulo L-V.	154
Figura IV.11. Relación entre el volumen de entrenamiento y (A) resultados del Test Dedos-Planta, (B) grados de Flexión Máxima, (C) ángulo Lumbo-Horizontal en flexión y (D) grados de Extensión Máxima para el grupo de Gimnastas Estética de Grupo.	156

VIII.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Cifosis dorsal y lordosis lumbar durante el crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004).	19
Tabla II.2. Valores medios del plano sagital del raquis en función de la edad. Tomado de Mac-Thiong et al. (2004).	20
Tabla II.3. Valores de la columna dorsal y lumbar en flexión, cifosis, lordosis y extensión. Tomado de Widhe (2001).	21
Tabla II.4. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en bailarinas. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	31
Tabla II.5. Número de casos según valores de normalidad de la cifosis dorsal en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	31
Tabla II.6. Número de casos según valores de normalidad de la lordosis lumbar en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	32
Tabla II.7. Variables antropométricas y volumen de entrenamiento en función de la categoría. Tomado de Pastor (2000).	39
Tabla II.8. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).	39
Tabla II.9. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).	40
Tabla II.10. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).	46
Tabla II.11. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al tiempo de entrenamiento anual en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).	47
Tabla II.12. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al volumen total de entrenamiento. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2010).	48
Tabla II.13. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).	56
Tabla II.14. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).	57

Tabla II.15. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Muyor (2010).	59
Tabla II.16. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Pastor (2000).	60
Tabla II.17. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	62
Tabla II.18. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Martínez-Gallego (2004).	63
Tabla III.1. Valores medios de la población estudiada, para la disposición del raquis dorsal y lumbar en las tres posiciones estudiadas sin modificaciones de la postura.	89
Tabla III.2. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los test de valoración del plano sagital de la columna vertebral.	89
Tabla III.3. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los diferentes test de flexibilidad.	90
Tabla III.4. Distribución de la muestra por grupos de edad.	92
Tabla III.5. Distribución de casos por horas semanales de entrenamiento para los grupos de gimnastas.	92
Tabla III.6. Distribución de casos por años de entrenamiento para los grupos de gimnastas.	92
Tabla III.7. Datos descriptivos correspondientes a la talla de los sujetos de la muestra.	94
Tabla III.8. Datos descriptivos correspondientes al peso de los sujetos de la muestra.	94
Tabla IV.1. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en bipedestación.	111
Tabla IV.2. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en bipedestación.	113
Tabla IV.3. Datos Tabla descriptivos del grado de lordosis en bipedestación.	115
Tabla IV.4. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de	117

lordosis en bipedestación.

Tabla IV.5. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en sedentación.	119
Tabla IV.6. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en sedentación.	121
Tabla IV.7. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en sedentación.	123
Tabla IV.8. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en sedentación.	125
Tabla IV.9. Datos descriptivos del ángulo lumbo-horizontal en sedentación.	127
Tabla IV.10. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica.	129
Tabla IV.11. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en DD-P.	131
Tabla IV.12. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en DD-P.	134
Tabla IV.13. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en DD-P.	136
Tabla IV.14. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en DD-P.	138
Tabla IV.15. Datos descriptivos del grado de flexión del tronco en T5-T7.	140
Tabla IV.16. Datos descriptivos del grado de extensión del tronco T5-T7.	140
Tabla IV.17. Datos descriptivos de los test de valoración de la movilidad global del tronco en T5-T7.	141
Tabla IV.18. Datos descriptivos en la prueba Distancia Dedos-Planta en centímetros.	143
Tabla IV.19. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Test DD-P.	145
Tabla IV.20. Datos descriptivos del Ángulo L-H fx.	147
Tabla IV.21. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo L-H fx.	149

Tabla IV.22. Datos descriptivos del Ángulo L-V.	151
Tabla IV.23. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Ángulo L-V.	153
Tabla IV.24. Correlaciones entre las variables objeto de estudio y el volumen de entrenamiento.	153
Tabla V.1. Valores medios del grado de cifosis dorsal en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).	164
Tabla V.2. Valores medios del grado de lordosis en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).	170
Tabla V.3. Valores medios del grado de cifosis dorsal dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).	183
Tabla V.4. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).	184
Tabla V.5. Valores medios del grado de cifosis lumbar dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).	187
Tabla V.6. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).	187
Tabla V.7. Valores medios de la movilidad total y parcial en diferentes investigaciones.	190
Tabla V.8. Valores medios del rango de movimiento sagital de la curva dorsal y lumbar.	192
Tabla V.9. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos-planta por modalidad deportiva en chicas. Tomado de Canda et al. (2004).	193
Tabla V.10. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos planta por modalidad deportiva en chicos. Tomado de Canda et al. (2004).	194

IX.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Aggrawal, N. D., Kaur, R., Kumar, S., & Mathur, D. N. (1979). A study of changes in the spine in weight lifters and other athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 13(2), 58-61.
- ✓ Aguado, X., Izquierdo, M., & González, J. L. (1997). *Biomecánica fuera y dentro del laboratorio*. León: Universidad de León.
- ✓ Ali, R. M., Green, D. W., & Patel, T.C. (2000). Scheuermann's kyphosis. *Current opinion in Orthopedics*, 11(2), 131-136.
- ✓ Alier, A. (1990). Cifosis. En R. Viladot, O. Cohi y S. Clavell (Eds.), *Ortesis y Prótesis del Aparato Locomotor*. Tomo I. Columna vertebral (pp. 69-76). Barcelona: Masson.
- ✓ Alricsson, M., & Werner, S. (2004). The effect of pre-season dance training on physical indices and back pain in elite cross-country skiers: a prospective controlled intervention study. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 148-153.
- ✓ Alricsson, M., & Werner, S. (2006). Young elite cross-country skiers and low back pain. A 5 year study. *Physical Therapy in Sport*, 7(4), 181-184.
- ✓ Andersen, J. C. (2006). Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. *Athletic Therapy Today*, 3, 9-12.
- ✓ Andrade, R., Previnaire, J. G., & Sturbois, X. (1990). Crecimiento y ejercicio físico. *Archivos de Medicina del Deporte*, VII (27), 285-293.
- ✓ Andreotti, L., & Mauric, A. (1989). *Atlas de semiología reumatológica. Columna vertebral*. Barcelona: Grass.
- ✓ Andújar, P. (1992). Indicaciones sobre la prevención y el tratamiento de las alteraciones del desarrollo del aparato locomotor. En F. Santonja e I. Martínez (Eds.), *Valoración Médico-Deportiva del Escolar* (pp.303-314). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Andújar, P. (2010). *Prevalencia de las desalineaciones del raquis en edad escolar en el Municipio de Murcia*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.

- ✓ Andújar, P., & Santonja, F. (1996). Higiene postural en el escolar. En: V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Eds.), *Escolar: Medicina y Deporte* (pp.342-367). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.
- ✓ Aramendi, J., Terrados, N., Poza, J., Crespo, R., & Usabiaga, J. (1998). La columna vertebral lumbar en las diferentes posiciones del ciclismo profesional en ruta. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(66), 343-347.
- ✓ Arazi, H., Faraji, H., & Mehrtash, M. (2013). Anthropometric and physiological profile of iranian junior elite gymnasts. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 11(1), 35-41.
- ✓ Arendt, Y. D., & Kerschbaumer, F. (2003). Injury and overuse pattern professional ballet dancers. *Z Orthop Grenzgeb*, 141(3), 349-356.
- ✓ Ashton-Miller, J. A. (2004). Thoracic hyperkyphosis in the young athlete: a review of the biomechanical issues. *Current Sports Medicine Report*, 3, 47-52.
- ✓ Ayala, F., Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., & Santonja, F. (2012). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5, 67-74.
- ✓ Bachrach R. M. (1988). Team physician #3. The relationship of low back/pelvic somatic dysfunctions to dance injuries. *Orthopaedic Review*, 17(10), 1037-1043.
- ✓ Bado, J. L. (1977). *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor.
- ✓ Bado, J. L., Barros, P.C., Ruiggero, A., & Navillat, M. (1964). Análisis estadístico de la frecuencia del Síndrome de "Retracción de los Isquiotibiales" estudiando en colectividades infantiles sanas y su relación con el Dorso Curvo. *Anales de la Facultad de Medicina. Montevideo*, 49(1), 328-337.
- ✓ Balius, R., Balius, R., & Balius, X. (1987). Columna vertebral y deporte. *Apunts*, 24, 223-9.
- ✓ Barreto, C. M. (2006). Arquitectura corporal: pasiones deportivas e identificaciones estéticas. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, 61(2), 59-77.
- ✓ Battista, R. A., Pivarnik, J. M., Dummer, G. M., Sauer, N., & Malina, R. M. (2007). Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 651-657.

-
- ✓ Bejjani F. J. (1987). Occupational biomechanics of athletes and dancers: a comparative approach. *Clinical Pediatric Medicine Surgery*, 4(3), 671-711.
 - ✓ Bejjani, F. J., Halpern, H., & Pavlidis, L. (1990). Spinal motion and strength measurements of flamenco dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 5(3), 121-126.
 - ✓ Bernhardt, M., & Bridweell, K. H. (1989). Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*, 14, 717-721.
 - ✓ Biering-Sorensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicator for Low-back trouble over a one year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
 - ✓ Blanco, E. (1997). Historia de la Gimnasia en Langreo. Langreo (Asturias). Langreo: Patronato Deportivo del Ayuntamiento de Langreo.
 - ✓ Boldori, L., Da Soldá, M., & Marelli, A. (1999). Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in young athletes. *Minerva Pediatrica*, 51, 259-264.
 - ✓ Borenstein, D. G., & Wiesel, S. W. (1989). Dolor lumbar: Diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Ancora.
 - ✓ Boseker, H., Moe, H., Winter, R. B., & Koop, E. (2000). Determination of "Normal" thoracic kyphosis: a reontgenographic study of 121 "Normal" children. *Spine*, 20 (6), 796-798.
 - ✓ Bradford, D. S. (1977). Juvenile Kyphosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 128, 45-55.
 - ✓ Brereton, L. C., & McGill, S. M. (1999). Effects of physical fatigue and cognitive challenges on the potential for low back injury. *Human Movement Science*, 18, 839-857.
 - ✓ Bressel, E., & Larson, B. J. (2003). Bicycle seat designs and their effect on pelvic angle, trunk angle, and comfort. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 327-332.
 - ✓ Briggs, A. M., Van Dieën, J. H., Wrigley, T. V., Greig, A. M., Phillips, B., Lo, S. K., & Bennell, K. L. (2007). Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force. *Physical Therapy*, 87(5), 595-607.

- ✓ Bronner, S., & Ojofeitimi, S. (2011). Pelvis and hip three-dimensional kinematics in grand battement movements. *Journal of Dance Medicine & Science*, 15(1), 23-30.
- ✓ Bueno, M., Sarria, A., Bueno-Lozano, M., & Bueno-Lozano, G. (1993). *Crecimiento y Desarrollo Humanos y sus trastornos*. Madrid: Ediciones Ergón.
- ✓ Burnett, A. F., Cornelius, M. W., Dankaerts, W., & O'Sullivan, P. B. (2004). Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects—a pilot investigation. *Manual Therapy*, 9(4), 211-219.
- ✓ Burns, J., Keenan, A., & Redmonf, A. (2003). Factors associated with triathlon-related overuse injuries. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 33(4), 177-184.
- ✓ Cailliet, R. (1988). *Low back pain syndrome*. Philadelphia: Davis, FA.
- ✓ Calais-Germain, B. (2010). *Anatomía para el Movimiento. Introducción para el análisis de las técnicas corporales, tomo I*. Barcelona: Los libros de la liebre de Marzo.
- ✓ Caldwell, B., & Peters, D. (2009). Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1370-1377.
- ✓ Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2001). Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics*, 44(3), 280-294.
- ✓ Canda, A. S., Heras, E., & Gómez, A. (2004). Valoración de la flexibilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, 13(4), 148-154.
- ✓ Casais, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts de Medicina de L'Esport*, 157, 30-39.
- ✓ Casimiro, A. J. (1999). *Comparación, evolución y relación de hábitos saludables y nivel de condición física-salud en escolares, al finalizar los estudios de Educación Primaria (12 años) y de Educación Secundaria Obligatoria (16 años)*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada.
- ✓ Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2013). Rango de movimiento de la extremidad inferior en atletas de Duatlón. *SporTK*, 2 (2), 31-40.

-
- ✓ Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014a). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14 (55), 509-525.
 - ✓ Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014b). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores senior de balonmano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(2), 111-120.
 - ✓ Cil, A., Yazici, M., Uzumcugil, A., Kandemir, U., Alanay, A., Alanay, Y., Acaroglu, E., & Surat, A. (2004). The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine*, 30, 93-100.
 - ✓ Cohen, J. L., Segal, K. R., & McArdle, W. D. (1982). Heart rate response to ballet stage performance. *The Physician and Sports Medicine*, 10, 120-133.
 - ✓ Cornbleet, S. L., & Woolsey, N. (1996). Assesment of hamstring muscle lenght in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Physical Therapy*, 76(8), 850-855.
 - ✓ Cosentino, R. (1985). *Raquis: semiología con consideraciones clínicas y terapéuticas*. Buenos Aires: El Ateneo.
 - ✓ Croisier, J. L., Forthomme, B., Namurois, M. H., Vanderthommen, M., & Crielaard, J. M. (2002) Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199-203.
 - ✓ Cuadrado, R., López, T., & Reñones, B. (1993). Higiene postural en la etapa escolar. *Fisioterapia*, 15(3), 97-126.
 - ✓ Cupisti, A., D'Alessandro, C., Evangelisti, I., Piazza, M., Galetta, F., & Morelli, E. (2004). Low back pain in competitive rhythmic gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 49-53.
 - ✓ Cupisti, A., D'Alessandro, C., Evangelisti, I., Umbri, C., Rossi, M., Galetta, F., Panicucci, E., Lopes-Pegna, S., & Piazza, M. (2007). Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: results from a prospective controlled study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 203-207.

- ✓ Chandler, T. J., Kibler, W. B., Uhl, T. L., Wooten, B., Kiser, A., & Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of the junior elite tennis players to other athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 18(2), 134-136.
- ✓ Chang, D., Buschbacher, L., & Edlich, R. (1988). Limited joint mobility in power lifters. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(3), 280-284.
- ✓ Chopin, D., & David, T. (1989). Cyphoses pathologiques, *Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor*, 15872, A10, 10.
- ✓ Christie, H. J., Kumar, S., & Warren, S.A. (1995). Postural aberrations in low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 218-224
- ✓ Dannenberg, A., Needle, S., Mullady, D., & Kolodner, K. (1996). Predictors of injury among 1638 riders in a recreational long-distance bicycle tour: cycle across Maryland. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 747-753.
- ✓ Deighton, C. (2005). The updated BSR guidelines for anti-TNF in adults with RA: What has changed and why? *Musculoskeletal Care*, 3(3), 122-130.
- ✓ Devís, J. (2000). *Actividad física, deporte y salud*. Barcelona: INDE.
- ✓ Di Tullio, M., Wilczek, L., Paulus, D., Kiriakatis, A., Pollack, M., & Eisenhardt, J. (1989). Comparison of hip rotation in female classical ballet dancers versus female no dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 4(4), 154-158.
- ✓ Doers, T. M., & Kang, J. D. (1999). The biomechanics and biochemistry of disc degeneration. *Current Opinion in Orthopedics*, 10(2), 117-121.
- ✓ Dolan, P., & Adams, P. (2001). Recent advances in lumbar spinal mechanics and their significance for modelling. *Clinical Biomechanics*, 1, S8-S16.
- ✓ Domisse, G. F. (1990). The vulnerable, rapidly growing thoracic spine of the adolescent. *South African Medical Journal*, 78(4), 211-213.
- ✓ Ekstrand, J., & Guillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *American Journal of Sport Medicine*, 10(2), 75-78.

-
- ✓ Ekstrand, J., Wiktorsson, M., Öberg, B., & Gillquist, J. (1982). Lower Extremity Goniometric Measurements: A Study to Determine Their Reliability. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 171-175.
 - ✓ Endler, M., Haber, P., & Hofner, W. (1980). Spinal deformities and their mechanopathology in oarsmen. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 118(1), 91-100.
 - ✓ Enemark-Miller, E., Seegmiller, J., & Rana, S. (2009). Physiological profile of women's lacrosse players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(1), 39-43.
 - ✓ Ensink, F. M., Saur, P. M., Frese, K., Seeger, D., & Hildebrandt, J. (1996). Lumbar range of motion: influence of time of day and individual factors on measurements. *Spine*, 21(11), 1339-1343.
 - ✓ Esola, M. A., McClure, P. W., Fitzgerald, G. K., & Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine*, 21(1), 71-78.
 - ✓ Esparza, F. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: GREC-FEMEDE.
 - ✓ Falter, E. W., Aigner, R., Hellerer, O., & Frey, K. W. (1981). Spinal lesions following modified exercises in adolescent high performance gymnasts. *Fortschritte der Medizin*, 99(5), 145-148.
 - ✓ Faria, E., Parker, D., & Faria, I. (2005a). The science of cycling. Physiology and training. Part 1. *Sports Science*, 35(4), 285-312.
 - ✓ Faria, E., Parker, D., & Faria, I. (2005b). The science of cycling. Factors affecting performance. Part 2. *Sports Science*, 35(4), 313-337.
 - ✓ Fasting, K., Pfister, G., & Vázquez, B. (2000). *Experiencia y significado del ejercicio físico en la vida de las mujeres de algunos países europeos*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: Instituto de la Mujer. Madrid.
 - ✓ Fernández, E. (2001). Algunos interrogantes sobre la práctica de actividad físico-deportiva en las mujeres adolescentes y su abandono. En *Actas del Congreso Mujer y Deporte*. Bilbao.

- ✓ Fernández-Campos, M.J. (2011). *Efecto de un programa de educación postural en Educación Física en Primaria: Tres años de seguimiento*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Ferrer, V. (1998). *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Ferrer, V., Santonja, F., & Carrión, M. (1996). Síndrome de isquiosurales cortos y actividad física. En: V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Coords.). *Escolar: Medicina y Deporte* (pp. 283-296). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.
- ✓ Förster, R., Penka, G., Bösl, T., & Schöffl, V.R. (2009). Climber's back-form and mobility of the thoracolumbar spine leading to postural adaptations in male high ability rock climbers. *International Journal of Sports Medicine*, 30(01), 53-59.
- ✓ Gajdosik, R., Albert, C., & Mitman, J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
- ✓ Gamboian, N., Chatfield, S. J., & Woollacott, M. H. (2000). Further effects of somatic training on Pelvis Tilt and Lumbar Lordosis Alignment during quiet stance and Dynamic Dance Movement. *Journal Dance Medicine Science*, 4(3), 90-98.
- ✓ Gannon, L.M., & Bird, H.A. (1999). The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 17(9), 743-50.
- ✓ Garcés, G. (1994). Espondilolisis y espondilolistesis en el deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, XI (42), 181-186.
- ✓ Gelabert R. 1986. Dancer's Spinal Syndromes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7(4), 180-191.
- ✓ Giles, L. V., Rhodes, E. C., & Taunton, J. E. (2006). The physiology of rock climbing. *Sports Medicine*, 36, 529-545.
- ✓ Goertzen, M., Ringelband, R., & Schultiz, K. P. (1989). Injuries and damage caused by excessive stress in classical ballet. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 127(1), 98-107.
- ✓ Gómez-Lozano, S. (2007). *Estudio sagital del raquis en bailarinas de danza clásica y danza española*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.

-
- ✓ Gómez-Lozano, S., Vargas-Macías, A., Santonja, F., & Canteras, M. (2013). Estudio descriptivo del morfotipo raquídeo sagital en bailarinas de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 6(7), 19-28.
 - ✓ Gozdziwski, S., Porwollik, K., Suder, E., Porwollik, M., & Trzaska, M. (1989). Occupationally conditioned antero-posterior spinal curvatures among manual workers. *Medycyna Pracy*, 40, 177-182.
 - ✓ Grabara, M., & Hadzik, A. (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1, 67-71.
 - ✓ Green, E. M., & Nelham, R. L. (1991). Development of sitting ability, assessment of children with a motor handicap and prescription of appropriate seating system. *Prosthetics and Orthotics International*, 15, 203-216.
 - ✓ Green, J. P., Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2002). Low back stiffness is altered with warm-up and bench rest: implications for athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(7), 1076-1081.
 - ✓ Gunning, J. L., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2001). Spinal posture and prior loading history modulate compressive strength and type of failure in the spine: a biomechanical study using a porcine cervical spine model. *Clinical Biomechanics*, 16(6), 471-480.
 - ✓ Haff, G. (2006). Roundtable Discussion: Flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, 28(2), 64-85.
 - ✓ Hafner, R. H., & Surrey, C. (1952). Localised osteochondritis (Scheuermann's disease). *Journal Bone Joint Surgery*, 34B, 38-40.
 - ✓ Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E., & Ingemann-Hansen, T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(2), 74-80.
 - ✓ Hald, R. D. (1992). Dance Injuries. *Primary Care*, 19(2), 393-411.
 - ✓ Hamilton, W. G., Hamilton, L. H., Marshall, P., & Molnar, M. (1992). A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *The American Journal Sports Medicine*, 20(3), 267-273.
 - ✓ Hamill, J., & Knutzen, K. M. (1995). *Biomechanical basic of human movement*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- ✓ Handley, J. (1986). Posture education: an essential component of the health based physical education programme. *British Journal of Physical Education*, 17, 1, 37-38.
- ✓ Harbourne, R. T., Giulina, C., & Neela J. (1993). A kinematic and electromyographic analysis of the development of sitting posture in infants. *Developmental Psychobiology*, 26(1), 51-64.
- ✓ Harringe, M. L., Nordgren, J. S., Arvidsson, I., & Werner, S. (2007). Low back pain in young female gymnasts and the effect of specific segmental muscle control exercises of the lumbar spine: a prospective controlled intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15, 1264-1271.
- ✓ Hellström, M., Jacobsson, B., Swärd, L., & Peterson, L. (1990). Radiologic abnormalities of the thoraco-lumbar spine in athletes. *Acta Radiologica*, 31, 127-132.
- ✓ Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2000). *Metodología de la Investigación*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- ✓ Herrera, E., Pavía, C., & Yturriaga, R. (1994). *Actualizaciones en Endocrinología-1. La pubertad*. Madrid: Díaz de Santos.
- ✓ Howell, D. W. (1984). Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. *The American Journal of Sports Medicine*, 12(4), 278-282.
- ✓ Howley, H. T., & Franks, B. D. (1995). *Manual del técnico en salud y fitness*. Paidotribo: Barcelona.
- ✓ Howse J. (2002). *Técnica de la danza y prevención de lesiones*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- ✓ Hutchinson, R. (1999). Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(11), 1686-1688.
- ✓ International Federation of Aesthetic Group Gymnastics (IFAGG) (2012). Recuperado el 10 de septiembre de 2014 de <http://www.ifagg.com/wp-content/uploads/2013/10/Competition-rules-2013-2014.pdf>
- ✓ Ireland, M. L., & Micheli, L. J. (1987). Bilateral stress fracture of the lumbar pedicles in a ballet dancers. A case report. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 69(1), 140-142.

-
- ✓ Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., & Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento. *Apunts Medicine de L'Sport*, 45(168), 235-242.
 - ✓ Iwakami, T. (1987). Studies on posture of the healthy Japanese child: A classification of postures and their relation to changes in different age groups. *Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 61, 185-196.
 - ✓ Jackson, J., Solomonow, M., Zhou, B., Baratta, R. V., & Harris, M. (2001). Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion. *Spine*, 26(7), 715-723.
 - ✓ Jackson, R. P., & Hales, C. (2000). Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers. *Spine*, 25, 2808-2815.
 - ✓ Jiménez, J. F., & Villa, J. G. (2001). Mononucleosis infecciosa en ciclista profesional. *Archivos de Medicina del Deporte*, 18(86), 631-634.
 - ✓ Joyce, M. (1987). *Técnica de danza para niños*. Barcelona: Martínez Roca.
 - ✓ Kapandji, I. A. (2002). *Cuadernos de Fisiología Articular. Tronco y raquis*. (Tomo 3º, 2ª edición). Barcelona: Masson.
 - ✓ Katz, D. A., & Scerpella, T. A. (2003). Anterior and middle column thoracolumbar spine injuries in young female gymnasts. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 611-616.
 - ✓ Keller, T. S., Colloca, C. J., Harrison, D. E., Harrison, D. D., & Janik, T. J. (2005). Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *Spine Journal*, 5, 297-300.
 - ✓ Kendall, F. P., & Kendall, E. (1985). *Músculos: pruebas y funciones*, 2ª ed. Barcelona: Jims.
 - ✓ Kibler, W. B., & Chandler, T. J. (2003). Range of movement in junior tennis player participating in an injury risk modification program. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 51-62.

- ✓ Kippers, V., & Parker, A. W. (1987). Toe-tuch test. A mesures of its validity. *Physical Therapy*, 67(11), 1680-1684.
- ✓ Kirby, R., & Roberts, J. A. (1985). *Introductory Biomechanics*. Ithaca, NY: Mouvement Publications.
- ✓ Kleenola, I (1996). *Naiskliikuntaa. 100 Vuotta*. Helsinki: Otava.
- ✓ Klemp P., & Chalton. D. (1989). Articular mobility in ballet dancers: a follow-up study after four years. *The American Journal of Sports Medicine*, 17, 72-75.
- ✓ Klemp, P., & Learmonth, I. D. (1984). Hypermobility and Injuries in a professional Ballet Company. *British Journal of Sports Medicine*, 18(3), 143-148.
- ✓ Klemp, P., Stevens, J. E., & Isaacs, S. (1984). A hypermobility study in ballet dancers. *The Journal of Rheumatology*, 11(5), 692-696.
- ✓ Kolehmainen, I., Harms-Ringdhal, K., & Lanshammart, H. (1989). Cervical spine position and load moments during bicycling with different handlebars positions. *Clinical Biomechanics*, 4(2), 105-110.
- ✓ Kraemer, W. J., & Gómez, A. L. (2001). Establisihing a Solid Fitness Base. In B. Foran (ed). *High-Performance Sports Conditioning*, (pp.3-17). Champaign, IL: Human Kinetics.
- ✓ Krämer, J. (1989). Síndrome Lumbar. Patología del disco intervertebral. Barcelona: Doyma.
- ✓ Kujala, U. M., Salminenn, J. J., Taimela, S., Oksanen, A., & Jaakkola, L. (1992). Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 627-632.
- ✓ Kujala, U. M., Taimela, S., & Oksanen, A. (1997). Lumbar mobility and low back pain during adolescence. *American Journal of Sports Medicine*, 25, 363-368.
- ✓ Kums, T., Ereline, J., Gapeyeva, H., Pääsuke, M., & Vain, A. (2007). Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2-3, 87-95.
- ✓ Kuo, L., Chung, W., Bates, E., & Stephen, J. (1997). The hamstring index. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 17(1), 78-88.

- ✓ Lalande, G., Kalifa, G., & Dobousset, J. (1984). Les déformations sagitales. *Enciclopedia Médico Quirúrgica*, Paris, Radiodiagnostic II, 31671 B50: 4.
- ✓ Lambrinudi, C. (1934). Adolescent and senile kiphosis. *British Medical Bulletin*, 2, 800-804.
- ✓ Langlade, A. & Langlade, N. (1986). *Teoría general de la gimnasia*. Editorial Stadium SRL.
- ✓ Lapierre, A. (1996). *La reeducación física*. Tomo I. Madrid: Dossat 2000.
- ✓ Ledoux, P. (1992). L'extensibilité des ischio-jambiers. *Kinésithérapie Scientifique*, 313, 6-8.
- ✓ Lesur, J. (1969). *La gimnasia médica en pediatria*. Barcelona: Toray-Masson.
- ✓ Levine, D., & Whittle, M. W. (1996). The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24, 130-135.
- ✓ Lindsay, D., & Horton, J. (2002). Comparison of spine motion in elite golfers with and without low back pain. *Journal of Sports Sciences*, 20(8), 599-605.
- ✓ Lisitskaya, T. (1995). *Gimnasia Rítmica: Deporte y Entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- ✓ López, N., Albuquerque, F., Quintana, E., Dominguez, R., Rubens, J., & Calvo J. I. (2005). Evaluación y Análisis del morfotipo raquídeo del futbolista juvenil y amateur. *Fisioterapia*, 27(4), 192-200.
- ✓ López Miñarro, P. A., Alacid, F., & Casimiro, A. J. (2012). Disposición sagital del raquis torácico en el ciclista de élite. *Revista Española de la Educación Física y Deportes*, 23, 53-62.
- ✓ López-Miñarro, P. A. (2003). *Análisis de ejercicios de acondicionamiento muscular en salas de musculación. Incidencia sobre el raquis en el plano sagital*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ López-Miñarro, P. A., Alacid, F., & Muyor, J. M. (2009). Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores.

- Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(36), 379-392.
- ✓ López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Ferragut, C., & García, A. (2008). Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 9, 171-176.
 - ✓ López-Miñarro, P. A., Sánchez, J., Yuste, J. L., & Sainz de Baranda, P. (2007). Valoración de la extensibilidad isquiosural y morfotipo raquídeo en jugadores de fútbol sala. En *III Congreso de Ciencias del Deporte*. Pontevedra, España.
 - ✓ Lowe, T. G. (1990). Scheuermann's disease. *American Journal of Bone and Joint Surgery*, 72(6), 940-945.
 - ✓ Lowe, T. G., & Line, B.G. (2007). Evidence Based Medicine. Analysis of Scheuermann Kyphosis. *Spine*, 32(19S), S115-S119.
 - ✓ Luttgens, K., & Wells, K. F. (1982). Kinesiología. Bases científicas del movimiento humano (7ª ed.). Madrid: Saunders Collage publishing. Library of Congress.
 - ✓ Llanos, L. F., & Martín C. (1998). Anatomía funcional y biomecánica del raquis lumbar. En E. Cáceres y R. Sanmartí (Coords). *Lumbalgia y lumbociatalgia* (pp. 1-21). Barcelona: MASSON.
 - ✓ Mac-Thiong, J. M., Berthonnaud, E., Dimar, J.R., Betz, R. R., & Labelle, H. (2004). Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*, 29(15), 1642-1647.
 - ✓ Magnusson, P., & Renstrom, P. (2006). The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*, 6(2), 87-91.
 - ✓ Maller, T., Kondraske, G., Beals, S., & Gatchel, R. (1997). Spinal range the motion. Accuracy and sources of error with inclinometric measurement. *Spine*, 22(17), 1976-1984.
 - ✓ Maroon, J. C., & Bailes, J. E. (1996). Athletes with Cervical Spine Injury. *Spine*, 21(19), 2294-2299.
 - ✓ Martin, D.; Klaus, C.; Klaus, L. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Pidotribo: Barcelona.

-
- ✓ Martínez-Gallego, F. M. (2004). *Disposición del plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva*. [Tesis Doctoral]. Murcia. Universidad de Murcia.
 - ✓ Martínez Gallego, F., & Rodríguez García, P. L. (2005). *Metodología para una Gimnasia Rítmica saludable*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
 - ✓ Mata, H. (1999). *Adecuación del Código de Puntuación de Gimnasia Rítmica a la Iniciación*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
 - ✓ McEvoy, M. P., Wilkie, K., & Williams, M. T. (2007). Anterior pelvic tilt in elite cyclists—A comparative matched pairs study. *Physical Therapy in Sport*, 8(1), 22-29.
 - ✓ McGill, S. M. (1995). The mechanics of torso flexion: situps and standing dynamic flexion manoeuvres. *Clinical Biomechanics*, 10(4), 184-192.
 - ✓ McGill, S. M. (2002). *Low Back Disorders: Evidence based prevention and rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
 - ✓ McGill, S. M., & Brown, S. (1992). Creep response of the lumbar spine to prolonged full flexion. *Clinical Biomechanics*, 7, 43-46.
 - ✓ McGill, S. M., Hughson, R. L., & Parks, K. (2000). Lumbar erector spinae oxygenation during prolonged contractions: implications for prolonged work. *Ergonomics*, 43(4), 486-493.
 - ✓ Melrose, D., Spaniol, F., Bohling, M., & Bonnette, R. (2007). Physiological and performance characteristics of adolescent club volleyball players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 21(2), 481-486.
 - ✓ Mellin, G. (1986). Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer. *Spine*, 11, 759-762.
 - ✓ Mellin, G. (1987). Correlation of spinal mobility with degree the degree of chronic low back pain after correction for age and anthropometric factors. *Spine*, 12, 464-468.
 - ✓ Mellin, G. (1988). Correlation of hip mobility with degree of back pain and lumbar spine mobility in chronic low-back pain patients. *Spine*, 13(6), 668-670.

- ✓ Mellin, G., & Poussa, M. (1992). Spinal mobility and posture in 8- to 16-years old children. *Journal Orthopedic Research*, 10(2), 211-216.
- ✓ Mendizábal, S. (2000). *Patología en gimnastas de rítmica de alto rendimiento retiradas*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- ✓ Micheli, L. J., & Solomon, R. (1987). Training the Young dancers. En: Ryan AJ, Stephens RE, edit. *Dance Medicine. A Comprehensive Guide*. Chicago: Pluribus Press. Inc-. P 51-72.
- ✓ Micheli, L.J. (1986). Overuse injuries in children's sports: the growth factor. *Orthopedic Clinics of North America*, 14(2), 337-360.
- ✓ Micheli, L. J. (1979). Low-Back pain in the adolescent: Differential diagnosis in low back pain in the athletes. *American Journal of Sport Medicine*, 7, 361-369.
- ✓ Micheli, L. J. (1983). Back Injuries in Dancers. *Clinics in Sports Medicine*, 2(3), 473-484.
- ✓ Micheli, L. J., Micheli, L. J., Solomon, R., Solomon, J., & Gerbino, P. J. (1999). Low back pain in dancers. *Medscape Orthopaed Sports Medicine*, 3, 5.
- ✓ Micheli, L. J., & Trepman, E. (1990). Spinal deformities. En: F. J. Torg, R. P. Welsh, y R. J. Shephard (eds.), *Current therapy in sports medicine*, segunda edición, (pp. 335-340). Philadelphia, PA: B.C. Decker.
- ✓ Mierau, D., Cassidy, J. D., & Yong-Hing, K. (1989). Low-Back pain and straight in children and adolescents. *Spine* 14(5), 526-528.
- ✓ Miralles, R. C., & Puig, M. (1998). Columna vertebral. En R.C. Miralles (Ed.). *Biomecánica clínica del aparato locomotor*. (pp.171-198). Barcelona: Masson.
- ✓ Miroshnychenko, T., & Martínez-Gallego, F. (2013). *Conferencia Científica sobre Gimnasia Estética de Grupo*. Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de San Petesburgo.
- ✓ Mirzaei, B., Curby, D., Rahmani-Nia, F., & Moghadasi, M. (2009). Physiological profile of elite Iranian junior Freestyle wrestlers. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2339-2344.
- ✓ Moe, J. H., Winter, R. B., Bradford, D. S., & Lonstein, J. E. (1982). *Deformaciones de la columna vertebral*. Barcelona: Salvat.

-
- ✓ Munuera, L. (1996). *Introducción a la Traumatología y Cirugía Ortopédica*. Madrid: Interamericana-McGraw-Hill.
 - ✓ Murray, D. W., & Bulstrode, C.J. (1996). The development of adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*, 5, 251-257.
 - ✓ Muyor, J. M. (2010). *Evaluación del morfotipo raquídeo en el plano sagital y grado de extensibilidad isquiosural del ciclista*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Almería.
 - ✓ Muyor, J. M., Sánchez-Sánchez, E., Sanz-Rivas, D., & López-Miñarro, P.A. (2013). Sagittal spinal morphology in highly trained adolescent tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12, 588-593.
 - ✓ Nilsson, C., Wykma, A., & Leanderson, J. (1993). Spinal mobility and joint laxity in young ballet dancers. A comparative study between first-year students at the Swedish ballet school and a control group. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(3-4), 206-208.
 - ✓ Nóbrega, A. C., Paula, K. C., & Carvalho, A.C. (2005). Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 842-846.
 - ✓ Oberg, B., Ekstrand, J., Möller, M., & Gillquist, J. (1984). Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 5(4), 213-216.
 - ✓ Öhlen, G., Spangfort, E., & Tingvall, C. (1989a). Measurement of spinal sagittal configuration and mobility with Debrunner's Kyphometer. *Spine*, 14(6), 847-850.
 - ✓ Öhlen, G., Wredmark, T., & Spangfort, E. (1989b). Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine*, 14(8), 847-850.
 - ✓ Oreb, G., Ruzic, L., Matkovic, B., Misigoj-Durakovic, M., Vlastic, J., & Ciliga, D. (2006). Physical fitness, menstrual cycle disorders and smoking habit in Croatian national ballet and national folk dance ensembles. *Collegium Antropologicum*, 30, 279-283.
 - ✓ Öztürk, A., Özkan, Y., Özdemir, R., Yaçın, N., Agöz, S., Saraç, V., & Aykut, S. (2008). Radiographic changes in the lumbar spine in former professional football players: a comparative and matched controlled study. *European Spine Journal*, 17(1), 136-141.

- ✓ Pamela, J., Salisbury, W., Richard, W., & Porter, M. (1987). Measurement of lumbar sagittal mobility a comparison of methods. *Spine*, 12(2), 190-193.
- ✓ Panjabi, M.M. (1985). *The human spine: story of its Biomechanical Functions*. Biomechanics IX-A, 219-223, Champaign: Human Kinetics.
- ✓ Paquet, N., Malouin, F., Richards, C., Dionne, J., & Comeau, F. (1991). Validity and reliability of a new electrogoniometer for the measurement of sagittal dorsolumbar movements. *Spine*, 16(5), 516-519.
- ✓ Pastor, A. (2000). *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Pastor Pradillo, J.L. (1994). *Psicomotricidad escolar*. Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá de Henares.
- ✓ Peña, W.A. (2010). *Educación Física y Salud: Programa para la mejora del raquis en el plano sagital y la extensibilidad Isquiosural en Secundaria y Bachillerato*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Piazza, M., Di Cagno, A., Cupisti, A., & Santoro, G. (2009). Prevalence of low back pain in former rhythmic gymnast. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(3), 297-300.
- ✓ Polga, D.J., Beaubien, B.P., Kallemeier, P.M., Schellhas, K.P., Lew, W.D., Buttermann, G.R., & Wood, K.B. (2004). Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral discs. *Spine*, 29, 1320-1324.
- ✓ Potvin, J.R. (1992). *The influence of fatigue on hypothesized mechanisms of injury to the low back during repetitive lifting*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Waterloo.
- ✓ Probst, M.M., Fletcher, R. & Seeling, D.S. (2007). A comparison of lower-boy flexibility strength, and knee stability between karate athletes and active controls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 451-455.
- ✓ Propst-Proctor, S.L., & Bleck, A.A. (1983). Radiographic Determination of Lordosis and Kyphosis Normal and Scoliotic Children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 3, 344-346.

-
- ✓ Rachbauer, F., Sterzinger, W., & Eibl, G. (2001). Radiographic abnormalities in the thoracolumbar spine of young elite skiers. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 446-449.
 - ✓ Rahnema, N., Less, A., & Bambacichi, E. (2005). A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48(11-14), 1568-1575.
 - ✓ Rajabi, R., Alizadeh, M., & Mobarakabadi, L. (2007). Comparison of thoracic kyphosis in group of elite female hockey players and a group on on-athletic female subjects. 24th Universidade Banhkok. FISU Conference 9-12, August, pp. 366-370.
 - ✓ Rajabi, R., Doherty, P., Goodarzi, M., & Hemayattalab, R. (2008). Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic subjects. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 229-232.
 - ✓ Rajabi, R., Freemont, A., & Doherty, P. (2000a). The investigation of cycling position on thoracic spine. 2000 Pre-Olimpic Congress if Sports Medicine & Physical Education. 7-13 September, Australia.
 - ✓ Rajabi, R., Freemont, A., & Doherty, P. (2000b). The investigation of cycling position on thoracic spine (a novel method of measuring thoracic kyphosis in the standing position. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 108(1-2), 142-142.
 - ✓ Reid, D. C., Burnham, R. S., Saboe, L. A., & Kushner, S.F. (1987). Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 15(4), 347-352.
 - ✓ Reynolds, M. G. (1975). Measurement of spinal mobility: a comparison of three methods. *Rheumatology and Rehabilitation*, 14, 180-185.
 - ✓ Rodríguez Abreu, M. (2010). La evolución histórica de la gimnasia rítmica deportiva y su legado pedagógico. *Lecturas, Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 143. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/>
 - ✓ Rodríguez-García, P. L. (1998). *Educación Física y salud del escolar: programa para la mejora de la extensibilidad isquiosural y del raquis en el plano sagital*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada.

- ✓ Rodríguez-García, P. L. y Santonja, F. (2001). Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 65, 64-70.
- ✓ Rodríguez-García, P. L., López-Miñarro, P. A., Yuste, J. L., & Sainz de Baranda, P. (2008). Comparison of hamstring criterion related validity, sagittal spinal curvatures, pelvic tilt and score between sit and reach and toe touch tests in athletes. *Medicina dello Sport*, 61(1), 11-20.
- ✓ Rodríguez-Marroyo, J. A., García-López, J., Ávila, C., Jiménez, F., Córdova, A., & Villa-Vicente, J.G. (2002). Influencia de la altitud moderada en el esfuerzo realizado por ciclistas profesionales. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(90), 289-295.
- ✓ Roncarati, A., & McMullen, W. (1988). Correlates of low back pain in a general population sample: A multidisciplinary perspective. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 11, 158-164.
- ✓ Ross, W. D., & Marfell-Jones, R. J. (1995). Cineantropometria. En J. Duncan, H. MacDougall, A. Wenger & H. J. Green (Eds.). *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- ✓ Rouffet, D., & Hautier, C. (2008). EMG normalization to study muscle activation in cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(5), 866-878.
- ✓ Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimmet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30(3), 346-353.
- ✓ Sainz de Baranda, P. (2002). *Educación Física y Actividad Extraescolar: programa para la mejora del raquis en el plano sagital y la extensibilidad isquiosural en Primaria*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Sainz de Baranda, P., Ayala, F., Cejudo, A., & Santonja, F. (2012). Descripción y análisis de la utilidad de las pruebas Sit and Reach para la estimación de la flexibilidad de la musculatura isquiosural. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 396, 119-133.
- ✓ Sainz de Baranda, P., Ferrer, V., Martínez, L., Santonja, F., Rodríguez, P. L., Andújar, P., Carrión, M., & García, M. J. (2001). *Morfotipo del futbolista profesional*.

- En Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad (pp.293-295). Murcia.
- ✓ Sainz de Baranda, P., Rodríguez, P. L., Santonja, F., & Andújar, P. (2006). *La columna vertebral del escolar*. Sevilla: Wanceulen editorial deportiva SL.
 - ✓ Sainz de Baranda, P., Santonja, F., & Rodríguez-Iniesta, M. (2009). Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 16(5), 21-33.
 - ✓ Sainz de Baranda, P., Santonja, F., & Rodríguez-Iniesta, M. (2010). Tiempo de entrenamiento y plano sagital del raquis en gimnastas de trampolín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(40), 521-536.
 - ✓ Salai, M., Brosh, T., Blankstein, A., Oran, A., & Chechik, A. (1999). Effect of changing the saddle angle on the incidence of low back pain in recreational bicyclist. *British Journal of Sport Medicine*, 33(6), 398-400.
 - ✓ Salisbury, P.J., & Porter, R.W. (1987). Measurement of lumbar sagittal mobility. A comparison of methods. *Spine*, 12(2), 190-193.
 - ✓ Salminen, J. J., Oksanen, A., Maki, P., Pentti, J., & Kujala, U. M. (1993). Leisure time physical activity in the young: correlation with low back pain, spinal mobility, and trunk muscle strength in the 15 year old school children. *International Journal Sports Medicine*, 14, 406-410.
 - ✓ Salminen, J. J., Pentti, J., & Terho, P. (1992). Low back pain and disability in 14-year-old schoolchildren. *Acta Paediatrica*, 81, 1035-1039.
 - ✓ Sammarco, G. J. (1984). Diagnosis and Treatment in Dancers. *Clinical Orthopedics* 187, 176-187.
 - ✓ Santonja, F. (1990). *Alteraciones axiales sagitales del raquis. Estudio de la población deportista universitaria de Murcia*. [Trabajo fin de especialidad]. Escuela Profesional de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Universidad Complutense de Madrid.
 - ✓ Santonja, F. (1996a). Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva. En V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Coords.), *Escolar: Medicina y Deporte* (pp. 251-268). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.

- ✓ Santonja, F. (1996b). Desalineaciones del Raquis ¿Natación Terapéutica? En F. Santonja e I. Martínez (Eds.), *Deporte y Salud: Natación y Vela* (pp. 96-110). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., Andújar, P., & Martínez, I. (1994). Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. *Apunts de Medicina del Deporte*, 31, 103-111.
- ✓ Santonja, F., & Ferrer, V. (2000). Síndrome de los isquiosurales cortos. En J.M. Arribas, N. Rodríguez, F. Santonja et al. *Cirugía Menor y Procedimientos en Medicina de Familia*. Vol. 1. (pp. 793-803) Madrid: Jarpyo.
- ✓ Santonja, F., Ferrer, V., & Canteras, M. (1995a). Alteraciones morfológicas raquídeas en la cortedad isquiosural. En *Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte* (pp.154).
- ✓ Santonja, F., Ferrer, V., & Martínez, I. (1995 b). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4 (2), 81-91.
- ✓ Santonja, F., & Genovés, J. L. (1992). Radiología: Consideraciones en Ortopedia. En F. Santonja y I. Martínez (Eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp. 279-301). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., & Martínez, I. (1992a). Clínica y exploración de las alteraciones axiales del raquis y pelvis. En: F. Santonja y I. Martínez. *Valoración Médico-deportiva del escolar* (pp.207-221). Secretariado de Publicaciones: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., & Martínez, I. (1992b). Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En F. e I. Martínez (Eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp. 245-258). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., & Martínez, I. (1995). Raquis y deporte ¿cuál sí y cuándo? *Selección*, 4(1), 28-38.
- ✓ Santonja, F., & Pastor, A. (2003). Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. *Selección*, 12(3), 150-154.
- ✓ Santonja, F., & Pastor, A. (2000). Cifosis y Lordosis. En J.M. Arribas, N. Rodríguez, F. Santonja et al. *Cirugía Menor y Procedimientos en Medicina de Familia*. Vol. 1. (pp. 783-792) Madrid: Jarpyo.

-
- ✓ Santonja, F., Pastor, A., & Serna, L. (2000). Valoración radiográfica de las desalineaciones sagitales del raquis. *Selección*, 9(4), 216-229.
 - ✓ Santonja, F., Ramos, B., Martínez, I., & Canteras, M. (1995c). Estudio de la cortedad isquiosural en el municipio de Murcia. En *Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte* (pp.193).
 - ✓ Sanz, I. (2002). Natación y flexibilidad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6, 128-142.
 - ✓ Scoliosis Research Society. (2006). *Clasificación*, en www.srs.org/ Extraído el 26 de Octubre de 2006.
 - ✓ Scrutton, D. (1991). The causes of developmental deformity and their implication for seating. *Prosthetics and Orthotics International*, 15, 199-202.
 - ✓ Schafle, M.D. (1990). The Child Dancer: Medical Considerations. *Pediatric Clinics of North America*, 37(5), 1211-1221.
 - ✓ Scheüermann, H. W. (1920). Kyfosis dorsalis juvenilis. *Ugeskrift for laeger*, 82, 385-393.
 - ✓ Scheüermann, H. W. (1921). Kyfosis dorsalis juvenilis. *Zeitschrift für Orthopädie Chirurgie*, 41, 305-317.
 - ✓ Serna, L., Santonja, F., & Pastor, A. (1996). Exploración clínica del plano sagital del raquis. *Selección*, 5(2), 36-50.
 - ✓ Sexton, P., & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today*, 3, 13-17.
 - ✓ Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428.
 - ✓ Sierra, E. (2008). La creatividad en la gimnasia estética de grupo. En A. Martínez Vidal y P. Díaz (Coord.), *Creatividad y deporte: consideraciones teóricas e investigaciones breves* (pp. 185-204). Sevilla: Wanceulen editorial deportiva.
 - ✓ Simunic, I., Broom, D., & Robertson, P. (2001). Biomechanical factors influencing nuclear disruption of the intervertebral disc. *Spine*, 26(11), 1223-1230.

- ✓ Sliwa, W., & Chlebicka, E. (1998). The changes in body posture and spinal curves under the influence of loads in volleyball players and sports acrobats. *16th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*. July 21-25, Germany.
- ✓ Smith, A., O'Sullivan, P., & Straker, L. (2008). Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine*, 33(19), 2101-2107.
- ✓ Sohl, P., & Bowling, S. (1990). Injuries to dancers. Prevalence, treatment and prevention. *Sports Medicine*, 9(5), 317-322.
- ✓ Solomonow, M., Zhou, B., Baratta, R.V., Zhu, M., & Lu, Y. (2002). Neuromuscular disorders associated with static lumbar flexion: a feline model. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12, 81-90.
- ✓ Solomonow, M., Zhou, B., Barratta, R.V., Lu, Y., & Harris, M. (1999). Biomechanics on increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading: part 1. Loss of reflexive muscular stabilization. *Spine*, 24(23), 2426-2441.
- ✓ Somhegyi, A., & Ratko, I. (1993). Hamstring Tightness and Scheuermann's Disease. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(1), 44.
- ✓ Sorensen, H. K. (1964). *Scheuermann Juvenile Kiposis*. Copenhagen: Munksgaard.
- ✓ Sparger C. (1949). *Anatomy and Ballet: a handbook for teachers and Ballet*. Chapter 5. London: A&C Black.
- ✓ Srinivasan, J., & Balasubramanian, V. (2007). Low back pain and muscle fatigue due to road cycling-An sEMG study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11(3), 260-266.
- ✓ Stagnara, P. (1987). *Deformaciones del raquis*. Barcelona: Masson.
- ✓ Standaert, C. J., & Herring, S. A. (2000). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 415-422.
- ✓ Steinberg, N., Hershkovitz, I., Peleg, S., Dar, G., Masharawi, Y., Heim, M., & Siev-Ner, I. (2006). Range of Joint Movement in Female Dancers and Nondancers Aged 8 to 16 years: Anatomical and Clinical implications. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(5), 814-823.

-
- ✓ Stutchfield, B. M., & Coleman, S. (2006). The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers. *European Journal of Sport Science*, 6(4), 255-260.
 - ✓ Sward, L. (1992). The thoracolumbar spine in young elite athletes. Current concepts on the effects of physical training. *Sport Medical Journal*, 13(5), 257-264.
 - ✓ Tanner, J. M. (1962). *Growth at adolescence*. Springfield: Thomas.
 - ✓ Thompson, C. W., & Floyd, R. T. (1996). *Manual de kinesiología estructural*. Barcelona: Paidotribo.
 - ✓ Toskovic, N., Blessing, D., & Williford, H. (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced Tae Kwon Do practitioners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 164-172.
 - ✓ Trehearn, T., & Buresh, R. (2009). Sit and reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 158-162.
 - ✓ Twitchett, E. A., Koutedakis, Y., & Wyon, M. A. (2009). Physiological fitness and professional classical ballet performance: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2732-2740.
 - ✓ Uetake, T., Ohtsuki, F., Tanaka, H., & Shindo, M. (1998). The vertebral curvature of sportsmen. *Journal of Sports Sciences*, 16(7), 621-628.
 - ✓ Van Dieën, J. H., Van der Burg, P., Raaijmakers, T. A., & Toussaint, H. M. (1998). Effects of repetitive lifting on kinematics: inadequate anticipatory control or adaptive changes?. *Journal of Motor Behavior*, 30, 20-32.
 - ✓ Ventura, N. (1986). Las desviaciones de la columna vertebral. *Medicina Integral*, 8(10), 461-467.
 - ✓ Voutsinas, S. A., & MacEwen, G. D. (1986). Sagittal profiles of the spine. *Clinical Orthopaedic*, 210, 235-42.
 - ✓ Wang, S. S., Whitney, S. L., Burdett, R. G., & Janosky J. E. (1993). Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17(2), 102-107.

- ✓ Wenger, D. R., & Frick, S. L. (1999). Scheuermann kyphosis. *Spine*, 24(24), 2630-2644.
- ✓ Widhe, T. (2001). Spine: posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. *European Spine Journal*, 10, 118-123.
- ✓ Wilke, H. J., Neef, P., Hinz, B., Seidel, H., & Claes, L. E. (2001). Intradiscal pressure together with anthropometric data-a data set for the validation of models. *Clinical Biomechanics*, 1, S111-S126.
- ✓ Wilner, S., & Johnson, B. (1983). Thoracic kyphosis and lumbar lordosis during the growth period in children. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 72, 873-878.
- ✓ Wilson, F. D., & Lindseth, R. E. (1982). The adolescent "swimmer's back". *American Journal of Sports Medicine*, 10(3), 174-176.
- ✓ Willner, S. (1981). Spinal pantograph: a non invasive technique for describing kyphosis and lordosis in the thoracolumbar spine. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 52, 525-529.
- ✓ Winter, R. B., & Hall, J. E. (1978). Kyphosis in childhood and adolescence. *Spine*, 3(4), 285-308.
- ✓ Winter, R. B., Carr, P., & Mattson, H. L. (1997). An study of functional spinal motion in woman after instrumentation and fusion for deformity or trauma. *Spine*, 22(15), 1760-1764.
- ✓ Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46.
- ✓ Wodecki, P., Guigui, P., Hanotel, M. C, Cardinne, L., & Deburge, A. (2002). Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities. *Revue de. Chirurgie. Orthopaedic et . Reparatrice de L'appareil Moteur*, 88, 328-36.
- ✓ Wojtys, E. M., Ashton-Miller, J. A., Huston, L. J., & Moga, P. J. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(4), 490-498.

-
- ✓ Worrell, T. W., Smith, T. L., & Winegardner, J. (1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *The Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 20(3), 154-159.
 - ✓ Yingling, V. R., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (1997). Dynamic loading affects the mechanical properties and failure site of porcine spines. *Clinical Biomechanics*, 12(5), 301-305.
 - ✓ Young, W., Newton, R., Doyle, T., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, G., & Dawson, B. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333-345.
 - ✓ Zakas, A. (2005). The effect of warming up on the flexibility of adolescent elite tennis players. *Journal of Human Movement Studies*, 48, 133-146.
 - ✓ Zakas, A., Galazoulas, C., Zakas, N., Vamvakoudis, E., & Vergou, A. (2005). The Effect of stretching duration on flexibility during warming up in adolescent soccer players. *Physical Training*.
 - ✓ Zakas, A., Grammatikopoulou, M. G., Zakas, N., Zahariadis, P., & Vamvakoudis, E. (2006). The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 57-61.
 - ✓ Zakas, A., Vergou, A., Zakas, N., Grammatikopoulou, M. G., & Grammatikopoulou, G.T. (2002). Handball match effect on the flexibility of junior handball players. *Journal of Human Movement Studies*, 43, 321-330.
 - ✓ Zakas, A., Vergou, M., Grammatikopoulou, N., Sentelidis, T., & Vamvakoudis, S. (2003). The effect of stretching during warming up on the flexibility of junior handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 145-149.

IX.

ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO DE DATOS

Gimnasta: _____	Edad: _____	Talla: _____
Club: _____	Años Entr.: _____	D/ss: _____
H/ss: _____		

PLANO SAGITAL

ESTÁTICA:

BIPEDESTACIÓN:	MORFOTIPO _____ Normal _____ Alterado
°Cif.D: ____.	°Lord.L: ____.

SEDENTACIÓN:	MORFOTIPO _____ Normal _____ Alterado	
°L-H SA: ____	°Cif. Dorsal (____/____°)	°Cif. Lumbar (____/____°)

DINÁMICA:

FLEXIÓN ANTERIOR DEL TRONCO:
°Cif. Dorsal DD-P (____/____°) °Cif. Lumbar DD-P(____/____°)
°Flexión máx. (____/____°) TEST DD-P: (+/-)____ cm.
°L-H fx _____ °LV: ____

EXTENSIÓN DEL TRONCO:
°Extensión máx. (____/____°)

UNIVERSIDAD DE MURCIA (ESPAÑA)

Nº _____.

NOMBRE: _____ FN: ____/____/____.

CLUB:

AÑOS DE NACIMIENTO: _____. horas semana: _____.

TALLA: _____ cm. PESO: _____ Kg.

RAQUIS SAGITAL EN BIPEDESTACIÓN:

CIF. DORSAL: _____°; LORDOSIS LUMBAR: _____°

FLEXIÓN MÁXIMA (T₅-T₇): _____°

RAQUIS SAGITAL EN SEDENTACIÓN:

CIF. DORSAL: _____°; CIFOSIS LUMBAR: _____°; °LH SA: _____°.

RAQUIS SAGITAL EN FLEXIÓN ANTERIOR:

CIF. DORSAL: _____°; CIFOSIS LUMBAR: _____°; °LH fx: _____°.

L-V: _____ DISTANCIA DEDOS SUELO: _____ cm

DECÚBITO PRONO:

EXTENSIÓN MÁXIMA (T₅-T₇): _____

DECLARATION OF CONSENT FORM

MR/MRS

YEARS OLD,

PASSPORT NUMBER

LEGAL GUARDIAN OF

Testifies having been informed of the benefits which come with the carrying out of study of THE STRUCTURE OF THE SPINE AND EXTENSION OF THE HAMSTRINGS AMONGST GIRLS WHO PERFORM ESTHETIC GYMNASTICS.

To achieve the objectives of the project called, "STRUCTURE AND MOBILITY OF THE SAGITAL SPINE AND ASSESMENT OF EXTENSION OF THE HAMSTRINGS AMONGST SPORTSWOMEN WHO PRACTICE AESTHETIC GYMNASTICS."

I have been informed of the possible implications of the exploration of the spine and of the extension of the hamstrings.

I have also been informed that personal details given regarding this project will be protected and recorded. This is guaranteed under the Spanish law 15/ 1999, passed on 13th December.

Taking this into account and having the right to deny the use of this information at any time.

I AUTHORISE that this exploration takes place and is used to achieve the specified project objectives

(place) 14th November 2008

Signed.....

ANEXO 3: VARIABLES DE DISEÑO

1. Número de Sujeto: de 1 hasta 99
2. Grupo o especialidad: 1. estética, 2. rítmica y 3. control.
3. Edad: años.
4. Años de entrenamiento: número.
5. Horas a la semana.
6. Grupos de edad.
7. Talla: centímetros.
8. Peso: kilogramos
9. Inclínómetro cifosis bipedestación: grados.
10. Inclínómetro lordosis bipedestación: grados.
11. Inclínómetro amplitud flexión máxima T5-T7: grados.
12. Ángulo lumbo-vertical(L-V): grados
13. Ángulo lumbo-horizontal sedentación asténica (L-H sed): grados.
14. Inclínómetro cifosis dorsal sedentación asténica: grados.
15. Inclínómetro cifosis lumbar sedentación asténica: grados.
16. Pruebas dedos-planta (DD-P): centímetros.
17. Inclínómetro cifosis dorsal (posición DD-P): grados.
18. Inclínómetro cifosis lumbar (posición DD-P): grados.
19. Ángulo lumbo horizontal (L-H fx): grados.
20. Inclínómetro máxima extensión: T5-T7: grados.



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Facultad de Ciencias de la actividad Física y del Deporte

Fernando M. Santonja Medina

Doctor en Medicina y Cirugía y Profesor Titular del
Departamento de Cirugía, Pediatría, Obstetricia y Ginecología de
la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada: “**Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo**”, realizada por D^a Elena Conesa Ros, bajo mi inmediata dirección y supervisión en el Departamento de Actividad Física y del Deporte, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a diecinueve de Enero de dos mil quince.

Fdo: Fernando M. Santonja Medina



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Facultad de Ciencias de la actividad Física y del Deporte

FRANCISCA M^a MARTÍNEZ-GALLEGO

Doctora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y Profesora Asociada de la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada: **“Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo”**, realizada por D^a Elena Conesa Ros, bajo mi inmediata dirección y supervisión en el Departamento de Actividad Física y del Deporte, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a diecinueve de Enero de dos mil quince.

Fdo: Francisca M^a Martínez-Gallego



UNIVERSIDAD DE MURCIA

DEPARTAMENTO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

Área de Didáctica de la Expresión Corporal

Facultad de Ciencias de la actividad Física y del Deporte

Antonio Pastor Clemente

Doctor en Medicina y Cirugía

AUTORIZA:

La presentación de la Tesis Doctoral titulada: **“Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo”**, realizada por D^a Elena Conesa Ros, bajo mi inmediata dirección y supervisión en el Departamento de Actividad Física y del Deporte, para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a diecinueve de Enero de dos mil quince.

Fdo: Antonio Pastor Clemente

A mi familia en especial a mi madre por no estar aquí conmigo en este momentos que ella tanto deseaba y que espero se sienta orgullosa desde allí arriba y a mi padre por dejarme grabada en la memoria la frase "Elena estudia". Espero se queden más tranquilos a la espera de un futuro mejor.

Mamá te quiero.

A Francisca Martínez-Gallego, por su tesón e insistencia para que terminara este trabajo, en momentos que se hacían cuesta arriba y no sabía por dónde salir. Gracias por tu apoyo, gracias por tu paciencia, gracias por ayudarme a crecer.

A Fernando Santonja Medina y Antonio Pastor Clemente, gracias por vuestro apoyo y útiles consejos para llevar a término este trabajo. Gracias por vuestro tiempo y dedicación. Gracias por vuestra ayuda para llevar a cabo las valoraciones médico-deportivas realizadas a las gimnastas.

A la Concejalía de Deportes del Ayuntamiento de Cartagena, por su respaldo y ayuda que ha permitido que fuera posible la presente investigación. Gracias también por creer en la Gimnasia Estética de Grupo como un deporte para toda la vida.

A mis queridas gimnastas y compañeras del Club Rítmica Cartagena, por las muestras de interés e ilusión que han manifestado al formar parte de esta investigación.

A los Clubes de competición de Estonia y Finlandia por su valiosa colaboración.

A los compañeros y amigos (María, Ernesto, Lucía, Cristina, Marga,...) que me han ayudado, animado, aguantado y apoyado de manera incondicional a lo largo de estos últimos años, en especial a Jorge Dopico, que desde la otra punta de España siempre ha estado a mi lado.

A Enrique Ortega Toro y "familia" por su ayuda desinteresada y fundamental.

Por último y no menos importante, sino todo lo contrario, a mi compañero y amigo Jesús García Pallarés por su ayuda incondicional, su tesón e insistencia, ya que si no hubiera sido por él, la conclusión de este trabajo se hubiera alargado más en el tiempo.

ÍNDICE

I. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
1. Justificación	7
2. Hipótesis y Objetivos del estudio	12
2.1. Hipótesis	12
2.2. Objetivos	13
II. MARCO TEÓRICO.....	15
1. Columna vertebral: Anatomía y biomecánica.....	17
1.1. Columna vertebral: Plano sagital.....	17
1.2. Valores de referencia para el plano sagital.....	19
1.3. Desalineaciones sagitales de la columna vertebral.....	25
1.3.1. Desalineaciones en la zona dorsal.....	26
1.3.2. Desalineaciones en la zona lumbar.....	28
2. Columna vertebral y deporte.....	30
3. Movilidad de la columna vertebral.....	49
3.1. Movilidad de la columna vertebral y deporte.....	50
4. Flexibilidad y deporte: Musculatura isquiosural.....	52
5. La Gimnasia Estética de Grupo.....	64
5.1. Contextualización histórica.....	64
5.2. Aproximación conceptual.....	69
5.3. Análisis de la técnica en GEG y su comparación con la GRD.....	73
5.4. Elementos técnicos potencialmente lesivos de la GEG.....	78
III. MÉTODO.....	85
1. Metodología.....	87
1.1. Diseño.....	87
1.1.1. Variables del diseño.....	87
2. Muestra.....	91
2.1. Características Madurativas.....	93
2.2. Características del contexto social donde se desarrolla la investigación.....	95
3. Procedimiento.....	95
4. Instrumentos y test de valoración.....	96
4.1. Valoración de la disposición sagital del raquis en bipedestación.....	96
4.2. Valoración del raquis en sedentación.....	98
4.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis.....	100
4.4. Valoración de la movilidad sagital global del raquis.....	102
4.5. Valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural.....	103
4.6. Mediciones antropométricas.....	107
5. Técnicas estadísticas aplicadas.....	108

IV. RESULTADOS	109
1. Disposición del plano sagital del raquis	111
1.1. Valoración de la disposición estática del raquis.....	111
1.1.1. En bipedestación.....	111
Grado de cifosis en bipedestación medida con inclinómetro.....	111
Grado de lordosis en bipedestación medida con inclinómetro.....	115
1.1.2. En sedentación.....	119
Grado de cifosis dorsal en sedentación asténica con inclinómetro.....	119
Grado de cifosis lumbar en sedentación asténica con inclinómetro.....	123
Ángulo lumbo-horizontal en sedentación (L-H SA).....	127
1.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis.....	131
Grado de cifosis dorsal en posición DD-P con inclinómetro.....	131
Grado de cifosis lumbar en posición DD-P con inclinómetro.....	136
2. Movilidad global del tronco	140
3. Extensibilidad de la musculatura isquiosural	142
4. Incidencia del volumen de entrenamiento sobre la configuración del plano sagital del raquis	155
V. DISCUSIÓN	157
1. Análisis de la disposición del plano sagital del raquis	161
1.1. Valoración de la disposición estática del raquis.....	161
1.1.1. En Bipedestación.....	161
Cifosis dorsal en bipedestación. Valores medios.....	161
Categorización de la curva dorsal en bipedestación.....	165
Lordosis lumbar en bipedestación. Valores medios.....	168
Categorización de la curva lumbar en bipedestación.....	171
1.1.2. Valoración de la disposición del raquis en sedentación.....	175
Grado de cifosis dorsal en sedentación asténica con inclinómetro.....	175
Categorización de la curva dorsal en sedentación.....	176
Grado de cifosis lumbar en sedentación asténica con inclinómetro.....	177
Categorización de la curva lumbar en sedentación.....	178
Ángulo lumbo horizontal en sedentación (L-H SA).....	179
1.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis.....	181
Cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Valores medios.....	182
Categorización de la curva dorsal en flexión máxima del tronco.....	184
Cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Valores medios.....	186
Categorización de la curva lumbar en flexión máxima del tronco.....	188

2. Análisis de la movilidad global del raquis.....	190
3. Análisis de extensibilidad de la musculatura isquiosural.....	193
4. Análisis de la incidencia del volumen de entrenamiento sobre la configuración del plano sagital del raquis.....	198
5. Perspectivas y futuras líneas de investigación.....	200
VI. CONCLUSIONES.....	201
VII. ÍNDICE DE FIGURAS.....	207
VIII. ÍNDICE DE TABLAS.....	213
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	219
X. ANEXOS.....	249

I.

JUSTIFICACIÓN y OBJETIVOS



I.1. JUSTIFICACIÓN

En el ámbito del rendimiento deportivo, diferentes estudios han tratado de definir un perfil ideal del deportista en cada disciplina, para determinar aquellas características físicas, técnico-tácticas, psicológicas, etc., que se relacionan con mejores resultados, así como las adaptaciones derivadas de un entrenamiento sistemático y continuado.

La mayoría de los estudios realizados en los que se analizan las características físicas de los deportistas se han centrado exclusivamente en aspectos fisiológicos. Sin embargo, el entrenamiento con un alto volumen de trabajo, en posiciones concretas y específicas al deporte, con acciones articulares repetitivas, pueden generar adaptaciones en el sistema músculo-esquelético y de forma específica en la columna vertebral.

Diversos autores establecen que la valoración inicial del deportista, que contemple la valoración del aparato locomotor, es clave para la prevención de la lesión (Casais, 2008). En concreto, Sainz de Baranda et al. (2009) plantean que para preservar la salud raquídea del deportista habrá que tener en cuenta el morfotipo raquídeo (Santonja, 1996a, b), la epidemiología lesional específica del deporte (Hellström et al., 1990; Katz y Scerpella, 2003), el porcentaje de deportistas afectados con dolor de espalda (Christie et al., 1995; Harringe et al., 2007; Kujala et al., 1992; Öhlén et al., 1989b) y el volumen y contenido del entrenamiento (Sainz de Baranda et al., 2010).

El concepto de morfotipo raquídeo fue definido por Santonja (1996a, b) y, en el plano sagital, consiste en la valoración de las curvaturas sagitales dorsal y lumbar en bipedestación en su actitud habitual, en flexión máxima del tronco y en postura sentada relajada o asténica.

La importancia de valorar el morfotipo raquídeo radica en que la disposición sagital del raquis influye en las propiedades mecánicas de los tejidos intervertebrales ante cargas compresivas y de cizalla (McGill, 2002). Así, una disposición raquídea inadecuada genera un incremento de las fuerzas que inciden sobre las diferentes estructuras que forman la columna vertebral, aumentando el riesgo de repercusiones, especialmente en deportistas jóvenes (Hellström et al., 1990; Smith et al., 2008). De esta forma, el riesgo de lesión aumenta, al modificarse la distribución de la carga entre el cuerpo vertebral, el disco intervertebral y las articulaciones apofisarias, entre el núcleo pulposo y el anillo fibroso y al aumentar el estrés de tensión en los ligamentos intervertebrales (McGill, 2002).

Las alteraciones en la disposición sagital del raquis han sido relacionadas con diversas repercusiones raquídeas en niños y en adultos, tales como el dolor lumbar y la degeneración discal, entre otras (López-Miñarro, 2003). En este sentido, Keller et al. (2005) determinaron que la disposición angular de las curvas torácica y lumbar influye en las cargas compresivas y de cizalla sobre los discos intervertebrales. Estas circunstancias justifican la necesidad de estudiar la relación entre la práctica físico-deportiva sistemática y la disposición del raquis (morfotipo raquídeo), con objeto de conocer el efecto que dicha práctica ejerce sobre aquél.

Estudios previos han valorado el morfotipo raquídeo en deportistas y han encontrado adaptaciones específicas en función del deporte practicado. Los deportistas analizados han sido bailarinas (Gómez-Lozano, 2007; Nilsson et al., 1993), nadadores (Pastor, 2000), futbolistas (López et al., 2005; López-Miñarro et al., 2007; Öztürk et al., 2008; Sainz de Baranda et al., 2001; Wodecki et al., 2002), luchadores (Rajabi et al., 2008), ciclistas (Aramendi et al., 1998; Burnett et al., 2004; Kolehmainen et al., 1989; López-Miñarro et al., 2012; McEvoy et al., 2007; Rajabi et al., 2000a, b; Salai et al., 1999), piragüistas (López-Miñarro et al., 2008; López-Miñarro et al., 2009), remeros (Howell, 1984; Stutchfield y Coleman, 2006), jugadores de hockey (Rajabi et al., 2007), jugadores de voleibol (Grabara y Hadzik, 2009), escaladores (Förster et al., 2009), golfistas (Lindsay y Horton, 2002), esquiadores (Alricsson y Werner, 2006; Rachbauer et al., 2001) y atletas (Aggrawal et al., 1979; López-Miñarro et al., 2009).

Otros estudios han comparado la disposición sagital del raquis en un grupo heterogéneo incluyendo a deportistas de diversas disciplinas (Ferrer, 1998; Uetake et al., 1998), relacionando la práctica deportiva con modificaciones específicas en la morfología del raquis, asociándolas a la técnica del deporte y a las posturas específicas que adoptan sistemáticamente los deportistas en sus entrenamientos y competiciones.

Algunos cambios en el morfotipo raquídeo suponen una alteración de las curvaturas sagitales del raquis, aumentando el riesgo de repercusiones raquídeas (Ferrer, 1998; Pastor, 2000). Por ello, es preciso analizar la disposición del raquis en deportistas jóvenes por su vulnerabilidad durante el crecimiento, especialmente en los períodos de crecimiento rápido (Hellström et al., 1990; Wojtys et al., 2000).

Balius et al. (1987) y Maroon y Bailes (1996) realizaron una clasificación de los deportes en función de la repercusión que su práctica podría suponer sobre la columna vertebral y específicamente sobre el disco intervertebral, basada en: 1) el tipo de

movimientos vertebrales que exige la técnica del deporte y su carácter simétrico o asimétrico; 2) la mayor o menor intensidad de estos movimientos, así como la necesidad intrínseca e inevitable de alcanzarla; y 3) la necesidad intrínseca e inevitable de fenómenos sobreañadidos de carga o de choque.

De acuerdo con las ideas expuestas, diferenciaron cuatro grupos de deportes: 1) Deportes vertebralmente negativos; 2) Deportes vertebralmente negativos en potencia; 3) Deportes vertebralmente indiferentes; y 4) Deportes vertebralmente positivos. A estos grupos añadieron un quinto, en el que incluían los deportes vertebralmente peligrosos.

Dentro de los deportes vertebralmente negativos, incluyeron a aquellos cuya práctica obliga necesariamente a la realización de movimientos de flexo-extensión, inclinación y rotación vertebral, de forma continuada, y en muchos de sus elementos técnicos forzando los movimientos a máxima intensidad, a los que en algunos deportes se asocian simultáneamente cargas continuas o discontinuas, soportadas, en muchas ocasiones, en mala posición. Son deportes en los que a pesar de seguir una técnica correcta, es imposible proteger el raquis y alcanzar al mismo tiempo rendimientos deportivos máximos. En este grupo se encuentran: - la gimnasia deportiva masculina y la gimnasia rítmica y artística femenina. Resaltando sobre todo el carácter particularmente nocivo de los movimientos de hiperflexión e hiperextensión lumbar forzada que se observan en estas disciplinas deportivas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que dentro del deporte de la gimnasia se encuentran varias modalidades deportivas como la gimnasia rítmica deportiva (GRD), la artística, la gimnasia de trampolín, la gimnasia acrobática, la aeróbica y la gimnasia estética de grupo; por lo tanto habrá que diferenciar la repercusión que cada una de estas modalidades puede generar sobre la columna vertebral.

El movimiento gimnástico se fragua a principios del siglo XIX de la mano de Ling. Éste definió a la gimnástica como la perfección adecuada del cuerpo humano a través de movimientos correctamente determinados (Langlade y Langlade, 1986). Una de las modalidades que se desarrolla especialmente en Finlandia, Estonia y Dinamarca es la Gimnasia Estética de Grupo (GEG) que adopta el valor formativo de salud corporal que se le había venido concediendo desde la época helenística.

A finales del Siglo XIX se constituyen los movimientos gimnásticos en el Mundo, partiendo de la base de la gimnasia practicada en los países nórdicos y a partir de ésta se fueron diferenciando el resto de modalidades, la GRD en la extinta URSS y Bulgaria y la

Gimnasia Artística en Alemania y Rumanía. La GEG ha sido desde entonces practicada, especialmente en Finlandia, como hábito de vida saludable para las mujeres (Langlade y Langlade, 1986).

La GEG es un deporte que durante muchos años sólo ha existido en los países del Norte de Europa, extendiéndose la competición federada de esta modalidad gimnástica al resto del mundo desde principios del siglo XXI. Como práctica física, hace énfasis en mantener una postura adecuada del tronco, tanto en bipedestación como en flexión del tronco, pero no existe ningún estudio que cuantifique la movilidad de la columna vertebral de las gimnastas de estética, ni la disposición sagital del raquis, que indique los efectos que este deporte procura a los deportistas que lo practican.

Con relación al morfotipo raquídeo se han encontrado dos trabajos que han valorado a gimnastas de rítmica (Kums et al., 2007; Martínez-Gallego, 2004), uno que ha valorado a gimnastas de artística (Öhlén et al., 1989a) y otros dos que han valorado a gimnastas de trampolín (Sainz de Baranda et al., 2009, 2010).

Para saber si la práctica intensa de la GEG es un factor de riesgo que ocasiona alguna desalineación raquídea, es necesario conocer las modificaciones que pueden producirse en la disposición sagital del raquis, como consecuencia del intenso entrenamiento al que son sometidas las gimnastas y comprobar, si da lugar a desalineaciones sobre la columna vertebral o, si por el contrario mejora la disposición de las curvaturas sagitales del raquis.

Cuando se incrementan los años de entrenamiento, la estabilidad del raquis tiende a empeorar, pudiendo deberse a los entrenamientos específicos de este deporte. Se ha observado que en las gimnastas de rítmica la hipermovilidad raquídea, hiperlaxitud o hipermovilidad generalizada se asocia al dolor lumbar (Deighton, 2005; Hamilton et al., 1992; Klemp y Learmonth, 1984; Klemp et al., 1984). La hiperlaxitud tiene una incidencia significativa en este tipo de población, pues en gran medida, en el inicio de sus carreras deportivas, el grado de movilidad ha sido un parámetro de selección en los clubes de gimnasia.

La mayoría de los estudios en gimnastas de rendimiento, han encendido la alarma de que éstas están en situación de riesgo potencial para múltiples lesiones de la columna vertebral (Balius et al., 1987; Hutchinson, 1999; Mendizábal, 2000; Standaert y Herring, 2000). Pero existen otros estudios que inciden sobre los beneficios que puede aportar la

gimnasia con un entrenamiento moderado (Cupisti, et al., 2004; Cupisti et al., 2007; Kums et al., 2007; Martínez-Gallego, 2004, Piazza et al., 2009).

El desconocimiento de la GEG y su relación con la gimnasia rítmica deportiva (GRD), les asocia como deportes “negativos” para la columna vertebral durante el crecimiento, obviando la parte educativa y correctiva del mismo.

Tras un análisis exhaustivo del reglamento, sobre los diferentes movimientos corporales y la exigencia del equilibrio entre las cualidades físicas que deben mostrar las gimnastas de estética, así como la especial atención a los aspectos saludables durante la ejecución de la técnica, nos hace suponer que la GEG es una actividad procuradora de hábitos y actitudes positivas favorables para la salud de la espalda.

Generalmente, el entrenamiento de la GEG comienza a la edad de 6 años. En los 10 años siguientes, el tiempo de entrenamiento aumenta de forma progresiva en intensidad y exigencia. El empleo de una preparación técnica inadecuada puede producir alteraciones y lesiones músculo-esqueléticas, por lo que el entrenamiento de la GEG debe procurar el adecuado desarrollo de la columna vertebral y la prevención de diferentes lesiones (Bachrach, 1988; Howse, 2002; Micheli, 1983; Sohl y Bowling, 1990).

Con el objeto de dar a conocer los efectos que proporciona la práctica de la GEG, se realiza este estudio para describir el morfotipo del raquis de las gimnastas de estética de grupo durante su etapa de crecimiento, con el propósito de corroborar si las exigencias de aspectos saludables que imperan en su reglamento deportivo se traducen en una mejor disposición de la columna vertebral.

Atendiendo a la filosofía de la GEG donde los movimientos deben ser armónicos, rítmicos y dinámicos, realizados de forma económica y natural, es de esperar que su práctica regular, sea positiva para la buena alineación de la columna vertebral.

El análisis comparativo entre la GEG y la GRD, puede ayudar a comprender mejor las peculiaridades de ésta y a comprobar si su práctica influye sobre el buen estado de salud de las gimnastas respecto a las niñas que no practican ninguna actividad.

I.2. HIPÓTESIS y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

I.2.1. Hipótesis

1. La cifosis dorsal en valoración estática, tanto en bipedestación como en sedentación, presentará valores angulares similares en las niñas practicantes de GEG respecto a las niñas practicantes de GRD, y más reducidos respecto a las niñas no practicantes de actividad deportiva reglada. Los valores de lordosis lumbar serán más reducidos en las gimnastas de estética que en las gimnastas de rítmica, y similares a las de la población control.

2. La disposición del raquis dorsal en flexión del tronco presentará valores angulares similares en las niñas practicantes de GEG respecto a las niñas de GRD y más reducidos que las no practicantes. Por contra, la inversión lumbar será menor en niñas practicantes de GEG que en niñas de GRD, así como en la población control.

3. Los valores de extensibilidad isquiosural de las gimnastas de estética y rítmica serán similares, aunque ambas presentarán valores notablemente superiores a las de la población control.

4. La movilidad sagital global del raquis en flexión y extensión del tronco será superior en niñas practicantes de GEG respecto a otras poblaciones de deportistas.

5. El volumen de entrenamiento influirá sobre la configuración sagital del raquis y aumentará los niveles de extensibilidad isquiosural en una muestra de gimnastas de GEG.

I.2.2. Objetivos

Los objetivos que se plantean para esta Tesis Doctoral son:

- Evaluar la disposición sagital del raquis en posición estática y dinámica en una muestra de gimnastas de GEG y compararla con gimnastas de GRD y niñas que no realizan actividad física extraescolar.
- Determinar el grado de extensibilidad isquiosural en una muestra de gimnastas de GEG y compararla con las gimnastas de GRD y con las niñas que no realizan actividad físico-deportiva extraescolar.
- Determinar la movilidad sagital global del raquis en una muestra de gimnastas de GEG y compararla con otras poblaciones de deportistas.
- Analizar la incidencia del volumen de entrenamiento sobre la configuración sagital del raquis y la extensibilidad isquiosural en una muestra de gimnastas de GEG.

II.

MARCO TEÓRICO



II.1. COLUMNA VERTEBRAL: ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

II.1.1. Columna vertebral: Plano Sagital

La columna vertebral, también denominada raquis, es una estructura ósea en forma de pilar constituida por 33 ó 34 vértebras superpuestas, alternadas con discos fibrocartilaginosos a los que se unen por fuertes estructuras ligamentosas, apoyadas por los músculos. De estos 33-34 segmentos, 24 son móviles y contribuyen al movimiento del tronco (Hamill y Knutzen, 1995) (figura II.1).

Esta estructura raquídea asegura tres características fundamentales para su funcionalidad: dotar de rigidez para soportar cargas axiales, proteger las estructuras del sistema nervioso central (médula, meninges y raíces nerviosas) y otorgar una adecuada movilidad y flexibilidad para los principales movimientos del tronco (Cuadrado et al., 1993; Kirby y Roberts, 1985; Miralles y Puig, 1998; Panjabi, 1985).

En el plano sagital, el raquis queda dividido en una serie de curvaturas de naturaleza fisiológica: la lordosis cervical, constituida por 7 vértebras (C₁ a C₇); la cifosis torácica o dorsal, constituida por 12 vértebras (T₁ a T₁₂); la lordosis lumbar, constituida por 5 vértebras (L₁ a L₅); la cifosis sacra, constituida por 5 vértebras (S₁ a S₅), habitualmente fusionadas formando un sólo hueso, el sacro; y la coccígea, formada por 4 ó 5 vértebras que constituyen el cóccix (Cuadrado et al., 1993; Hamill y Knutzen, 1995; Miralles y Puig, 1998; Panjabi, 1985; Thompson y Floyd, 1996). De éstas, la cervical y lumbar son las más móviles, mientras la torácica es más rígida, aportando menor movilidad.

Los cuatro parámetros que justifican la presencia de las curvaturas en el plano sagital (Llanos y Martín, 1998) son: 1) Su existencia aumenta la resistencia de la columna vertebral a las fuerzas de compresión axial; 2) Proporcionan mayor movilidad al conjunto arquitectural cabeza-pelvis; 3) Aumentan la estabilidad en bipedestación, debido a que la existencia de las curvas agranda el polígono de sustentación corporal delimitado entre los dos pies; 4) Colaboran en el mantenimiento del equilibrio estático de la cabeza y el tronco mancomunadamente con otros factores, como la actividad de la musculatura o la peculiar disposición de la pelvis humana.

La valoración del raquis en el plano sagital implica la complejidad de tener que discernir los límites fisiológicos y patológicos de su forma y función, circunstancia que

precisa de un adecuado conocimiento de las estructuras anatómicas que la conforman y la biomecánica que rige su funcionalidad. Según señala Munuera (1996), los valores angulares de las curvaturas del raquis medidas por procedimientos radiológicos oscilan entre 2° y 24° en la lordosis cervical, con una media de 9° ; entre 22° y 56° para la cifosis dorsal, con una media de 40° ; y entre 38° y 75° para la lordosis lumbar, con una media en torno a 57° .

Sin embargo, muchos autores indican que estos valores medios deben ser sólo indicativos y no normativos (Bernhardt y Bridwell, 1989; Jackson y Hales, 2000), ya que existe una gran variabilidad individual, y ésta puede ir modificándose con la edad de los sujetos (Roussouly et al., 2005), aunque, habitualmente, se han aceptado como límites de normalidad los 20° - 45° para la cifosis dorsal y los 20° - 40° para la lordosis lumbar.

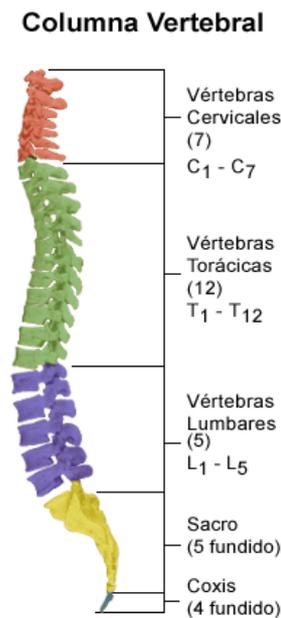


Figura II.1. Plano sagital de la columna vertebral.

II.1.2. Valores de referencia para el plano sagital

Tras analizar los diferentes estudios que han valorado el plano sagital de la columna vertebral, se puede afirmar, que la columna del niño no es un modelo en pequeño de la del adolescente y la del adulto, ya que conforme el niño crece, la alineación de la columna se modifica mostrando cambios en la postura y en el equilibrio del plano sagital (Sainz de Baranda et al., 2006).

En este sentido, Voutsinas y MacEwen (1986) tras un análisis radiológico, encontraron una media de cifosis de 36° y lordosis de 52° para los escolares de 5-9 años, mientras que los valores aumentaban a 39° para la cifosis y $56,6^{\circ}$ para la lordosis para los escolares de entre 15 y 20 años.

Cil et al. (2004) tras estudiar a 151 niños (72 niñas y 79 niños) sin patología de la columna, con una edad desde los 3 años a los 15 años, observaron que la alineación del plano sagital cambia durante el crecimiento, mostrando diferencias significativas entre los diferentes grupos de edad (tabla II.1).

Con el crecimiento, la cifosis y la lordosis aumentan, al igual que la inclinación sacra. Aunque, hay que destacar que la lordosis termina antes su crecimiento y que la cifosis dorsal será la última curva en cerrar su crecimiento (figura II.2). Por ello, el incremento en grados no es lineal, ya que al tiempo que la lordosis acelera su crecimiento a los 10-12 años, la cifosis torácica decrece. Mientras que en los años posteriores la cifosis aumenta y la lordosis disminuye, hasta que se estabilizan las curvas (Cil et al., 2004).

Tabla II.1. Cifosis dorsal y lordosis lumbar durante el crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004).

Edad	3-6 años	7-9 años	10-12 años	13-15 años
Sujetos (n)	51	37	32	31
Cifosis Dorsal	$44,9^{\circ} \pm 11,4^{\circ}$	$47,8^{\circ} \pm 10,5^{\circ}$	$45,8^{\circ} \pm 10,6^{\circ}$	$53,3^{\circ} \pm 9,1^{\circ}$
Lordosis Lumbar	$44,3^{\circ} \pm 11^{\circ}$	$51,7^{\circ} \pm 11,5^{\circ}$	$57,3^{\circ} \pm 10^{\circ}$	$54,6^{\circ} \pm 9,8^{\circ}$

Murray y Bulstrode (1996) observaron similar progresión de las curvas y justifican estos datos porque el crecimiento vertebral anterior es superior al crecimiento vertebral posterior, lo que da como resultado la disminución en los valores de cifosis y el aumento de la lordosis lumbar.

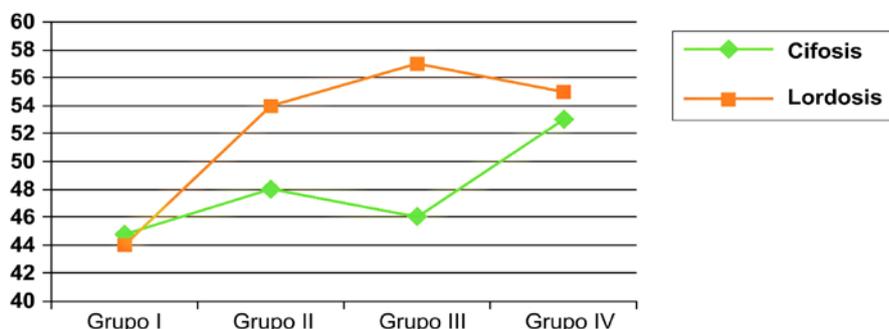


Figura II.2. Evolución de la cifosis y lordosis con la edad durante las etapas de crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004)

Mac-Thiong et al. (2004) tras realizar un estudio radiográfico a 180 niños y adolescentes, encontraron para todos los parámetros valores más pequeños en los sujetos menores de 10 años cuando los compararon con los de más de 10 años (tabla II.2). Observándose tras el estudio correlacional una tendencia positiva a la asociación lineal entre la edad y todos los parámetros evaluados.

Estos autores no encuentran diferencias significativas entre chicos y chicas, aunque las chicas muestran una tendencia a presentar mayores valores para todos los parámetros. Lo cual, puede ser debido, a que el crecimiento adolescente acelera el crecimiento y se completa 2 años antes en las mujeres.

Tabla II.2. Valores medios del plano sagital del raquis en función de la edad. Tomado de Mac-Thiong et al. (2004).

Edad	Cifosis	Lordosis	Índice Pélvico	Inclinación pélvica	Ángulo Sacro
< 10 años (n =35)	38,3 ⁰ ±9,8 ⁰	45,6 ⁰ ±12 ⁰	44,6 ⁰ ±10 ⁰	4,3 ⁰ ±8,1 ⁰	40,3 ⁰ ±8,7 ⁰
> 10 años (n =145)	44 ⁰ ±10,3 ⁰	49 ⁰ ±12,4 ⁰	49,3 ⁰ ±11 ⁰	7,9 ⁰ ±7,7 ⁰	41,4 ⁰ ±8,5 ⁰

Boseker et al. (2000) tras realizar una radiografía lateral de la columna vertebral en bipedestación, a 121 niños y adolescentes de edades comprendidas entre los 5 y los 19 años, tampoco encontraron diferencias significativas entre chicos y chicas, mientras que si observaron una tendencia a que los valores de cifosis aumentaran con la edad.

Widhe (2001) realizó un estudio longitudinal, valorando la evolución de diferentes parámetros de la columna vertebral con el paso de los años. Seleccionó una muestra de 90 niños de 5-6 años y, 10 años después, los volvió a valorar cuando tenían entre 15 y 16 años. Analizó la disposición sagital de la columna vertebral en bipedestación, así como la movilidad de la curva dorsal y lumbar en flexión y extensión, utilizando el Cifómetro de Debrunner. Tras el análisis de los resultados, observa como la postura cambia de forma significativa durante el crecimiento, aumentando la cifosis torácica y la lordosis (tabla II.3).

Con relación a la movilidad de la columna, en la columna dorsal, la flexión disminuye 9° y la extensión disminuye 18° . Para la columna lumbar, la flexión disminuye 9° y la extensión aumenta 5° . Por tanto, la movilidad sagital total disminuye durante un periodo de 10 años en la región dorsal unos 27° y en la región lumbar 4° .

Tras realizar el estudio correlacional observó que la cifosis a los 5-6 años y la cifosis a los 15-16 años mostraba una correlación positiva ($r=0.33$; $p<0.0015$), al igual que la lordosis, aunque con una significación algo menor ($r=0.21$; $p<0.05$).

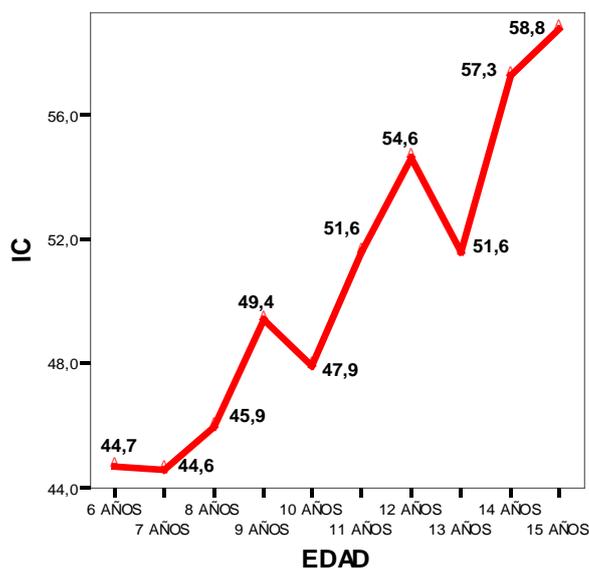
Tabla II.3. Valores de la columna dorsal y lumbar en flexión, cifosis, lordosis y extensión. Tomado de Widhe (2001).

Edad	Zona Dorsal			Zona Lumbar		
	Flexión	Cifosis	Extensión	Flexión	Lordosis	Extensión
5-6 años Chicos	55,3 ⁰ (7 ⁰)	30,1 ⁰ (8,7 ⁰)	0 ⁰ (16,8 ⁰)	46,5 ⁰ (10,7 ⁰)	31,2 ⁰ (8,6 ⁰)	50,5 ⁰ (8,9 ⁰)
15-16 años Chicos	50,8 ⁰ (8,8 ⁰)	37 ⁰ (8,3 ⁰)	22,5 ⁰ (12,7 ⁰)	35,8 ⁰ (9,3 ⁰)	35,2 ⁰ (7,9 ⁰)	60,2 ⁰ (7,8 ⁰)
5-6 años Chicas	52,4 ⁰ (8,4 ⁰)	28,4 ⁰ (9,3 ⁰)	- 3,4 ⁰ (16,3 ⁰)	46,9 ⁰ (8,5 ⁰)	31,6 ⁰ (9,9 ⁰)	53 ⁰ (11,1 ⁰)
15-16 años Chicas	49,6 ⁰ (5,4 ⁰)	33,7 ⁰ (6,6 ⁰)	20,7 ⁰ (12,2 ⁰)	28,3 ⁰ (8,4 ⁰)	39,9 ⁰ (5,5 ⁰)	65,2 ⁰ (5,1 ⁰)
5-6 años Total	53,8 ⁰ (7,8 ⁰)	29,2 ⁰ (9 ⁰)	- 1,7 ⁰ (16,5 ⁰)	46,7 ⁰ (9,6 ⁰)	31,4 ⁰ (8,2 ⁰)	51,8 ⁰ (10,1 ⁰)
15-16 años Total	50,2 ⁰ (7,3 ⁰)	35,3 ⁰ (76 ⁰)	21,6 ⁰ (12,4 ⁰)	32 ⁰ (9,6 ⁰)	37,6 ⁰ (7,2 ⁰)	62,7 ⁰ (7 ⁰)

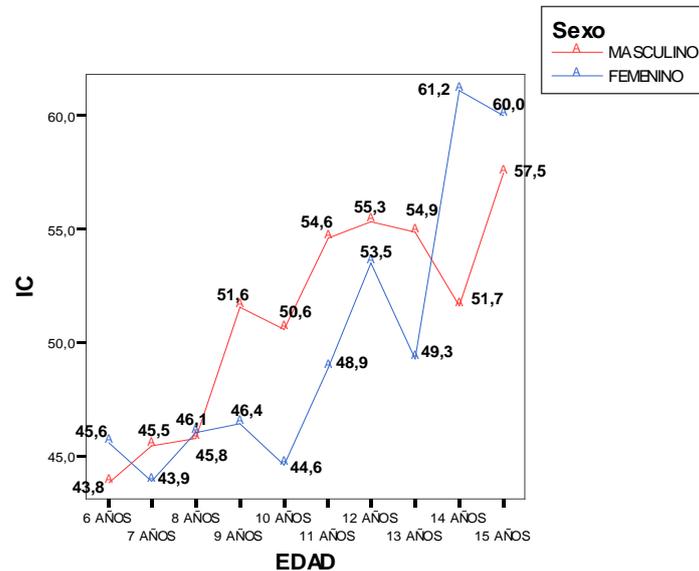
En España, destaca el trabajo de Andújar (2010), que realiza un estudio de prevalencia para analizar el plano sagital de la columna vertebral en escolares entre 6 y 14 años. Selecciona de forma aleatoria y estratificada una muestra de 523 alumnos de 15 centros escolares.

Cuando analiza la evolución de los parámetros clínicos de las curvaturas sagitales de la columna vertebral con la edad, aprecia una tendencia al incremento de la cifosis con el crecimiento, al evolucionar desde un índice cifótico (IC) de aproximadamente 45 entre los 6 a los 8 años de edad, a un índice cifótico de 58 entre los 14 y 15 años de edad (figura II.3).

Cuando analiza los resultados en función del sexo observa que el IC es menor en las niñas hasta los 13 años de edad. De los 13 a los 15 años en las chicas, se produce un claro incremento del IC pasando de $49,28 \pm 17,19$ a $61 \pm 12,27$ (figura II.4). En los niños el IC es claramente superior cuando se compara con el de las niñas de los 9 a los 13 años aunque las diferencias no llegan a ser significativas.



**Figura II.3. Evolución del IC durante el crecimiento.
Tomado de Andújar (2010).**



**Figura II.4. Evolución del IC durante el crecimiento diferenciando por sexos.
Tomado de Andújar (2010).**

Con relación a la lordosis, valorada mediante el índice lordótico (IL), aprecia una tendencia a incrementar durante el crecimiento, al pasar de un índice lordótico de aproximadamente 25 a los 6 años de edad a un índice lordótico de 36 a los 15 años de edad (figura II.5).

Cuando analiza los resultados en función del sexo observa que el IL siempre es superior en las niñas, siendo estas diferencias claramente superiores a los 14 años de edad ($38,23 \pm 9,94$ versus $31,13 \pm 6,74$) ($p < 0,05$). Sólo a la edad de 7 años el IL es igual en los niños que en las niñas ($28,26 \pm 10,28$ versus $28,15 \pm 7,17$) (figura II.6).

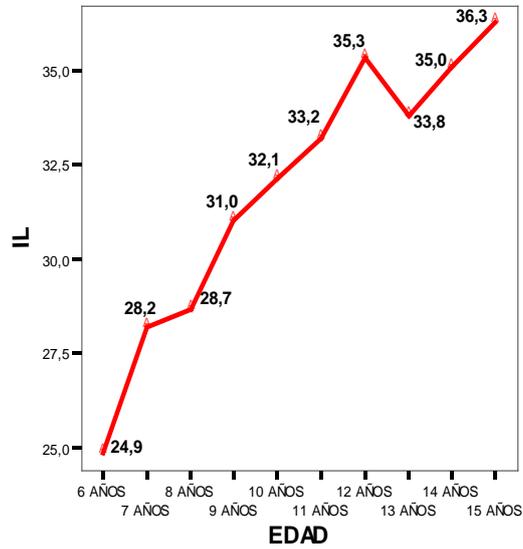


Figura II.5. Evolución del IL durante el crecimiento.
Tomada de Andújar (2010).

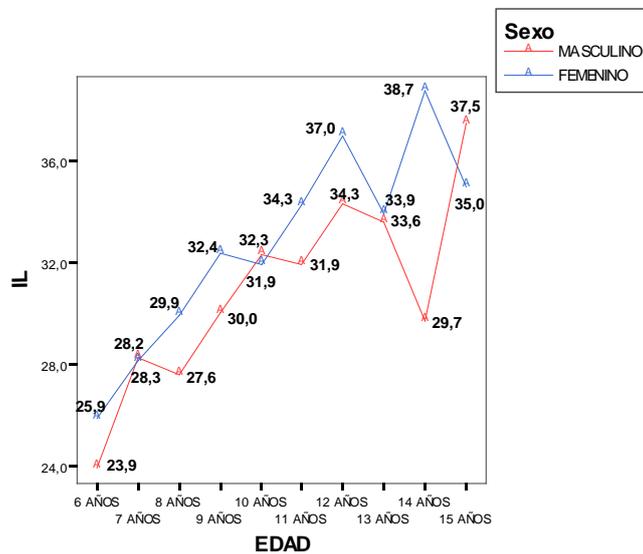


Figura II.6. Evolución del IL durante el crecimiento.
Tomada de Andújar (2010).

II.1.3. Desalineaciones sagitales de la columna vertebral

La columna vertebral en el plano sagital muestra sus curvaturas fisiológicas con angulaciones que oscilan entre amplios márgenes de normalidad (Scoliosis Research Society, 2006).

Por factores de diversa índole, las curvaturas del raquis pueden sufrir desalineaciones que, dependiendo del grado, van a modificar las condiciones de estabilidad y movilidad del raquis.

Dichas desalineaciones podrán darse por incremento, disminución, abolición e incluso por inversión de las curvas fisiológicas (Serna et al., 1996). Al aumento de la curva torácica se le denomina *hipercifosis*, al aumento de la curvatura lumbar se le denomina *hiperlordosis*, a la disminución o rectificación de las curvas fisiológicas, *hipocifosis* o dorso plano e *hipolordosis*, y a la inversión de las curvaturas se denomina *cifosis lumbar* o *lordosis torácica* (figura II.7).

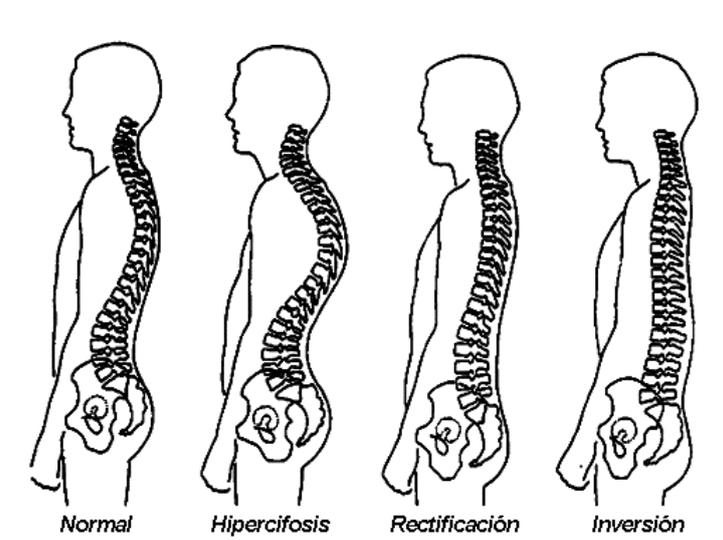


Figura II.7. Diferentes disposiciones del raquis en el plano sagital.
Tomado de Serna et al. (1996)

Estas desalineaciones del raquis en el plano sagital son importantes debido a su prevalencia (Ali et al., 2000; Andújar, 2010; Ferrer et al., 1996; Ferrer, 1998; Santonja, 1990; Wenger y Frick, 1999), y cualquier alteración precisará realizar el conveniente diagnóstico que determine sus características (Mac-Thiong et al., 2004).

La mayoría de estas desalineaciones son de naturaleza postural, siendo conocidas como actitudes posturales, no estructuradas o funcionales, en las cuales, no existe alteración estructural ósea y pueden ser corregidas espontáneamente por el individuo (Santonja, 1990; Santonja y Pastor, 2000; Stagnara, 1987).

Las desalineaciones denominadas estructuradas o verdaderas, son de menor frecuencia de aparición y se caracterizan por la persistencia de la posición anómala que no permite la completa corrección activa ni pasiva, acompañada de deformación estructural de las vértebras y los discos intervertebrales fundamentalmente (Serna et al., 1996). No obstante, hay que tener en cuenta la evolución de las actitudes posturales, ya que pueden estructurarse si no existen las medidas de prevención adecuadas (Bradford, 1977; Chopin y David, 1989; Lowe, 1990; Moe et al., 1982; Santonja, 1996a, b; Santonja et al., 2000).

Diversas han sido las propuestas para clasificar las deformidades vertebrales según su origen, causa o tipología.

En la zona dorsal, en función de sus características, destaca la actitud cifótica dorsal, la cifosis funcional, la cifosis idiopática y la cifosis de Scheüermann. En la zona lumbar destaca la hiperlordosis lumbar y la actitud cifótica lumbar. Cuando la persona presente una hipercifosis dorsal y una hiperlordosis lumbar se dirá que tiene una cifolordosis.

II.1.3.1. Desalineaciones en la zona dorsal

Se denomina hipercifosis dorsal al aumento de la curvatura por encima de los 40°-45°. En función de sus características se clasificarán en actitudes cifóticas dorsales, cifosis funcionales, cifosis idiopáticas o cifosis de Scheüermann (Andújar, 2010).

Actitud cifótica dorsal, hipercifosis dorsal asténica, dorso curvo postural o hipercifosis postural. Supone un incremento de la curva dorsal o torácica y se caracteriza por la forma redonda de la espalda en actitud asténica (relajada). Es frecuente su aparición durante el estirón puberal, siendo su frecuencia de un 9% durante la pubertad y alcanzando un 16% durante la adolescencia (Lalande et al., 1984; Lesur, 1969).

La radiografía muestra un aumento de la cifosis dorsal >40°, pero sin alteraciones en la morfología vertebral (no hay acuñaamientos, ni irregularidades). Sin embargo, habrá que tener en cuenta que durante el periodo puberal se pueden producir cambios en la

postura del niño. A veces desaparecerá, pero en muchas ocasiones, su tendencia será a incrementar la cifosis torácica o a aparecer una cifosis tóraco-lumbar (Stagnara, 1987).

En la pubertad, los cuerpos vertebrales adquieren su morfología y son susceptibles de deformidades estructurales que serán permanentes. Si estas cifosis no se tratan, pueden transformarse en una deformidad estructurada, con dolor en la edad adulta (Chopin y David, 1989; Domisse, 1990; Lesur, 1969; Ventura, 1986).

Cifosis funcional dorsal. La cifosis funcional dorsal se caracteriza por tener una cifosis dorsal en bipedestación normal pero con un notable incremento de la curvatura en flexión del tronco (Bado et al., 1964; Bado, 1977).

Dorso curvo juvenil. Es una hipercifosis dorsal acompañada de una cortedad de la musculatura isquiosural. Bado et al. (1964) determinan que existe una relación directa entre el grado de cortedad de la musculatura isquiosural y las angulaciones alcanzadas en el dorso curvo cuando se realiza la flexión del tronco.

Cifosis idiopática. Es una cifosis de aparición muy temprana con una acentuación de la cifosis torácica durante el estirón puberal y de carácter familiar. Según Alier (1990) su incidencia dentro de las cifosis es de un 35%. Se genera una curva de naturaleza regular y no dolorosa con acuñamientos progresivos de las vértebras torácicas medias, pudiéndose alcanzar angulaciones (acuñamientos) de hasta 10° por vértebra, pero sin observarse signos de Distrofia de Scheüermann.

Cifosis de Scheüermann. Esta patología debe su nombre al autor que la descubrió en 1920 (Scheüermann, 1921). Es un tipo de cifosis que cursa en un 50% de los casos con dorsalgias. El diagnóstico de la misma se efectúa mediante estudio radiológico, al observar los defectos causados en los platillos vertebrales, presentando una cifosis característica.

Los hallazgos radiográficos serán definitivos para el diagnóstico y consisten en un incremento de la cifosis torácica, irregularidades en los platillos marginales, acuñamientos vertebrales (>5°) que deben afectar al menos a tres vértebras contiguas en el ápex de la cifosis o cinco alternas (Sorensen, 1964), siendo este signo el más significativo; pinzamiento de los espacios discales, que suele estar ausente en los estadios iniciales de la enfermedad, pero más tarde se van estrechando, sobre todo en la región central de la curva cifótica (Lowe y Line, 2007).

II.1.3.2. Desalineaciones en la zona lumbar

En la zona lumbar destacan dos patologías, la hiperlordosis lumbar y la actitud cifótica lumbar en sedentación o en flexión del tronco. La hiperlordosis lumbar será estructurada cuando la curva lumbar sea mayor de 40°-45° en bipedestación y en flexión del tronco se mantenga la lordosis. La cifosis lumbar será estructurada cuando en bipedestación se aprecie la curva lumbar invertida o rectificadas (Andújar, 2010).

Actitud hiperlordótica. Es la exageración de la lordosis lumbar en bipedestación con una anteversión de la pelvis, lo que provoca un abdomen y nalgas prominentes. La curvatura dorsal será normal. Se considera fisiológica hasta los 5 años de edad aproximadamente, siendo más frecuente en el sexo femenino (Lalande et al., 1984). La reductibilidad de esta curvatura es total y se comprueba observando el comportamiento del raquis lumbar durante la flexión del tronco.

La hiperlordosis lumbar suele corregirse espontáneamente en la mayoría de los casos y sólo son causa de alarma cuando persisten o se agravan, sobre todo en las proximidades del estirón puberal del crecimiento. La radiografía en sedentación asténica o en flexión del tronco confirmaría la reductibilidad de esta lordosis (Stagnara, 1987; Santonja y Genovés, 1992).

Hiperlordosis lumbar. Es el aumento estructurado de la lordosis lumbar. La pelvis está en anteversión y al flexionar el tronco la curva lumbar no se invierte. En este caso, hay que pensar en una anomalía constitucional de la lordosis.

Las hiperlordosis pueden ser compensación de una hiper cifosis dorsal o ser secundarias a la retracción del psoas-íliaco, luxación bilateral de caderas o a una coxa vara bilateral entre otras etiologías. También pueden deberse a una debilidad de la musculatura abdominal (Andreotti y Mauri, 1989).

Enfermedad de Scheüermann lumbar. Denominada enfermedad de Scheüermann lumbar o atípica (Wenger y Frick, 1999), los criterios diagnósticos varían con respecto al cuadro típico. Las características en esta desalineación son: irregularidades del contorno vertebral, estrechamiento del espacio discal y formación de hernias intraesponjosas vertebrales anteriores. Suele asociarse el dolor con mayor frecuencia que en la localización torácica y en su patogénesis parece influir de una forma determinante, una actividad física intensa, especialmente el levantamiento de cargas pesadas (Callaghan y McGill, 2002; Gunning et al., 2001; McGill et al., 2000).

Los afectados oscilan con edades entre 12 y 17 años, predominando el sexo masculino. La mayoría refieren una historia de actividad física intensa y lumbalgia de características mecánicas, de larga evolución y sin complicaciones neurológicas.

Cifosis lumbar. El primer autor en llamar la atención sobre esta patología fue Lesur (1969) haciendo referencia a la rectificación o inversión del raquis lumbar. Sin embargo, a lo largo de los años, otros autores como Andújar (1992), Santonja y Martínez (1992a), Santonja y Genovés (1992) Somhegyi y Ratko (1993), Santonja et al. (2000) y Santonja y Pastor (2003), han aportado nuevas referencias que permiten diferenciar tres tipos de cifosis lumbares: a) la actitud cifótica lumbar; b) la hipermovilidad lumbar; c) la cifosis lumbar estructurada.

La actitud cifótica lumbar, se caracteriza por presentar una columna lumbar en bipedestación dentro de la normalidad (o con curva rectificadas, pero nunca invertida), mientras que en flexión del tronco y en sedentación existe una inversión patológica por encima de los rangos de normalidad (Andújar, 2010; Santonja et al., 2000).

En la hipermovilidad lumbar, la columna lumbar en bipedestación es hiperlordótica con un eje atrasado (postura pobre), mientras que en la flexión del tronco y sedentación presentará una inversión patológica por encima de los rangos de normalidad (Somhegyi y Ratko, 1993).

En la cifosis lumbar estructurada, en bipedestación se observa una inversión de la lordosis lumbar que persiste en flexión del tronco y en sedentación (Andújar, 2010; Santonja et al., 2000).

II.2. COLUMNA VERTEBRAL y DEPORTE

A continuación, siguiendo la revisión iniciada por Muyor (2010), se exponen los trabajos más relevantes que han evaluado la influencia de la práctica deportiva sobre la columna vertebral y específicamente sobre la disposición sagital del raquis.

Algunos trabajos se han centrado en valorar la curva dorsal y lumbar únicamente en bipedestación, utilizando diversas técnicas de medición, si bien otros incluyen la valoración de posiciones de flexión máxima del tronco y la sedentación. No obstante, son pocas las investigaciones que incluyen en su muestra deportistas de alto nivel o que comparan los valores angulares en función de diversas variables, tales como el volumen de entrenamiento y el grado de extensibilidad isquiosural. Además, la mayoría de estos estudios no analizan la disposición sagital del raquis en las posiciones específicas que adopta el deportista en competición.

Danza

Para determinar el efecto de la práctica en la disposición sagital del raquis, Nilsson et al. (1993) evaluaron el morfotipo raquídeo, movilidad del raquis en el plano sagital y laxitud articular de niños en una escuela de danza (11 niños y 12 niñas), con un volumen de 10 horas de práctica semanal, así como en un grupo control de la misma edad que no practicaban danza (11 niños y 25 niñas).

La postura en bipedestación fue determinada con el cifómetro de Debrunner. Los resultados muestran como los niños que practicaban danza presentaban una menor cifosis torácica y lordosis lumbar que el grupo control. Siendo las diferencias en la curva dorsal muy marcadas, de modo que los niños que practicaban danza tenían una cifosis torácica media de unos 18° menor que el grupo control.

En la evaluación del rango de movimiento con inclinómetro, los bailarines lograron una mayor movilidad torácica al realizar una extensión máxima del tronco, aunque sin diferencias significativas, respecto al grupo control.

Gómez-Lozano (2007) evaluó el morfotipo raquídeo con inclinómetro. La muestra estuvo formada por 42 bailarinas de dos disciplinas diferentes (20 de ballet clásico y 22 de danza española), con una experiencia mínima de 8 años de entrenamiento y 4 años de la especialidad correspondiente.

Al analizar los datos en función de la disciplina practicada observó que el grupo de ballet clásico presentó valores más elevados para la cifosis torácica ($28,30^0 \pm 7,57^0$) y lordosis lumbar ($35,18^0 \pm 6,32^0$). El grupo de danza española presentó unos valores medio de cifosis dorsal de $22,84^0 \pm 8,67^0$ y de lordosis lumbar de $33,84^0 \pm 5,92^0$ (tabla II.4).

Tabla II.4. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en bailarinas. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Variable	Clásico	Español	Control
Cifosis Bipedestación	$28,30^0 \pm 7,57^0$	$22,84^0 \pm 8,67^0$	$37,5^0 \pm 8,34^0$
Lordosis Bipedestación	$35,18^0 \pm 6,32^0$	$33,84^0 \pm 5,92^0$	$40,37^0 \pm 9,17^0$
Curva dorsal Flexión del tronco	$49,72^0 \pm 11,45^0$	$49,48^0 \pm 12,98^0$	$71,90^0 \pm 8,77^0$
Curva lumbar Flexión del tronco	$19,82^0 \pm 11,45^0$	$19,48^0 \pm 12,89^0$	$15,78^0 \pm 6,76^0$
Curva dorsal Sedentación	$33,09^0 \pm 11,74^0$	$30,96^0 \pm 11,85^0$	$39,71^0 \pm 9,57^0$
Curva lumbar Sedentación	$8,33^0 \pm 6,44^0$	$8,36^0 \pm 6,14^0$	$5,59^0 \pm 8,38^0$

Cuando categorizó los valores de la curva dorsal en bipedestación, observó que un 18,2% de las bailarinas de clásico presentaban una curva dorsal rectificadora y un 85,8% tenían la cifosis dorsal dentro de la normalidad. En el grupo de español, un 48% de las bailarinas presentaban rectificación y un 52% normalidad. En el grupo control, un 30,3% presentaban hipercifosis y un 69,7 % tenían la cifosis dorsal dentro de la normalidad (tabla II.5).

Tabla II.5. Número de casos según valores de normalidad de la cifosis dorsal en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Variable	Clásico	Español	Control
Rectificación: $<20^0$	5	16 ⁺	0 ⁻
Normal: $20-40^0$	28 ⁺	17 ⁻	22
Hipercifosis: $>40^0$	0 ⁻	0 ⁻	11 ⁺

Cuando categorizó los valores de la curva lumbar en bipedestación, observó que un 15,2% de las bailarinas de clásico presentaban hiperlordosis y un 84,8% tenían la lordosis lumbar dentro de la normalidad. En el grupo de español, un 6,1% de las bailarinas presentaban hiperlordosis y un 93,9% normalidad. En el grupo control, un 41,2% presentaban hiperlordosis y un 58,8% tenían la curva lumbar dentro de la normalidad (tabla II.6).

Tabla II.6. Número de casos según valores de normalidad de la lordosis lumbar en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Variable	Clásico	Español	Control
Rectificación: $<20^{\circ}$	0	0	0
Normal: $20-40^{\circ}$	28	31 ⁺	19 ⁻
Hiperlordosis: $>40^{\circ}$	5	2	14 ⁺

En base a sus resultados, el autor concluye que el entrenamiento continuado de la danza clásica y española, reduce el grado de cifosis dorsal y lordosis lumbar en bipedestación, llegando a adquirir con frecuencia un “dorso plano”. Las bailarinas de español rectifican más la cifosis dorsal que las de clásico, debido a la propia actitud exagerada de autocorrección del tronco que mantienen en el estilo flamenco. Respecto a la lordosis lumbar Gómez-Lozano (2007) afirma que sólo en los casos en los que la técnica sea deficitaria, se producirá una hiperlordosis.

Fútbol y Fútbol Sala

Son diversos los estudios que han analizado la influencia de la práctica del fútbol y fútbol sala sobre la disposición sagital del raquis. Estos deportes se caracterizan por una posición erguida del tronco, con frecuentes cambios de dirección y ritmo.

Sainz de Baranda et al. (2001) evaluaron el morfotipo raquídeo de 78 futbolistas profesionales pertenecientes al primer equipo del Albacete Balompié S.A.D. (1^a y 2^a División). La exploración clínica del raquis en el plano sagital se realizó mediante las flechas sagitales en bipedestación habitual y en posición de autocorrección, para cuantificar así el grado de flexibilidad y estructuración de las curvas. También se realizó una valoración de la disposición dinámica del raquis en flexión máxima del tronco con rodillas extendidas y en sedentación relajada. Los valores del índice cifótico y lordótico indicaron un morfotipo raquídeo, en bipedestación, encuadrado en valores de

normalidad. Por otro lado, en la valoración del morfotipo torácico en flexión máxima del tronco, encontraron un 55,1% de futbolistas con valores considerados normales, un 18% con un morfotipo leve, un 7,6% con un morfotipo moderado y el 5,3% un morfotipo marcado. En sedentación relajada, solo un 39,7% de los futbolistas presentaban valores dentro de la normalidad.

Wodecki et al. (2002), mediante estudio radiográfico, determinaron las curvaturas sagitales del raquis en bipedestación de 31 futbolistas que entrenaban 4 horas semanales durante los últimos dos años, así como a un grupo control de 47 sujetos que no jugaban al fútbol. Los autores encontraron una menor cifosis torácica y mayor lordosis lumbar en el grupo de futbolistas. Además, estos autores destacaron que el morfotipo raquídeo encontrado en los futbolistas era comparable con el descrito en la literatura en pacientes tratados por espondilolistesis.

López et al. (2005) realizaron un análisis del morfotipo raquídeo en futbolistas en función de su categoría mediante el sistema de flechas sagitales. En su estudio participaron 137 futbolistas varones de edades comprendidas entre 16 y 25 años, que fueron clasificados en 3 grupos en función de su categoría (61 futbolistas juveniles, 39 futbolistas amateur y un grupo control de 37 sujetos no deportistas). Sus resultados mostraron diferencias significativas entre los grupos en la flecha lumbar, con un mayor grado de lordosis lumbar en los futbolistas respecto al grupo control. En cuanto a la comparación entre categorías deportivas, encontraron un mayor grado de lordosis significativas en los amateur (55 ± 11 mm) respecto a los juveniles (50 ± 10 mm).

López-Miñarro et al. (2007) evaluaron, mediante un inclinómetro Unilevel, el morfotipo raquídeo en bipedestación de 11 jugadores de élite de fútbol sala. Nueve de los jugadores presentaron una hipercifosis dorsal y los 2 jugadores restantes tenían cifosis normales. En cuanto a la lordosis lumbar, 10 jugadores presentaron una curvatura normal, mientras que un jugador presentó una hiperlordosis lumbar.

Öztürk et al. (2008) compararon, mediante radiografías a 70 exjugadores de fútbol, con una experiencia deportiva de 11 años, respecto a un grupo control de 59 sujetos no deportistas. Los autores observaron una mayor degeneración vertebral, disminución en la altura de los discos intervertebrales y una menor lordosis lumbar en los exfutbolistas, en comparación con el grupo control.

Piragüismo

El piragüismo es una actividad deportiva que implica un movimiento cíclico de miembros superiores y columna vertebral al palear, con diferencias muy importantes en función de la disciplina practicada (kayak o canoa). La actividad del kayakista se basa en una sedentación prolongada con rodillas ligeramente flexionadas, y un paleo que exige una gran implicación del raquis en el plano transversal. Por el contrario, el canoista debe realizar una marcada flexión del tronco, junto a una moderada flexión lateral y una ligera rotación vertebral.

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: $13,27 \pm 0,49$ años; peso: $61,06 \pm 8,89$ Kg; estatura: $166,12 \pm 7,07$ cm). El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural evaluada a través del test EPR. En bipedestación, los valores angulares medios fueron de $40,54^{\circ} \pm 9,17^{\circ}$ para la cifosis torácica y $28,68^{\circ} \pm 6,26^{\circ}$ para la curva lumbar. Al evaluar la posición de máxima flexión del tronco en posición del test distancia dedos-planta, los valores medios fueron de $72,22^{\circ} \pm 12,55^{\circ}$ para la cifosis dorsal y $35,81^{\circ} \pm 8,75^{\circ}$ para la cifosis lumbar.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008), compararon el morfotipo raquídeo sagital entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. Al valorar la postura en bipedestación, encontraron una mayor cifosis torácica en los kayakistas ($42,22^{\circ} \pm 7,76^{\circ}$) respecto a los canoistas ($37,45^{\circ} \pm 8,68^{\circ}$), aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos. En la curva lumbar, los valores fueron de $27,91^{\circ} \pm 6,21^{\circ}$ y $25,70^{\circ} \pm 6,15^{\circ}$ ($p > 0,05$). En base a las referencias de normalidad en bipedestación, el 73,9% de los kayakistas y el 85% de los canoistas presentaban valores angulares normales para el raquis torácico. Respecto a la curva lumbar, un 91,3% de los kayakistas y el 90% de los canoistas tenían valores angulares normales. El 8,7% de los kayakistas y el 10% de los canoistas presentaban rectificación lumbar. Ninguno de estos deportistas presentó hiperlordosis lumbar, lo que relacionan los autores a la sedentación prolongada en el caso de los kayakistas y a la flexo-extensión cíclica del raquis en el caso de los canoistas.

Esquí de fondo

El estilo clásico en el esquí de fondo, exige un intenso entrenamiento durante varias horas al día, donde el deportista debe mantener el raquis ligeramente flexionado. Alricsson y Werner (2006), evaluaron con el cifómetro de Debrunner, los cambios en el morfotipo raquídeo torácico y lumbar tras 5 años de entrenamiento, en 15 esquiadores de

fondo con una edad media de $13,6\pm 0,9$ años al inicio de la investigación. Tras 5 años de entrenamiento encontraron un aumento significativo de la cifosis torácica pasando de valores medios de $33,5\pm 7,9^\circ$ a $42,9\pm 8,1^\circ$. También encuentran una mayor frecuencia de dolor lumbar en el 50% de los deportistas. Además, observaron una correlación significativa entre el aumento de la cifosis torácica y el dolor lumbar. En cuanto a la lordosis lumbar, no encontraron diferencias significativas. Tras los resultados obtenidos, los autores concluyen que en estas edades, los esquiadores de fondo, deberían practicar otras disciplinas deportivas para intentar compensar los cambios angulares.

Tenis

Deportes con un predominio de posturas y movimientos de flexión y extensión se han asociado a alteraciones en las curvaturas de la columna vertebral en el plano sagital y a un mayor riesgo de lesión (Muyor et al., 2013).

El tenis es un deporte acíclico y unilateral donde predominan movimientos rápidos del tronco en flexión y extensión en el plano sagital, movimientos de inclinación en el plano frontal y movimientos de rotación en el plano transversal. Debido al gran volumen de gestos técnicos que implican a la columna vertebral y al elevado número de repeticiones e intensidad del juego, Muyor et al. (2013) evalúan a 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres) con el objetivo de describir las curvaturas de la columna vertebral y la inclinación pélvica en su posición habitual en bipedestación. Además, determinan la frecuencia de hipercifosis torácica e hiperlordosis lumbar.

Para valorar las curvas sagitales y la inclinación pélvica utilizan el sistema Spinal Mouse. Para clasificar las curvaturas utilizan los rangos propuestos por Mejia et al. (1996) para la curva dorsal (20° - 45° para la normalidad, $<20^\circ$ Hipocifosis y $>45^\circ$ Hipercifosis) y los propuestos por Tüzün et al. (1999) para la curva lumbar (20° - 40° para la normalidad, $<20^\circ$ Hipolordosis y $>40^\circ$ Hiperlordosis).

Para los chicos los valores medios encontrados fueron: $43,83\pm 7,87^\circ$ para la cifosis torácica; $27,58\pm 7,01^\circ$ para la lordosis lumbar y $13,38\pm 5,57^\circ$ de inclinación de la pelvis. Para las chicas los valores medios fueron: $36,13\pm 6,69^\circ$ para la cifosis torácica, $32,69\pm 5,06^\circ$ para la lordosis lumbar y $20,94\pm 5,36^\circ$ de inclinación de la pelvis. Al comparar los resultados en función del sexo encontraron diferencias significativas en todos los parámetros, de tal forma que los chicos presentaron una mayor cifosis dorsal y las chicas una mayor lordosis lumbar e inclinación pélvica.

Estas diferencias entre sexos, también se observan al categorizar los valores en función de la normalidad. Así, en la curva dorsal, los chicos presentan un 62,5% de normalidad y un 37,5% de hipercifosis dorsal. Mientras que las chicas presentan un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hipercifosis dorsal.

En la curva lumbar, los chicos presentan un 83,3% de normalidad, un 12,5% de hipolordosis y un 4,2% de hiperlordosis. Mientras que las chicas presentan un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hiperlordosis.

Tras el análisis de los resultados concluyen que debido al alto porcentaje de curvas dentro de la normalidad el tenis no altera la disposición sagital del raquis en bipedestación. Afirmando que la postura hipercifótica observada en los chicos puede estar relacionada con otros factores como al erróneo esquema postural. Además, debido a las diferencias encontradas entre chicos y chicas, recomiendan analizar por separado ambos grupos y desarrollar las estrategias posturales específicas en cada grupo.

Lucha Olímpica

La lucha es uno de los deportes competitivos más antiguos. En competiciones internacionales existen dos modalidades: la lucha greco-romana y el estilo libre. En ambas hay que vencer al adversario, pero se diferencian en la posición que adopta el cuerpo. En el estilo libre, los luchadores mantienen el raquis flexionado durante bastante tiempo. Sin embargo, en el estilo greco-romano, el tronco está más erguido.

Para comparar la influencia de la modalidad de lucha practicada, Rajabi et al. (2008), evaluaron el grado de cifosis torácica en 3 grupos de 30 sujetos cada uno, con una media de edad de 23 años. El primer grupo lo formaban deportistas de lucha libre, el segundo de lucha greco-romana y, el tercero, un grupo control que no practicaba ejercicio físico. El instrumento de medición utilizado fue un electrogoniómetro modificado. Sus resultados mostraron que el grupo de lucha libre tenía una cifosis torácica media de $30^{\circ} \pm 3,8^{\circ}$, el grupo de lucha greco-romana de $24,3^{\circ} \pm 3,7^{\circ}$ y el grupo control de $27,4^{\circ} \pm 3,2^{\circ}$. Aunque encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, no encontraron una fuerte correlación entre los años de entrenamiento, la edad de inicio y tener un mayor o menor grado de cifosis torácica.

Escalada

La escalada deportiva es un deporte que nace a mediados de los años 80 y que ha aumentado su popularidad de forma exponencial (Giles et al., 2006).

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Los escaladores fueron divididos en dos grupos: alto nivel, que entrenaban una media de 9,8 horas semanales, y escaladores recreativos con un volumen de entrenamiento de 3,4 horas a la semana. Las mediciones fueron realizadas con el Spinal Mouse. Tras el análisis de los resultados observan que la cifosis torácica y la lordosis lumbar en bipedestación fueron significativamente mayores en los escaladores que entrenaban un mayor volumen, aunque en cuanto a la lordosis las diferencias no alcanzaron significación estadística. No hubo diferencias entre grupos al valorar el rango de movimiento de flexión y extensión. En un análisis posterior, el grupo de élite fue dividido en otros dos grupos en función de su nivel. Los de mayor nivel tenían mayor cifosis torácica. Los autores concluyen que el morfotipo raquídeo de los escaladores se caracteriza por una cifosis torácica y lordosis lumbar más acentuadas, probablemente debido a la influencia de la cortedad del pectoral mayor.

Voleibol

Una de las características del voleibol en cuanto al raquis son las continuas posiciones que tienen que adoptar los jugadores según las situaciones de juego que se presenten. Por ejemplo, la flexión del tronco mantenida en la posición de defensa y recepción del balón o las hiperextensiones lumbares en el saque en suspensión o remate en la red.

Sliwa y Clebicka (1998) evaluaron mediante un posturómetro electrónico-S, la influencia del entrenamiento específico del voleibol sobre la postura corporal y el morfotipo raquídeo en bipedestación, en un grupo de 22 jugadores y otro de 12 gimnastas acróbatas. En la gimnasia acrobática, se producen movimientos de máxima flexión y extensión del tronco en los volteos y saltos, así como situaciones de carga raquídea, al soportar el peso corporal de los demás compañeros en la creación de una figura. Al comparar ambos deportes, los autores encontraron diferencias significativas en la cifosis torácica y lordosis lumbar. El grupo de voleibol presentó un 58% de casos con una hipercifosis torácica, frente al 45,1% de los acróbatas. En cuanto a la lordosis lumbar, el grupo de jugadores de voleibol presentó un 36,8% de casos de hiperlordosis, mientras que en los acróbatas este porcentaje sólo fue del 8,3%.

Grabara y Hadzik (2009), evaluaron la postura corporal en bipedestación en un grupo de 42 jugadoras de voleibol y la compararon, con otro grupo de 43 chicas no deportistas. Las jugadoras de voleibol entrenaban diariamente de 2 a 3 horas y tenían una experiencia previa de 3 a 5 años de entrenamiento. Ambos grupos tenían edades comprendidas entre los 13 y 16 años. Los resultados evidenciaron un mayor número de morfotipos cifóticos en el grupo de jugadoras de voleibol con respecto al grupo control, con el 36% y 31% de los casos, respectivamente. En cambio, los valores angulares del raquis lumbar en el grupo de voleibol fueron menores respecto al grupo control.

Corredores

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 corredores con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: $13,32 \pm 0,53$ años; peso: $62,33 \pm 8,71$ Kg; estatura: $164,65 \pm 7,89$ cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural. En bipedestación, los valores angulares medios fueron $45,61^{\circ} \pm 6,59^{\circ}$ para la cifosis torácica y $31,28^{\circ} \pm 6,14^{\circ}$ para la curva lumbar. Al evaluar la posición de máxima flexión del tronco en posición del test distancia dedos-planta, los valores medios fueron $63,54^{\circ} \pm 8,66^{\circ}$ para la cifosis dorsal y $27,44^{\circ} \pm 7,36^{\circ}$ para la cifosis lumbar.

Natación

Tradicionalmente, la natación ha sido uno de los deportes más aconsejados por los terapeutas para el tratamiento y mejora de las algias y deformaciones raquídeas. Su indicación más habitual ha sido en el tratamiento de las escoliosis, si bien también se ha aconsejado para el tratamiento de desalineaciones en el plano sagital. En este sentido, con el objetivo de conocer el efecto que podía generar el entrenamiento específico de la natación, Pastor (2000) valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de nadadores de élite de categoría infantil y promesa.

La muestra seleccionada fueron 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, de edades comprendidas entre los 9 y los 15 años, de los que 167 (48,4%) fueron chicos (edad: $13,31 \pm 0,95$ años; peso: $52,56 \pm 10,71$ Kg; estatura: $163,7 \pm 10,51$ cm) y 178 (51,6%) chicas (edad: $11,3 \pm 0,99$ años; peso: $40,71 \pm 7,78$ Kg; estatura: $150,5 \pm 9,55$ cm).

Las características antropométricas y de volumen de entrenamiento en función de la categoría se muestran en la tabla II.7.

Tabla II.7. Variables antropométricas y volumen de entrenamiento en función de la categoría. Tomado de Pastor (2000).

	Promesas (Chicos)	Promesas (Chicas)	Infantiles (Chicos)	Infantiles (Chicas)
Talla	159,87±8,45	146,7±7	175,17±7,15	162,7±5,4
Peso	49,02±8,96	38,04±6,2	63,09±8,38	49,1±6,11
Años de entrenamiento	3,79±1,3	2,84±1,17	5,4±1,33	3,91±1,21
Horas/Semana entrenamiento	9,86±3,4	7,18±2,5	14,32±4,81	14,12±3,4

La media del grado de cifosis dorsal medida con inclinómetro en los nadadores fue de $40,43^{\circ} \pm 9,36^{\circ}$, con un valor máximo de 57° y mínimo de 20° , mientras que en las nadadoras fue de $39,56^{\circ} \pm 9,57^{\circ}$, con un valor máximo de 57° y mínimo de 12° , no apreciando diferencias significativas entre las medias.

Cuando categoriza los valores desde el punto de vista clínico encuentra mayores casos de hipercifosis en los chicos, aunque sin ser las diferencias estadísticamente significativas (tabla II.8).

Tabla II.8. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras	Total
Rectificación (< 20°)	0 (0%)	1 (2,3%)	1 (1,2%)
Normal (20- 40°)	18 (42,9%)	22 (51,2%)	40 (47%)
Hipercifosis (> 40°)	24 (57,1%)	20 (46,5%)	44 (51,8%)

La media del grado de lordosis lumbar medida con inclinómetro en los nadadores fue de $31,21^{\circ} \pm 7,36^{\circ}$, con un valor máximo de 47° y mínimo de 12° , mientras que en las nadadoras fue de $36,33^{\circ} \pm 8,06^{\circ}$, con un valor máximo de 55° y mínimo de 20° , no apreciando diferencias significativas entre las medias.

Cuando categoriza los valores desde el punto de vista clínico encuentra mayores casos de hiperlordosis en las chicas (tabla II.9).

Tabla II.9. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras	Total
Rectificación (<20°)	2 (4,8%)	0 (0%)	2 (2,3%)
Normal (20-40°)	37 (88,1%)	33 (76,7%)	70 (82,3%)
Hiperlordosis (>40°)	3 (7,1%)	10 (32,3%)	13 (15,4%)

Los resultados indicaron que la práctica de la natación de forma continuada en el tiempo y con un elevado volumen de entrenamiento provoca, en niños y púberes, una tendencia al incremento de la cifosis torácica sea cual sea el estilo de natación practicado, excepto en la mariposa. Los valores angulares de la curva torácica fueron mayores en los nadadores de categoría promesa. Además, encontró una mayor presencia de acuñamientos vertebrales en la transición tóraco-lumbar en aquellos nadadores que presentaban mayor cifosis torácica en flexión máxima del tronco. Aunque en las nadadoras no se encontraron modificaciones significativas en el grado de cifosis torácica ni en la lordosis lumbar, los estilos más cifosantes fueron los de braza y mariposa, siendo el de espalda el menos cifosante.

Hockey

El hockey es un deporte en el que el tronco se encuentra constantemente en flexión, ya que los jugadores deben conducir con los sticks la pelota o el disco de caucho a la portería contraria.

Rajabi et al. (2007), compararon el morfotipo raquídeo, en bipedestación, entre 50 jugadoras de hockey, con una edad media de 22,7±3,5 años y una experiencia mínima de 3 años de entrenamiento, con un grupo control de 50 chicas con una media de edad de 23,1±3,0 años, que no practicaban deporte. Los autores encontraron mayores valores angulares en el raquis torácico en el grupo de hockey en comparación con el grupo control. Los valores medios angulares obtenidos fueron para las jugadoras de hockey y para el grupo control de 34,1±5,6° y 29,8±5,8°, respectivamente (p<0,01). No obstante, no hubo una relación significativa entre la carrera profesional (r= 0,53) y la edad de comienzo en la práctica del hockey (r= 0,36) con el grado de cifosis torácica.

Ciclismo

Tradicionalmente, el ciclismo ha sido analizado de manera extensa en cuanto a parámetros biomecánicos, incidiendo en aspectos como la pedalada para mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones por sobrecarga de los miembros inferiores (Muyor, 2010). Diversos trabajos de revisión bibliográfica han analizado los factores de riesgo de lesiones en ciclistas, especialmente las relacionadas con el sobreuso (Burns et al., 2003; Dannenberg et al., 1996). Otros estudios se han centrado en el análisis de factores que influyen en el rendimiento físico (Faria et al., 2005 a, b), como, por ejemplo, la influencia de la altitud (Rodríguez-Marroyo et al., 2002), y las alteraciones inmunológicas (Jiménez y Villa, 2001).

En relación con la postura que adopta el ciclista sobre la bicicleta, se han realizado muy pocos estudios, y la mayoría de estos se han centrado más en aspectos de aerodinámica y rendimiento (Aguado et al., 1997), que en el análisis del morfotipo raquídeo estático y dinámico del ciclista.

En este sentido, Burnett et al. (2004) evaluaron a 18 ciclistas (8 hombres y 10 mujeres) con un nivel medio-alto de entrenamiento y con edades comprendidas entre 18 y 57 años. La muestra fue dividida en 2 grupos: un grupo asintomático ($n=9$), con una media de edad de $37,6\pm 7,9$ años y un segundo grupo con dolor lumbar no específico ($n=9$), con una media de edad de $42,3\pm 9,7$ años. El objeto de estudio fue determinar si existían diferencias en el rango de movimiento del raquis mientras pedaleaban en un rodillo. La prueba se detenía una vez que aparecía dolor en la zona lumbar o malestar sobre la bicicleta. El instrumento de medición utilizado fue el Fastrak. Se diferenciaron tres zonas: zona lumbar baja (2ª vértebra sacra y 3ª vértebra lumbar), zona lumbar alta (3ª vértebra lumbar y 12ª vértebra torácica) y zona dorsal alta (12ª y 6ª vértebra torácica). Aunque no encontraron diferencias significativas en el rango de movimiento del raquis entre ambos grupos, el grupo con dolor mostró una mayor rotación y flexión de la columna lumbar baja en comparación con el grupo asintomático. Sin embargo, el grupo sin dolor mostró una mayor rotación y flexión de la columna vertebral alta que el grupo con dolor. Los autores justificaron estas diferencias en base a una menor activación del músculo multifídus en el grupo con dolor lumbar, concretamente del lado izquierdo, lo que derivaría en un menor control de la región lumbo-pélvica.

En este mismo sentido, Srinivasan y Balasubramanian (2007) compararon a dos grupos de 7 ciclistas varones (edad: $25,4\pm 1,8$), uno con dolor lumbar y el otro sin dolor. Tras 30 minutos de pedaleo en sus propias bicicletas montadas sobre un rodillo, el grupo

que sufría dolor lumbar tenía menor activación en los grupos musculares latissimus dorsi medial derecho e izquierdo y en el erector spinae derecho e izquierdo, en comparación al grupo sin dolor.

En cuanto al morfotipo raquídeo, Kolehmainen et al. (1989) analizaron la influencia de tres tipos de agarre (agarre alto, agarre recto y agarre de carrera) en una bicicleta estática de laboratorio, sobre los valores angulares adoptados por el raquis cervical y torácico. Participaron 8 sujetos sanos con una edad media de 30 años. Observaron que la extensión cervical se incrementaba significativamente a medida que el agarre adoptado era más bajo. La extensión cervical media fue de 10° para el agarre alto, con respecto a la posición neutral (en sedentación vertical). El agarre recto implicaba 10° más de extensión cervical, y el agarre de carrera incrementaba la extensión cervical en otros 15° . Adoptar el agarre de carrera suponía una extensión del 29% de la máxima extensión cervical, además de aumentar significativamente la cifosis torácica, pasando de 20° de la posición de referencia a los 44° con el agarre alto y a los 75° con el agarre de carrera.

Aramendi et al. (1998) evaluaron, mediante radiografías, el morfotipo raquídeo de 3 ciclistas profesionales en diferentes posiciones: bipedestación, sobre la bicicleta de carretera con agarre transversal del manillar, en la bicicleta de carretera con agarre en la parte baja del manillar, y sobre la bicicleta de contra-reloj con los antebrazos apoyados en el manillar de triatleta. Los autores encontraron que al pasar de bipedestación a la posición en bicicleta en cualquiera de los agarres, se producía una inversión lumbar. Todos los ángulos de los discos intervertebrales cambiaron de lordosis a cifosis, excepto el disco L5-S1 que se mantuvo con un ángulo de lordosis. La inclinación del sacro mantuvo sus valores angulares. En el agarre bajo, se produjo un aumento de la flexión coxofemoral, colocándose el sacro en una posición horizontal.

Otros estudios han analizado diferentes tipos de sillines para la bicicleta sobre aspectos biomecánicos y/o prevalencia del dolor lumbar. En este sentido, Salai et al. (1999) evaluaron los efectos que producía cambiar la angulación del sillín sobre la tensión lumbar y la incidencia del dolor en dicha región. Para ello, evaluaron a 40 ciclistas aficionados con dolor lumbar, a los cuales se les inclinó 10° el sillín en la parte anterior del mismo. Tras seis meses utilizando sus bicicletas de manera habitual, el 72% de los sujetos no presentaban dolor lumbar, el 20% manifestó una reducción en la frecuencia e intensidad del dolor, y el 7% no mejoró. Estos datos muestran que la incidencia y magnitud del dolor de espalda del ciclista puede ser reducida con un ajuste adecuado en

los ángulos del sillín, aspecto importante a tener en cuenta por parte de los entrenadores, vendedores de bicicletas y los propios ciclistas.

Por otro lado, Bressel y Larson (2003) evaluaron en mujeres ciclistas, si el uso de sillines con varios tipos de recortes y diseños, influían en el ángulo pélvico, ángulo del tronco y comodidad sobre la bicicleta. Para ello, 26 ciclistas pedalearon sobre una bicicleta estática con las manos sobre el manillar más alto y más bajo, utilizando tres tipos de sillines: a) convencional; b) con un recorte en forma de óvalo en la parte media (recorte parcial); y c) otro con un recorte en la parte anterior (sin punta, recorte total). El ángulo pélvico fue medido mediante un inclinómetro, mientras que para el ángulo del tronco se utilizó una técnica de digitalización por imágenes. Los resultados mostraron que el ángulo de inclinación pélvica para los sillines con recorte parcial y total fue un 8% y 16% mayor, respectivamente, que los valores obtenidos por el sillín estándar ($p < 0,05$). El ángulo de flexión del tronco fue mayor para el sillín con recorte total que para los otros dos modelos ($p < 0,05$). En cuanto a los tipos de agarre, las ciclistas mostraron un ángulo pélvico un 77% mayor y una flexión del tronco un 11% mayor en el agarre bajo que respecto al agarre alto ($p < 0,05$).

Rajabi et al. (2000a, b) evaluaron la influencia del entrenamiento específico en ciclismo sobre el raquis torácico en bipedestación. Para ello, compararon la cifosis torácica entre 120 ciclistas y 120 sujetos no deportistas. Los resultados mostraron un mayor valor angular del raquis torácico en el grupo de ciclistas en comparación con los no deportistas. Una de las limitaciones de este estudio es que sólo valoró el raquis torácico en bipedestación, sin analizar el raquis lumbar ni la posición de la pelvis. Tampoco se evaluó la posición adoptada sobre la bicicleta, ni se realizaron comparaciones por categorías deportivas o volumen de entrenamiento.

McEvoy et al. (2007) compararon el ángulo pélvico de 17 ciclistas profesionales (media de edad: $23 \pm 4,2$ años) y un grupo control de 17 sujetos que no practicaban ciclismo (media de edad: $23 \pm 4,1$ años). El objeto de estudio fue conocer las diferencias entre ambos grupos en el ángulo pélvico al adoptar una posición de sedentación. Para ello, los sujetos se colocaban sentados sobre una camilla, con la espalda recta, la pelvis en anteversión, una flexión coxofemoral de 90° , las rodillas extendidas y las plantas de los pies apoyadas en una pared. Posteriormente, debían flexionar el tronco todo lo posible desde las caderas sin que se le separasen de la camilla la zona poplíteica de ambas rodillas. En ese momento, se detenían y se procedía a la medición mediante un goniómetro digital. Los resultados arrojaron una mayor variabilidad de los ángulos de la pelvis en el

grupo control. Los ciclistas alcanzaron mayores valores angulares (+12,2°), con una menor variabilidad en los resultados. Los autores concluyeron que los ciclistas muestran una mayor adaptación de la posición pélvica sobre la bicicleta, debido a la calidad y especificidad del entrenamiento en su deporte.

Gimnasia Rítmica

En este deporte, sólo para mujeres, las modalidades se caracterizan por el uso de accesorios como pelota, mazas, aro, cuerda y cinta al son de la música. Las gimnastas deben realizar una coreografía al ritmo de aquella, realizando acrobacias y posturas, que en muchas ocasiones, suponen colocar el raquis en posiciones de hiperflexión e hiperextensión, con movimientos combinados de rotación e inclinación lateral.

Martínez-Gallego (2004) valoró mediante inclinómetro, el morfotipo raquídeo de 163 gimnastas divididas en dos grupos (82 gimnastas de competición y 81 gimnastas de equipos de base). Además, valoró a un grupo control de 79 niñas que no practicaban deporte. En cuanto a los valores angulares para el raquis torácico, los dos grupos de gimnastas mostraron mayor frecuencia de casos con normalidad en bipedestación, sedentación y en los test de distancia dedos planta y dedos suelo, que el grupo control. En cambio, para el raquis lumbar en bipedestación, las gimnastas mostraron valores superiores, con más número de casos con hiperlordosis lumbar. En sedentación relajada y en los test de distancia dedos-planta y dedos-suelo, las gimnastas mostraron una mayor cifosis lumbar que el grupo control.

Más recientemente, Kums et al. (2007), compararon las curvas del raquis y las características del tono muscular entre un grupo de 32 gimnastas de rítmica y un grupo control de 48 mujeres que no realizaban ejercicio físico. Las gimnastas presentaron menores valores angulares para el raquis torácico y lumbar con respecto al grupo control ($p < 0,001$). Además, debido a los desequilibrios musculares detectados, el 50% de las gimnastas padecían dolor lumbar.

Gimnasia artística

Ölhén et al. (1989b) evaluaron el morfotipo raquídeo de 64 gimnastas de artística, con una media de edad de 12 años, utilizando el cifómetro Debrunner y el inclinómetro Myrin. Las deportistas presentaron unos valores medios para la cifosis torácica de 32° y para la lordosis lumbar de 35°. Además, el 20% de las gimnastas manifestaron dolor

lumbar, que se correlacionaba positivamente con aquéllas que mostraron una lordosis lumbar superior a 41° .

Gimnasia de trampolín

Esta especialidad de gimnasia consiste en realizar una serie de ejercicios gimnásticos ejecutados en varios aparatos elásticos, donde la acrobacia es la principal protagonista (Blanco, 1997), y consta de tres disciplinas independientes entre sí, como son el trampolín o cama elástica, el tumbling y el dobleminitramp (Harringe et al., 2007). De forma general, en todas las disciplinas se necesita una gran flexibilidad de columna y un gran dominio corporal para realizar los ejercicios o pases con sus respectivos elementos acrobáticos. Además, como parte de estos elementos destacan los saltos, las rotaciones, las hiperflexiones del tronco y las posturas hiperlordóticas en la recepción de los saltos.

Sainz de Baranda et al. (2009), evaluaron mediante un inclinómetro Unilevel a 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 mujeres y 34 varones) pertenecientes a 19 Clubes miembros afiliados a la Real Federación Española de Gimnasia. Las medias de edad, estatura, peso, años de entrenamiento, días a la semana y horas al día fueron: $14,97 \pm 4,77$ años, $155,54 \pm 14$ cm., $51,19 \pm 13$ kg., $6,61 \pm 4$ años/entrenamiento, $4,1 \pm 0,99$ días/semana y $2,63 \pm 0,64$ horas/día respectivamente.

Los autores encontraron en bipedestación un raquis torácico con un valor medio de $44,9^{\circ} \pm 7^{\circ}$, con un gran porcentaje de casos con hiperCIFOSIS. Los valores del raquis lumbar estaban dentro de la normalidad. En sedentación relajada, observaron valores en la curva dorsal y lumbar de $50,2^{\circ} \pm 10^{\circ}$ y $17,4^{\circ} \pm 9,6^{\circ}$, respectivamente, lo que supone una tendencia a morfotipos cifóticos. En flexión máxima del tronco observaron valores medios considerados normales para la cifosis torácica ($51,5^{\circ} \pm 11^{\circ}$) y cifóticos para el raquis lumbar ($29,3^{\circ} \pm 7,8^{\circ}$) (tabla II.10).

Cuando comparan los resultados obtenidos en función del sexo observan diferencias significativas en todas las mediciones, excepto en la curva dorsal en sedentación. Así, las gimnastas presentaron mayor lordosis lumbar ($p < 0.0001$) y los gimnastas mostraron mayor cifosis dorsal ($p < 0.05$). Además, los chicos gimnastas presentaron mayor curva dorsal y lumbar tanto en la flexión máxima del tronco en bipedestación, como en sedentación (tabla II.10).

Tabla II.10. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).

	Chicos	Chicas	p valor
Cifosis BIP	46,91 ⁰ ±7,07 ⁰	43,06 ⁰ ±8,91 ⁰	<,05
Lordosis BIP	32,06 ⁰ ±7,7 ⁰	40,31 ⁰ ±10 ⁰	<,0001
Curva dorsal DD-S	55,74 ⁰ ±8,9 ⁰	47,49 ⁰ ±12 ⁰	<,003
Curva lumbar DD-S	31,94 ⁰ ±6,7 ⁰	26,71 ⁰ ±8,1 ⁰	<,005
Curva dorsal DD-P	62,82 ⁰ ±12,8 ⁰	53,2 ⁰ ±17 ⁰	<,01
Curva lumbar DD-P	30,3 ⁰ ±6,4 ⁰	25,2 ⁰ ±7,6 ⁰	<,004
Curva dorsal SED	51,38 ⁰ ±12 ⁰	49,2 ⁰ ±7 ⁰	,386
Curva lumbar SED	21 ⁰ ±7,9 ⁰	14 ⁰ ±10 ⁰	<,002

En otro estudio, Sainz de Baranda et al. (2010) analizaron la asociación entre el tiempo de entrenamiento y el morfotipo sagital del raquis en gimnastas de trampolín. La justificación de este estudio tiene origen en el trabajo de Wojtys et al. (2000) donde encuentran una asociación entre el aumento de las horas de entrenamiento con el aumento del grado cifosis y lordosis. El análisis de los resultados muestra como cuando se sobrepasan las 400 horas de entrenamiento al año y las 2000 horas de entrenamiento acumulado (volumen total de entrenamiento) se incrementa la cifosis torácica y la lordosis lumbar.

En la tabla II.11, se exponen las media y desviación estándar de las curvas sagitales del raquis de los gimnastas especialistas en trampolín, en función del número de horas de entrenamiento al año. Mientras que en la tabla II.12, se presentan en función del volumen total de entrenamiento.

Cuando se analizan los datos en función del entrenamiento anual, se observa que la cifosis dorsal disminuye con el entrenamiento en todas las posiciones, mientras que la lordosis lumbar se mantiene en bipedestación y aumenta en flexión del tronco y en sedentación asténica (tabla II.11). Aunque, hay que destacar que las diferencias no son significativas.

Tabla II.11. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al tiempo de entrenamiento anual en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).

	Total		Chicos		Chicas	
	≤ 400 horas (n=35)	> 400 horas (n=46)	≤ 400 horas (n=18)	> 400 horas (n=24)	≤ 400 horas (n=17)	> 400 horas (n=22)
Cifosis BIP	45,9 ⁰ ±9 ⁰	42,5 ⁰ ±7,1 ⁰	48 ⁰ ±6 ⁰	45 ⁰ ±7 ⁰	43,6 ⁰ ±10 ⁰	39,5 ⁰ ±6,2 ⁰
Lordosis BIP	35 ⁰ ±10 ⁰	34,1 ⁰ ±9,8 ⁰	32,5 ⁰ ±8 ⁰	30,2 ⁰ ±7,2 ⁰	38,5 ⁰ ±11 ⁰	38,4 ⁰ ±10 ⁰
Curva dorsal DDS	55 ⁰ ±10,3 ⁰	47⁰±11⁰*	58 ⁰ ±8,4 ⁰	53,1 ⁰ ±10 ⁰	52 ⁰ ±11,4 ⁰	42⁰±9,8⁰*
Curva lumbar DDS	29 ⁰ ±7 ⁰	29 ⁰ ±7 ⁰	31 ⁰ ±6 ⁰	30,6 ⁰ ±6 ⁰	26 ⁰ ±6 ⁰	28 ⁰ ±8,1 ⁰
Curva dorsal DDP	60 ⁰ ±16,2 ⁰	54 ⁰ ±13,8 ⁰	64,2 ⁰ ±15 ⁰	59,4 ⁰ ±11 ⁰	56,8 ⁰ ±17 ⁰	49,8 ⁰ ±14 ⁰
Curva lumbar DDP	27,3 ⁰ ±6 ⁰	29,4 ⁰ ±8 ⁰	30 ⁰ ±6 ⁰	30,7 ⁰ ±7 ⁰	24,5 ⁰ ±6,5 ⁰	28 ⁰ ±9,2 ⁰
Curva dorsal SED	51 ⁰ ±12 ⁰	49,1 ⁰ ±8 ⁰	53,3 ⁰ ±16 ⁰	50,2 ⁰ ±6 ⁰	50,18 ⁰ ±8 ⁰	48 ⁰ ±9 ⁰
Curva lumbar SED	16,6 ⁰ ±8 ⁰	19,7 ⁰ ±10 ⁰	19,2 ⁰ ±7,8 ⁰	21,9 ⁰ ±8 ⁰	13,9 ⁰ ±7 ⁰	17,3 ⁰ ±11 ⁰

* p<,05; †p<0,01

Cuando se analizan los datos en función del volumen total de entrenamiento, se observa que la cifosis dorsal no se modifica con el entrenamiento, mientras que la lordosis lumbar aumenta en bipedestación y disminuye en flexión del tronco y en sedentación asténica, resultando estas diferencias significativas para los gimnastas y para toda la muestra de gimnastas, pero no siendo significativa para las gimnastas (tabla II.12).

Tabla II.12. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al volumen total de entrenamiento. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2010).

	Total		Chicos		Chicas	
	≤ 2000 horas (n=35)	> 2000 horas (n=46)	≤ 2000 horas (n=17)	> 2000 horas (n=25)	≤ 2000 horas (n=15)	> 2000 horas (n=24)
Cifosis BIP	43,9 ⁰ ±9 ⁰	43,9 ⁰ ±7,5 ⁰	46,5 ⁰ ±6 ⁰	46,3 ⁰ ±7,5 ⁰	41 ⁰ ±11,1 ⁰	41 ⁰ ±6,9 ⁰
Lordosis BIP	31,7 ⁰ ±9,6 ⁰	36,6⁰±9^{0*}	28 ⁰ ±8,2 ⁰	33,3⁰±6^{0*}	36 ⁰ ±9,7 ⁰	40 ⁰ ±11,4 ⁰
Curva dorsal DDS	50,6 ⁰ ±12 ⁰	51,2 ⁰ ±11 ⁰	50,6 ⁰ ±12 ⁰	51,2 ⁰ ±11 ⁰	46,4 ⁰ ±13 ⁰	46,5 ⁰ ±10 ⁰
Curva lumbar DDS	32,31 ⁰ ±6 ⁰	27,5⁰±7^{0†}	34,9 ⁰ ±5 ⁰	28,6⁰±6^{0†}	29,3 ⁰ ±6 ⁰	26,3 ⁰ ±8 ⁰
Curva dorsal DDP	56,3 ⁰ ±16 ⁰	58 ⁰ ±14 ⁰	61,8 ⁰ ±11 ⁰	61,3 ⁰ ±14 ⁰	50,2 ⁰ ±18 ⁰	54,5 ⁰ ±13 ⁰
Curva lumbar DDP	30,9 ⁰ ±7,2 ⁰	27⁰±7,7^{0*}	33,5 ⁰ ±7,3 ⁰	28,3⁰±5^{0*}	27,9 ⁰ ±6 ⁰	25,6 ⁰ ±9,4 ⁰
Curva dorsal SED	52,4 ⁰ ±8,7 ⁰	48,9 ⁰ ±11 ⁰	53,7 ⁰ ±9,9 ⁰	50 ⁰ ±12 ⁰	50,8 ⁰ ±7 ⁰	47,7 ⁰ ±9 ⁰
Curva lumbar SED	21 ⁰ ±10 ⁰	16,4⁰±8^{0*}	24,4 ⁰ ±9 ⁰	18,2⁰±6^{0*}	18 ⁰ ±10 ⁰	14,5 ⁰ ±9,7 ⁰

*p<,05; †p<,01

II.3. MOVILIDAD DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Existen diversos trabajos que hacen referencia a la medición angular y/o amplitudes de los movimientos del raquis (Reynolds, 1975; Moe et al., 1982; Kapandji, 2002; Cosentino, 1985; Mellin, 1986; Salisbury y Porter, 1987; Öhlen et al., 1989a; Paquet et al., 1991; Mellin y Poussa, 1992). En general, en la región cervical se considera como normal un rango de unos 40° de flexión, 75° de extensión, 45° de inclinación lateral y 60° de rotación. En el segmento dorsal, mucho menos flexible por su anclaje torácico, existe una flexo-extensión de 20° en cada una de las direcciones, otros 20° de inclinación lateral y 35° de rotación.

En el raquis lumbar, la amplitud de los movimientos en estos planos está limitada por la extensibilidad de los ligamentos longitudinales, la superficie y cápsula articular, la fluidez del disco y la extensibilidad de los músculos. La extensión de la columna lumbar tiene una amplitud que oscila desde los 30° (Borenstein y Wiesel, 1989) a los 45° (Kapandji, 2002) y se ve limitada por el anclaje profundo de las apófisis articulares, el contacto de las espinosas y por la tensión de un único ligamento, el longitudinal común anterior (Balius y Espiga, 1982). La amplitud de la flexión lumbar oscila entre los 40° y 60° (Kapandji, 2002; Cosentino, 1985; Borenstein y Wiesel, 1989) y se realiza en su mayor grado (75%) en el espacio intervertebral entre L5 y S1, el 15-20% en L4-L5 y el 5-10% restante se reparte entre L1-L4 (Cosentino, 1985; Cailliet, 1988). Este movimiento está limitado por la tensión de la cápsula y los ligamentos de las articulaciones interapofisarias, y por todos los ligamentos del arco posterior: amarillo, interespinoso, supraespinoso y vertebral común posterior (Kapandji, 2002).

Kapandji (2002) considera que hay que tener en cuenta dos factores con respecto al balance articular vertebral:

1°- Relación existente entre la altura del disco y la altura media de los dos cuerpos vertebrales entre los que se encuentra, a esto se denomina "índice discal". Así a mayor índice discal mayor será la amplitud de movimiento de la región correspondiente, siendo menor en la región dorsal (1/5) y mayor a nivel cervical y lumbar (1/4 y 1/3 respectivamente).

2°- Relación superficie/altura de los discos. Esta relación es de 6/1 en la región cervical, de 22/1 en la región dorsal y de 13/1 en la región lumbar; estando en relación inversa con la movilidad, a mayor coeficiente menor movilidad.

II.3.1. Movilidad de la columna vertebral y deporte.

La movilidad de la columna vertebral es extremadamente importante en algunos deportes. La mayoría de los estudios de movilidad se han realizado en bailarines (Bejjani et al., 1990; Gannon y Bird, 1999; Hamilton et al., 1992; Gómez-Lozano, 2007; Klemp et al., 1984; Klemp y Chalton, 1989; Nilsson et al., 1993; Steinberg et al., 2006; Winter et al., 1997).

Hamilton et al. (1992) plantean que es necesario conocer el rango de movimiento que requiere la columna vertebral para realizar los ejercicios de ballet correctamente, ya que cuando hay una disminución de la movilidad suele compensarse con demandas sobre otras regiones vecinas. Situación que puede ocasionar sobrecargas y una alta incidencia de dolor de espalda.

Gannon y Bird (1999) determinan una movilidad completa del tronco en bailarines de $256,5^{\circ} \pm 19,8^{\circ}$, y para el grupo control de $191,7^{\circ} \pm 22,6^{\circ}$ ($p=0,01$).

Gómez-Lozano (2007), en su estudio con bailarinas, analiza la movilidad global del tronco en un grupo de clásico y de español. Los valores medios encontrados fueron de $261,18^{\circ} \pm 15,67^{\circ}$ para el grupo de clásico y de $253,03^{\circ} \pm 17,05^{\circ}$ para el grupo de español ($p=0,04$). El grupo control, formado por un grupo de chicas físicamente activas, obtuvo una media de $220,87^{\circ} \pm 15,74^{\circ}$. Las diferencias fueron claramente significativas a favor de los dos grupos de danza ($p<0,00005$).

Winter et al. (1997) determinaron la movilidad global en sujetos con patología raquídea lumbar, hallando valores para la flexión de 111° y de extensión de 30° . En aquellos sujetos que practicaban ballet clásico la movilidad era mayor. Gómez-Lozano (2007), observó una flexión global del tronco de $167,06^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$ para las bailarinas de ballet clásico, de $162,21 \pm 8,1$ para las bailarinas de español y de $141,81^{\circ} \pm 9,8^{\circ}$ para el grupo control. Respecto a la extensión, el grupo de clásico obtiene un valor medio de $94,12^{\circ} \pm 13,4^{\circ}$, el grupo de español $90,81^{\circ} \pm 12^{\circ}$ y el grupo control $79,06^{\circ} \pm 9,4^{\circ}$.

Steinberg et al. (2006) valoraron la movilidad segmentaria lumbar en flexión del tronco desde sedentación, mediante la distancia registrada entre la frente y las rodillas, en chicas entre 8 y 16 años. Hallaron que en bailarinas se incrementaba significativamente el rango de movimiento con la edad ($p<0,001$), mientras que las no bailarinas se mantenía constante ($p=0,11$).

Nilsson et al. (1993) analizaron la movilidad segmentaria en bailarines principiantes, sin encontrar diferencias entre sexos. Establecieron que el grupo que practicaba ballet tenía rango de movilidad del raquis dorsal significativamente mayor respecto al grupo control, pero no encontraron ninguna diferencia significativa respecto a la movilidad del raquis lumbar. La media del rango de movimiento para la curva dorsal fue de 71,1° (25°-101°) en el grupo de bailarines y de 55° (20°-103°) en el grupo control ($p < 0,01$). En la curva lumbar, la media del rango de movimiento fue de 95,6° (56°-123°) en el grupo de bailarines y de 94° (56°-116°) en el grupo control.

En el estudio de Gómez-Lozano (2007), para la movilidad segmentaria del raquis, no encuentra diferencias significativas entre ambos grupos de bailarinas. Coincidiendo con Steinberg et al. (2006) cuando compara ambos grupos de bailarinas con el grupo control, observa diferencias muy significativas respecto a la amplitud total del raquis lumbar (85,9° del grupo control frente a 103° y 100,1° del grupo de clásico y flamenco respectivamente), pero no en el total del raquis dorsal.

Bejjani et al. (1990) también observan que las bailaoras de flamenco poseen un mayor rango de extensión lumbar que el grupo control ($35^{\circ} \pm 15^{\circ}$ vs $20^{\circ} \pm 0^{\circ}$) ($p < 0,05$), sin embargo el grupo control presenta una mayor flexión del raquis lumbar que las bailarinas de flamenco ($56^{\circ} \pm 0^{\circ}$ vs $48^{\circ} \pm 16^{\circ}$). Respecto al raquis dorsal, determinan una mayor extensión y flexión para el grupo de bailaoras pero no de forma significativa (flexión $22^{\circ} \pm 14^{\circ}$ vs $20^{\circ} \pm 10^{\circ}$; extensión, $28^{\circ} \pm 20^{\circ}$ vs $20^{\circ} \pm 15^{\circ}$).

Öhlen et al. (1989b) en un grupo de gimnastas determinan una movilidad sagital total de 57° para la curva dorsal, con igual amplitud en la flexión como en la extensión, mientras que la movilidad lumbar total fue de 113°, con el doble de grados en la flexión (75,3°) que en la extensión (37,8°). Este estudio encuentra una correlación positiva entre el grado de lordosis lumbar y la movilidad lumbar sagital hacia adelante, y una correlación negativa entre la amplitud de movimiento en la extensión y la movilidad total lumbar. Expresada en grados, observan que de media, un aumento de 1° de lordosis da como resultado un aumento de 0,5° en la flexión lumbar, y una disminución de 1,5° en la extensión lumbar. Este patrón de disminución de la extensión mediante el aumento de la lordosis lumbar también fue encontrado por Loeb (1967) y Mellin (1987).

II.4. FLEXIBILIDAD y DEPORTE. MUSCULATURA ISQUIOSURAL

La flexibilidad, definida como la habilidad para mover una articulación (o varias en serie) a través de todo el rango de movimiento (ROM) que es requerido para una actividad o acción específica (Magnusson y Renstrom, 2006), es uno de los componentes básicos del fitness para el rendimiento deportivo (Alricsson y Werner, 2004; Hahn et al., 1999).

Más concretamente, Kraemer y Gómez (2001) defienden que la flexibilidad es uno de los elementos fundamentales de la condición física para los deportistas de élite. Este hecho, se evidencia con mayor fuerza en determinadas modalidades deportivas como la gimnasia rítmica y artística, la modalidad de natación saltos y el patinaje artístico, donde la flexibilidad es un componente determinante. En estas modalidades se requiere un ROM articular máximo (expresión cuantitativa de la flexibilidad muscular) en la mayoría de las articulaciones para la ejecución de los gestos técnicos extremos que más puntúan los jueces. Por el contrario, existen otras modalidades deportivas (fútbol, baloncesto y carrera) que necesitan niveles más bajos de flexibilidad para la realización de los movimientos dinámicos implícitos en la ejecución de los gestos técnicos (Nóbrega et al., 2005). Por lo tanto, se podría decir que la flexibilidad presenta una implicación en mayor o menor medida en cada modalidad deportiva (Canda et al., 2004).

En la literatura científica se pueden leer algunos trabajos sobre la valoración de la flexibilidad en deportistas, observándose gran diferencia de resultados en función del deporte. Así, se demuestra que la flexibilidad es específica de cada articulación, acción muscular o movimiento (Hahn et al., 1999; Zakas et al., 2002), encontrando diferencias en cada articulación dentro de un mismo deporte (Chandler et al., 1990; Probst et al., 2007), entre cada puesto específico (Oberg et al., 1984), entre el lado dominante y no dominante (Chandler et al., 1990; Probst et al., 2007) y entre cada nivel competitivo en un mismo deporte (élite vs aficionados) (Battista et al., 2007; Gannon y Bird, 1999; Haff, 2006).

La musculatura isquiosural constituye un grupo muscular biarticular que, debido a su origen e inserción, tiene efectos sobre la rodilla, la cadera y la estática y dinámica de la pelvis (Ledoux, 1992). La cortedad de esta musculatura, además de suponer una limitación de la capacidad de movilidad del deportista, puede repercutir sobre la pelvis y la columna vertebral cuando ésta es acusada (Santonja et al., 1995b).

Varios estudios han relacionado la reducción de la extensibilidad isquiosural con lesiones musculares (Croisier et al., 2002; Kujala et al., 1997; Sexton y Chambers, 2006; Worrell et al., 1994), algias lumbares (Biering-Sorensen, 1984; Caillet, 1988; Mierau et al., 1989; Standaer y Herring, 2000), alteraciones en el ritmo lumbo-pélvico (Esola et al., 1996), así como una reducción del rendimiento físico-deportivo (Andersen, 2006).

Con relación a la estática y dinámica de la columna vertebral, la cortedad de la musculatura isquiosural ha sido relacionada con una mayor cifosis torácica en los movimientos de flexión máxima del tronco (Gajdosik et al., 1994) con una mayor cifosis lumbar (Santonja et al., 1995a) y con las repercusiones sobre el raquis lumbar (Ferrer, 1998).

Así, en un estudio efectuado sobre 27 deportistas con marcada cortedad isquiosural (grado II), Santonja et al. (1995c) encontraron acuñaamientos vertebrales anteriores (22,3% >10°), inversiones de los espacios disciales de T₁₂-L₁ en el 70,4% de los casos, de L₁-L₂ en el 81,5% de los casos y de L₂-L₃ en el 100% de los casos. El morfotipo del raquis lumbar arrojó un 70,3% de inversiones lumbares y un 33,3% de cifosis dorsales incrementadas. Se demuestra en este estudio una clara influencia de la cortedad isquiosural sobre el raquis lumbar y en menor medida sobre el raquis dorsal.

Ferrer (1998) tras analizar una muestra de 919 niños y adolescentes, con edades comprendidas entre 5 y 18 años (edad media de 12,9±2,96), y tras realizar un estudio radiográfico de la columna lumbar en flexión del tronco en posición Tónica-II (Santonja, 1992), encuentra una clara relación entre la cortedad de la musculatura isquiosural y la retroversión de la pelvis (p<0,0005), la existencia de cifosis lumbar (p<0,001), la inversión de los espacios disciales en T₁₂-L₁ (p<0,001), L₁-L₂ (p<0,001), L₂-L₃ (p<0,001), y L₃-L₄ (p<0,02), así como con la presencia de acuñaamientos, de manera que a mayor cortedad de la musculatura isquiosural mayor probabilidad de acuñaamiento en T₁₂ (p<0,001). Tras su estudio, este autor expone la teoría patogénica que explica las repercusiones que la cortedad isquiosural puede desarrollar sobre el raquis lumbar.

En cuanto a la relación de la cortedad de la musculatura isquiosural con otras alteraciones, Garcés (1994), en un estudio sobre espondilolisis y espondilolistesis en el deporte, detecta la presencia de cortedad de la musculatura isquiosural, aunque destaca que es preciso valorar este hecho cuidadosamente en gimnastas y bailarines, ya que dichos deportistas pueden flexionar la cadera con rodillas extendidas unos 40°-60° más que el resto de los deportistas.

Diversos estudios han valorado la extensibilidad isquiosural en diferentes deportistas tales como nadadores (Pastor, 2000; Sanz, 2002), corredores de larga distancia (Trehearn y Buresh, 2009; Wang et al., 1993), piragüistas (López-Miñarro et al., 2008; 2009), remeros (Stutchfield y Coleman, 2006), halterófilos (Chang et al., 1988), futbolistas (Caldwell y Peters, 2009), jugadores de fútbol sala (Cejudo et al., 2014a), jugadores de fútbol australiano (Young et al., 2005), luchadores (Mirzaei et al., 2009), jugadoras de lacrosse (Enemark-Miller et al., 2009), tenistas (Kibler y Chandler, 2003), taekwondistas (Toskovic et al., 2004) y jugadores de voleibol (Melrose et al., 2007).

Algunos trabajos valoran la flexibilidad como parte de un perfil condicional o fisiológico (Melrose et al., 2007; Mirzaei et al., 2009; Arazi et al., 2013) y otros miden la extensibilidad de la musculatura isquiosural dentro de un protocolo para definir el perfil de flexibilidad (Cejudo et al., 2013, 2014 a,b). Otros estudios analizan si la práctica de un deporte en concreto genera cambios en los valores de flexibilidad y específicamente en la extensibilidad de la musculatura isquiosural (Canda et al., 2004).

Además, hay estudios que categorizan los niveles de flexibilidad aportando datos de normalidad y cortedad (Ferrer, 1998; Gómez-Lozano, 2007; Martínez-Gallego, 2004; Pastor, 2000). Aunque hay que destacar que no existe unanimidad en la prueba de valoración utilizada.

Voleibol

Melrose et al. (2007) evaluaron a 29 jugadores de voleibol adolescentes, con un rango de edad entre los 12 y los 17 años ($14,31 \pm 1,37$ años), con el propósito de valorar las características físicas y de rendimiento de estos jugadores.

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test DD-P modificado y la media obtenida fue de $38,7 \pm 7,1$ cm. Para analizar las diferencias por categorías, dividieron los jugadores en 2 grupos de edad: de 12 a 14 años (grupo A) y 15 a 17 años (grupo B). Los resultados mostraron como el grupo de menor edad conseguía una mayor distancia en el test DD-P, aunque sin diferencias significativas.

Lucha Olímpica

Mirzaei et al. (2009) evaluaron a 70 luchadores de élite ($19,8 \pm 0,9$ años) con el propósito de describir el perfil fisiológico de luchadores de élite de estilo libre. Se analizaron las siguientes variables: peso corporal, flexibilidad, el consumo máximo de

oxígeno, la potencia anaeróbica máxima de las piernas, la resistencia muscular y la fuerza, la velocidad, la agilidad y la composición corporal mediante los pliegues cutáneos.

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test DD-P y la media obtenida fue de $38,2 \pm 3,94$ cm. Además, cuando analizan los resultados en función del peso de los luchadores, observan que aquellos luchadores que poseían menor masa (50kg) alcanzaban mayor distancia en el test ($39 \pm 4,5$ cm) que los luchadores más pesados (120 kg) ($35,8 \pm 4,2$ cm).

Taekondistas

Toskovic et al. (2004) evaluaron, mediante el test DD-P, la extensibilidad isquiosural de 28 taekwondistas divididos por sexo y experiencia. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos en la distancia alcanzada. No obstante, el grupo que más distancia alcanzó fue el de hombres experimentados, siendo el grupo de hombres principiantes el que menor distancia alcanzó. Los autores justifican que los principiantes son los que peores valores presentan debido a su falta de experiencia en el entrenamiento deportivo, así como al menor volumen de trabajo de estiramientos musculares.

Gimnasia artística

Arazi et al. (2013) evaluaron a 20 gimnastas profesionales especialistas en gimnasia artística (edad: $15,20 \pm 3,4$ años; peso: $51,35 \pm 5,2$ Kg; estatura: $161,8 \pm 5,9$ cm) con el propósito de describir el perfil fisiológico y antropométrico. 8 participantes eran miembros de la Selección Nacional de Gimnasia de Irán entre 2009 y 2010.

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test DD-P y la media obtenida fue de $45,7 \pm 5,6$ cm.

Fútbol

Diferentes autores han valorado los niveles de flexibilidad de la musculatura isquiosural en una muestra de futbolistas, encontrando valores medios para el rango de movimiento de la flexión de cadera entre $79,3^{\circ}$ y $94,6^{\circ}$ (Ekstrand et al., 1982; Rahnema et al., 2005; Witvrouw et al., 2003; Zakas et al., 2005, 2006). Todos estos trabajos miden la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del test EPR.

Fútbol sala

Cejudo et al. (2014) evaluaron a 20 jugadores profesionales de fútbol sala (17 jugadores de campo y 3 porteros) con el propósito de describir el perfil de flexibilidad de la extremidad inferior. Utilizaron una batería de 7 pruebas para valorar los principales músculos de la extremidad inferior. Los resultados fueron analizados en función del puesto específico y diferenciando la pierna dominante o no dominante (tabla II.13). La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue valorada a través del test EPR.

Tabla II.13. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).

	Jugadores de Campo		Porteros	
	Dominante	No dominante	Dominante	No dominante
EPR	91,7 ⁰ ±9,2 ⁰	90,5 ⁰ ±9,1 ⁰	102,9 ⁰ ±3,7 ⁰	103,5 ⁰ ±3,4 ⁰

Balonmano

Dos trabajos han valorado los niveles de flexibilidad de la musculatura isquiosural en jugadores junior de balonmano, encontrando valores medios de 76,3⁰ y 79,8⁰ (Zakas et al., 2002, 2003). Ambos estudios valoran la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del test EPR.

Cejudo et al. (2014) evaluaron a 50 jugadores de campo y 6 porteros, con más de 9 años de práctica deportiva federada en balonmano (3 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 1,5 horas por sesión). 25 jugadores jugaban en la 1^a División Nacional (edad: 26,3±6,1 años; peso: 93±9,4 Kg.; talla: 1,84±0,07 m) y 31 jugadores competía en la 2^a División Nacional (edad: 26,2±4,1 años; peso: 82,5±9,3 Kg.; talla: 1,78±0,07 m).

El objetivo principal de este estudio era definir cuantitativamente los valores normativos del perfil de flexibilidad en jugadores senior de balonmano, midiendo para ello la extensibilidad de los principales grupos musculares de la extremidad inferior a través de pruebas angulares pasivas máximas. Los resultados los analizaron en función del puesto específico y diferenciando entre la pierna dominante o no dominante (tabla II.14). La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue valorada a través del test EPR.

Tabla II.14. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).

Categoría	Jugadores de Campo		Porteros	
	Dominante	No dominante	Dominante	No dominante
1º División	80,7 ⁰ ±12,4 ⁰	78,3 ⁰ ±12,5 ⁰	107,8 ⁰ ±4,4 ⁰	104,6 ⁰ ±7 ⁰
2º División	86,1 ⁰ ±10,1 ⁰	86,69 ⁰ ±9,3 ⁰	80,8 ⁰ ±3,5 ⁰	80,3 ⁰ ±4 ⁰

Corredores

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 corredores con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: 13,32±0,53 años; peso: 62,33±8,71 Kg; estatura: 164,65±7,89 cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural evaluada a través del test EPR. La media obtenida fue de 83,83±9,86⁰ para la pierna derecha y de 85,02±10,02⁰ para la pierna izquierda.

Duatlón

Cejudo et al. (2013) evaluaron a 15 atletas de duatlón (edad: 32,7±7,85 años; peso: 67,1±4,8 Kg; estatura: 172,9±2,8 cm), con más de 3,5 años de práctica deportiva (5 sesiones de entrenamiento semanal con una duración mínima de 2 horas por sesión).

La valoración de la flexibilidad se realizó mediante el test EPR y la media obtenida fue de 83,02±9,9⁰ para la pierna derecha y de 82,02±9,8⁰ para la pierna izquierda.

Tenis

Tres trabajos han valorado los niveles de flexibilidad de la musculatura isquiosural en jugadores junior de tenis, encontrando valores medios de 68,5⁰ (Zakas, 2005), 77,5⁰ (Chandler et al., 1990) y 65,9⁰ (Kibler y Chandler, 2003). Todos valoran la extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del test EPR.

Piragüistas

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años (edad: 13,27±0,49 años; peso: 61,06±8,89 Kg; estatura: 166,12±7,07 cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad isquiosural evaluada a través del test EPR. La media obtenida fue de $75,27 \pm 8,79^\circ$ para la pierna derecha y de $76 \pm 8,78^\circ$ para la pierna izquierda.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008) evaluaron a 65 piragüistas de categoría infantil con 3 objetivos: 1) valorar la extensibilidad isquiosural en kayakistas y canoistas de categoría infantil mediante diversos tests angulares y lineales; 2) comparar la extensibilidad isquiosural en función de la disciplina (canoas o kayak); 3) determinar la frecuencia de casos con una reducida extensibilidad isquiosural en función del test utilizado. La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue medida a través de los test EPR, test DD-P y test L-H fx.

Los resultados muestran como un importante porcentaje de los piragüistas varones evaluados presentan cortedad isquiosural, especialmente los canoistas, por lo que es preciso incorporar un programa sistematizado de estiramiento isquiosural al proceso de preparación de los piragüistas jóvenes. Las chicas alcanzan valores de extensibilidad más adecuados en todos los test, aunque existen algunos casos de cortedad isquiosural. La disciplina practicada (kayak o canoa), a pesar de sus diferencias en la posición sobre la piragua no genera diferencias significativas en la extensibilidad isquiosural.

Ciclismo

En el ámbito del ciclismo es muy común la creencia de que el ciclista posee una extensibilidad isquiosural reducida debido a la continua demanda de los grupos musculares de los miembros inferiores, con una alta exigencia para ascender pendientes elevadas, vencer la resistencia del viento, generar grandes aceleraciones para formar una escapada o en el sprint (Rouffet y Hautier, 2008).

Muyor (2010) evalúa a 180 ciclistas y 60 sedentarios (edad: $30,6 \pm 10,4$ años; peso: $74,9 \pm 9,6$ Kg; estatura: $170 \pm 5,9$ cm) con el objetivo de analizar y comparar el morfotipo raquídeo en el plano sagital de la columna vertebral y el grado de extensibilidad isquiosural en función de la práctica deportiva y la categoría.

La extensibilidad de la musculatura isquiosural fue evaluada a través de pruebas de flexibilidad lineales (test DD-P y test DD-S) y pruebas angulares (EPR). En la tabla II.15 se muestran los resultados obtenidos.

Al valorar la extensibilidad de los ciclistas con el test EPR, todos los ciclistas alcanzaron un mayor ángulo que los sujetos del grupo control. Las mayores diferencias las encuentra entre el grupo sénior/élite y el grupo control, tanto en la pierna derecha como en la izquierda, con valores medios de 87 ± 10^0 y $87,5 \pm 12,8^0$ frente a $77,8 \pm 11^0$ y $78,1 \pm 11,5^0$, respectivamente.

Cuando se categorizan los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, se observa un mayor porcentaje de casos con extensibilidad normal en los ciclistas (86,1%) que en el grupo control (61,8%).

Tabla II.15. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Muyor (2010).

	Sénior/Élite	Máster 30	Máster 40/50	Control
EPR derecha	$87^0 \pm 14^0$	$85,3^0 \pm 12,1^0$	$85,1^0 \pm 11,7^0$	$77,8^0 \pm 11^0$
EPR izquierda	$87,5^0 \pm 12,8^0$	$83,9^0 \pm 12,2^0$	$84,8^0 \pm 11,2^0$	$78,1^0 \pm 11,5^0$
Distancia DD-P	$6,7 \pm 10,8$ cm	$2,5 \pm 8,3$ cm	$1,3 \pm 9$ cm	$-2,5 \pm 7,8$ cm
Distancia DD-S	$5,1 \pm 10,7$ cm	$0 \pm 9,4$ cm	$-0,7 \pm 9,4$ cm	$-6,1 \pm 8,1$ cm

Natación

Pastor (2000) valoró el grado de extensibilidad isquiosural en 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, de edades comprendidas entre los 9 y los 15 años.

Al valorar la extensibilidad de los nadadores con el test EPR encuentra un valor medio de $70,8 \pm 10,4^0$ para la pierna derecha y $70,4 \pm 10,6^0$ para la pierna izquierda en nadadores de élite de la categoría promesas. En los nadadores de categoría infantil, la media fue de $70,1 \pm 11,1^0$ para la pierna derecha y $69 \pm 11,1^0$ para la pierna izquierda (tabla II.16).

Cuando categoriza los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, encuentra un 34% de cortedad grado I y un 20% de cortedad grado II en los chicos. En las chicas halló una frecuencia de cortedad grado I del 24% y de grado II del 3,9%. Además, sus resultados indican que la práctica de la natación de forma continuada en el tiempo y con un elevado volumen de entrenamiento, no produce mejoras en la extensibilidad isquiosural. Por ello, recomienda realizar un correcto trabajo de estiramientos en los entrenamientos de los nadadores.

Tabla II.16. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Pastor (2000).

	Promesas (Chicos)	Promesas (Chicas)	Infantiles (Chicos)	Infantiles (Chicas)
EPR derecha	70,84 ⁰ ±10,49 ⁰	81,78 ⁰ ±12,48 ⁰	70,12 ⁰ ±11,12 ⁰	76,05 ⁰ ±10,6 ⁰
EPR izquierda	70,44 ⁰ ±10,6 ⁰	81,07 ⁰ ±12,3 ⁰	69,07 ⁰ ±11,1 ⁰	75,4 ⁰ ±11,2 ⁰
Distancia DD-P	1,3 _± 8,1 cm	4,8 _± 7,6 cm	7,5 _± 8,9 cm	8,4 _± 8,2 cm

Sanz (2002) encontró resultados similares al comparar a dos grupos de nadadores en función del volumen de entrenamiento (alta competición y escuela). Observando tras un periodo de 4 meses, una disminución significativa de la extensibilidad isquiosural en el grupo de competición cuyo volumen de entrenamiento era superior. Sin embargo, en el grupo de menor volumen, no se encontraron modificaciones significativas en la distancia alcanzada en el test de distancia dedos-planta. En base a estos resultados, el autor concluyó que la práctica intensa de la natación de alta competición, incide negativamente en la extensibilidad de la musculatura isquiosural, por lo que recomienda un entrenamiento específico para la mejora de dicha capacidad.

Danza

Twitchett et al. (2009), tras realizar una revisión sobre el perfil fisiológico y condicional del Ballet Clásico, afirman que las bailarinas de ballet tienen más flexibilidad en la mayoría de las articulaciones de la extremidad inferior cuando se comparan con un grupo control. En esta línea, Cohen et al., (1982) observaron en las bailarinas valores por encima de la normalidad en la flexión plantar del tobillo, aunque los valores en la dorsiflexión del tobillo fueron menores.

Reid et al. (1987) también observan en las bailarinas un mayor rango de movimiento pasivo en la rotación externa, flexión y abducción de cadera, así como en la extensión de rodilla. Sin embargo, las bailarinas presentan un menor rango de movimiento en la aducción pasiva de cadera y la rotación interna cuando se comparan con un grupo control. Además, este patrón es más pronunciado en las bailarinas con mayor nivel y años de entrenamiento, lo que sugiere que puede ser un resultado directo del entrenamiento.

Micheli et al. (1999) también observan una mayor hiperextensión de columna vertebral en bailarinas, así como mayores valores de flexibilidad en la musculatura isquiosural y la musculatura aductora.

Oreb et al. (2006) evaluaron a 51 bailarinas, 30 del Ballet Nacional de Croacia (30,70±8,33 años) y 21 del Ballet Nacional de Folclore (32,94±8,32 años). El objetivo del trabajo era determinar las características morfológicas, funcionales y motoras de las bailarinas de folclore y compararlas con las bailarinas de clásico. La extensibilidad isquiosural fue evaluada a través del test DDP. Los resultados mostraron una mayor flexibilidad para el grupo de danza clásica (22,80±4,12 cm. vs 12,41±6,45 cm., p=0.000).

Gómez-Lozano (2007) evaluó a 66 bailarinas, 33 de danza clásica (edad: 22±3,79 años; peso: 51,82±4,63 Kg; estatura: 161,74±4,70 cm) y 33 de danza española (edad: 22,12±4,21 años; peso: 53,5±4,07 Kg; estatura: 162±5,35 cm). Todas ellas fueron seleccionadas de los dos últimos cursos del Conservatorio Profesional de Danza de Murcia en las especialidades de danza clásica y danza española, de una academia profesional de ballet clásico y de una compañía de ballet español. También valoró a un grupo control con 33 chicas de similar rango de edad (edad: 22,71±3,23 años; peso: 55,51±5,68 Kg; estatura: 164,12±4,87 cm).

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, la movilidad de la columna vertebral, así como la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Esta última fue evaluada a través de pruebas de flexibilidad lineales (test DD-P y test DD-S) y pruebas angulares (EPR).

En la tabla II.17 se muestran los datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. El grupo de clásico muestra, de forma significativa, mayores valores de flexibilidad que el grupo de español. Mientras que ambos grupos de bailarinas, obtienen mayores niveles de flexibilidad que el grupo control.

Cuando se categorizan los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, se observa que el 100% de las bailarinas tienen valores dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo control encuentra: 1) con el test DD-S un 15,3% de cortedad moderada, un 12% de cortedad marcada y un 72,3% de normalidad; 2) con el test DD-P un 18,8% de cortedad moderada, un 9,9% de cortedad marcada y un 71,3% de normalidad y con el test EPR un 21,2% de cortedad moderada y un 78,8 % de normalidad.

Tras el análisis de los resultados, Gómez-Lozano (2007) concluye que las bailarinas de danza clásica y de danza española poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, no existiendo ningún caso de cortedad isquiosural en esta población. La extensibilidad isquiosural es notablemente mayor en las bailarinas de danza clásica que en las de danza española debido a que las bailarinas de danza española suelen dedicar menos tiempo al trabajo de esta cualidad.

Tabla II.17. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Gómez-Lozano (2007).

Prueba	Clásico	Español	Control
DD-S	22,87 \pm 4,51 cm.	18,24 \pm 7,04 cm.	1,66 \pm 8,33 cm.
DD-P	23,97 \pm 5,13 cm.	19,18 \pm 6,20 cm.	3,04 \pm 7,10 cm.
EPR Dch	136,78 ⁰ \pm 10,02 ⁰	124,72 ⁰ \pm 12,22 ⁰	85,87 ⁰ \pm 10,12 ⁰
EPR Izq	129,21 ⁰ \pm 20,6 ⁰	120,3 ⁰ \pm 13,33 ⁰	84,28 ⁰ \pm 9,97 ⁰

Gimnasia Rítmica

Martínez-Gallego (2004) evaluó a 163 gimnastas de Rítmica, 82 gimnastas de competición y 81 gimnastas de escuelas de base. También valoró a un grupo control con 79 niñas de similar rango de edad y que no realizaban ninguna actividad física extraescolar.

El objetivo fue valorar la disposición sagital del raquis dorsal y lumbar, así como la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Esta última fue evaluada a través de pruebas de flexibilidad lineales (test DD-P y test DD-S) y pruebas angulares (EPR).

En la tabla II.18 se muestran los datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural a través los test DD-S y DD-P.

El grupo de gimnastas de competición muestra, de forma significativa, mayores valores en todos los test al compararlo con el grupo de gimnastas de base. Mientras que ambos grupos de gimnastas, obtiene mayores niveles de flexibilidad en comparación con el grupo control.

Tabla II.18. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Martínez-Gallego (2004).

Prueba	Escuela	Competición	Control
DD-P	3,74±9,27 cm.	15,47±7,72 cm.	-5,71±10,71 cm.
EPR Dch	83,58 ⁰ ±11,35 ⁰	106,05 ⁰ ±19,04 ⁰	73,57 ⁰ ±9,96 ⁰
EPR Izq	83,83 ⁰ ±11,16 ⁰	105,37 ⁰ ±16,68 ⁰	74,11±9,63 ⁰

Cuando se categorizan los valores de flexibilidad diferenciando en normal, grado I y grado II, se observa que el 98% de las gimnastas de competición tienen valores dentro de la normalidad. El grupo de gimnastas de escuela presenta un 17% de cortedad grado I y un 9% de cortedad grado II, mediante el test de distancia dedos-planta. En el grupo control disminuyen los casos dentro de la normalidad (37%) y se observa un 63% de casos con cortedad.

Al aplicar el test EPR, todas las gimnastas de competición presentan valores dentro de la normalidad. En el grupo de gimnastas de escuela se observa una frecuencia de cortedad grado I del 9% y de cortedad grado II del 2%. En el grupo control, la normalidad baja al 57%, mientras que los casos de cortedad grado I son el 30% y los casos de cortedad marcada el 14%. Los resultados encontrados no aportan variaciones apenas entre las dos piernas.

II.5. LA GIMNASIA ESTÉTICA DE GRUPO

II.5.1. Contextualización histórica

La gimnasia tiene sus orígenes en la antigua Grecia, donde predomina el concepto de desarrollo del cuerpo a través del movimiento natural, si bien no es hasta el comienzo del siglo XIX cuando se inician los orígenes de nuestra actual gimnasia.

A partir de 1800 evoluciona el deseo de realizar una nueva actividad física, que comienza a desarrollarse con las diferentes escuelas europeas, volviéndose a considerar los aspectos estéticos y educativos de la gimnasia. Estas escuelas se fundaron sobre métodos específicos que permitían formar físicamente con movimientos expresivos a las mujeres, y aún hoy, la gimnasia sigue sirviendo en la sociedad como motivadora para el género femenino y para mantener esa práctica en el tiempo (Kleenola, 1996).

En el siglo XIX el aumento de horas de trabajo y estudio, comienza a provocar inmovilidad y actitudes posturales viciosas, que incrementan los defectos y las enfermedades propias de la vida sedentaria.

La gimnasia ha logrado imponerse no sólo como estructura educativa de primer orden, sino también como actividad individual y válida por sí misma.

Diferentes formas de trabajo de los ejercicios gimnásticos aparecen entre 1800 y 1936 (Langlade y Langlade, 1986). En ese periodo, se inician tres grandes movimientos gimnásticos simultáneamente: el Movimiento del Oeste (Francia), el Movimiento del Centro (Alemania, Austria y Suiza) y el Movimiento del Norte (Escandinavia) (Langlade y Langlade, 1986).

Es el Movimiento del Norte el que cobra más importancia en la presente investigación. Gran parte de la gimnasia surge de un sistema sueco de ejercicio libre impartido por Pedro Ling para la capacitación física del ejército. Dulcificando este método, alumnas de la teoría de Ling promueven la "Gimnasia Estética", en la que los alumnos expresan sus sentimientos y emociones a través del movimiento corporal. Destaca también Dalcroze (1865-1950), el cual desarrolla una forma de entrenamiento físico para los músicos y bailarines en el que conjuga la música con el movimiento desarrollando el sentido del ritmo y la expresión (Rodríguez Abreu, 2010) con el nacimiento de la gimnasia moderna (Gimnasia Rítmica Femenina). Esta actividad vio sus primeros intentos en el período de la I Guerra Mundial (1914-1918), pero no fue hasta el

verano de 1951 cuando se popularizó, al crearse la Liga internacional de la Gimnasia Moderna, fundándose oficialmente el 9 de febrero de 1952, en Frankfort (Alemania), con la escuela alemana. Allí encontramos a Guts Muths (1750-1839) al que se conoce como padre de la gimnasia pedagógica, el principal contribuyente de las diferentes modalidades gimnásticas.

Los orígenes de la gimnasia moderna recibieron también las aportaciones de J.G. Noverre (1727-1809), coreógrafo original que devuelve al bailarín su condición expresiva y a Francois Delsarte (1811-1871) cuyas obras constituyen la base de la teoría del movimiento expresivo e influyen en el desarrollo de la pantomima, el ballet y la gimnasia.

Otros que influyeron en un alto grado en la evolución de la gimnasia femenina fueron Isadora Duncan (1878-1927) quien con su expresión de sentimientos y naturalismo basado en el amor a la naturaleza contribuyó a que en muchos países, incluida Rusia, surgieran estudios de Gimnasia Rítmica y Estética. Henrich Medau (1890-1974) fundó la Escuela Medau en Berlín para formar a los gimnastas en la "Gimnasia Moderna" y para desarrollar el uso de los aparatos gimnásticos. Posteriormente, fue la canadiense Evelyn Koop quien introdujo la Gimnasia Rítmica Deportiva en nuestro continente. Hilma Jalkanen (1889-1964) incorpora elementos de danza y movimientos expresivos en una escuela finlandesa nueva de la gimnasia. Esta última, introdujo un nuevo aire a las teorías de Ling dentro del movimiento de la gimnasia "neo sueca", presentando a la "Gimnasia Estética" como dulcificación del estilo militar que caracterizaba a la gimnasia masculina de la época, introduciendo movimientos corporales naturales acompañados con música (figura II.8).

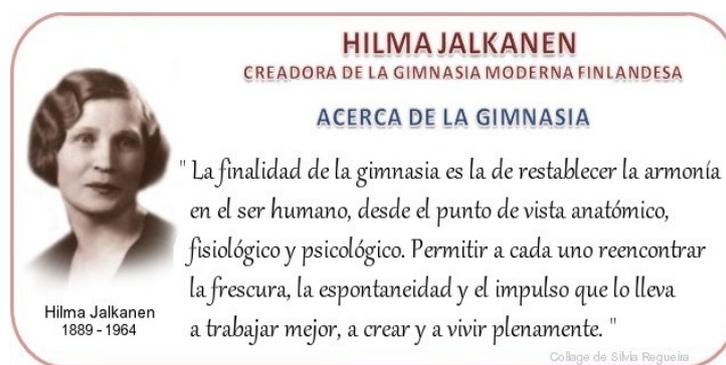


Figura II.8. Hilma Jalkanen creadora de la Gimnasia Moderna Finlandesa (1889-1964).

Con este nuevo modelo de gimnasia, Elin Falk (Langlade y Langlade, 1986) es la primera que se preocupó por la formación y corrección de la postura y aportó a la técnica las primeras posiciones “aisladoras”, que surgieron de la observación de las niñas de las Escuelas Primarias de Estocolmo, advirtiendo que al ejecutar ciertos ejercicios aumentaban su curvatura lumbar. Estas contribuciones han repercutido en la actualidad en la gimnasia mundial.

En estas escuelas se utiliza el valor de los gestos naturales que implican a todo el cuerpo, con movimientos fluidos y rítmicos, en contra de los movimientos artificiales.

Por otro lado, se encuentra la gimnasia escolar austriaca, también denominada gimnasia natural, en la que el norteamericano Winslow Taylor (1856-1915), aporta sus conceptos de economía en el esfuerzo, luchando en contra de los movimientos artificiales, empleando movimientos fluidos y rítmicos (figura II.9.).



Figura II.9. Gimnasia escolar austriaca (1856-1915).

En 1996, la Gimnasia Estética de Grupo fue reconocida internacionalmente como un deporte de competición. En 2003, se crea la Federación Internacional de GEG para la expansión y promoción de este deporte en rendimiento a nivel internacional (IFAGG, 2012) (figura II.10).

La Federación Internacional de GEG proporciona liderazgo, sistemas y programas para todos los miembros, con el objetivo de:

- 1) Promover el deporte de la GEG;
- 2) Coordinar las competiciones y eventos internacionales;
- 3) Conceder el derecho a organizar los Campeonatos del Mundo;

- 4) Desarrollar y mantener las normas internacionales de la GEG;
- 5) Desarrollar materiales de capacitación y programas educativos para entrenadores y jueces;
- 6) Fomentar las relaciones de cooperación con otras organizaciones deportivas internacionales;
- 7) Representar los intereses de AGG en todo el mundo cuando se trata de otras organizaciones.



Figura II.10. Logo de la Federación Internacional de Gimnasia Estética de Grupo.

Países europeos como Finlandia y Estonia, llevan practicando y promocionando este deporte desde hace más de 100 años como filosofía y hábito de vida y se han desarrollado competiciones desde la década de los 50 del pasado siglo. En sus inicios se le denominó "Gimnasia para mujeres" por el movimiento femenino y armónico que le caracteriza (Sierra, 2008).

La primera competición oficial se celebró en Helsinki (Finlandia) en 1996 y en junio de 2000 se celebró el primer Campeonato del Mundo también en esa ciudad. Los índices de participación en los Campeonatos del mundo prevén un brillante futuro para este deporte de reciente creación en el ámbito de la gimnasia de competición internacional (IFAGG, 2012).

En un principio participaban unos 10 países pero este número ha ido aumentando cada año con la incorporación de nuevos países como España, que participó en el 2004 por primera vez. De esta forma se ha conseguido la implantación en quince países. Al igual que España, países europeos como Francia, Italia y Alemania empiezan a interesarse por esta disciplina.

A España, esta modalidad de gimnasia llegó un poco más tarde. El primer club español se formó a finales de enero de 2004, el club AEGEG (Asociación Española de Gimnasia Estética de Grupo), en el INEF de Barcelona, debutando en el Campeonato del Mundo celebrado en Bulgaria ese mismo año.

Al mismo tiempo que el club, se fundó con el mismo nombre la AEGEG, Asociación Española de Gimnasia Estética de Grupo. Después de la participación en el primer mundial, el objetivo principal de esta asociación ha sido difundir este deporte por toda España. Para conseguir este propósito se han realizado diversas exhibiciones en lugares como INEFC y en el "Fòrum de les Cultures" y se llevaron a cabo entrenamientos abiertos a otras entrenadoras que quisieran iniciarse en este nuevo deporte; también se han realizado cursos para entrenadoras y jueces nacionales e internacionales (Sierra, 2008). La espectacularidad de este deporte le augura un gran futuro, habiéndose extendido con gran rapidez su práctica por el territorio nacional en tan solo 10 años desde que se comenzó a practicar en nuestro País. En año 2012 se celebró el Campeonato del Mundo en Cartagena (figura II.11).



Figura II.11. Campeonato del Mundo de Gimnasia Estética de Grupo celebrado en Cartagena en 2012.

II.5.2. Aproximación conceptual

Actualmente la sociedad considera al deporte como un valor que repercute en la prevención de la salud y en la estética corporal (Barreto, 2006; Devís, 2000).

La GEG es una disciplina deportiva muy reciente, sobre todo como deporte de competición. Esto trae como consecuencia la falta de bibliografía o estudios más o menos científicos sobre ella. Tenemos que limitarnos a lo recogido en el Reglamento deportivo de puntuación en su versión más reciente para indagar sobre el significado de la GEG (Sierra, 2008).

Las normas de competición y práctica se especifican en el Reglamento Internacional. Éste puede definirse como el conjunto de reglas y normas que regulan los diferentes factores que constituyen la estructura de los ejercicios de competición y en consecuencia la lógica interna de los mismos, es decir la relación de la gimnasta con sus compañeras, con el espacio y con el tiempo. En la Gimnasia Estética de Grupo la aplicación de este reglamento de puntuación a las situaciones de competición y a las acciones de las gimnastas, se hace a partir del criterio de un grupo de jueces. Los diferentes jurados en los que se divide la competición, recogen las reglas específicas para valorar la práctica saludable y las penalizaciones que conlleva su falta.

Dicho Reglamento permite una aproximación clásica a la GEG como deporte y hasta ahora ha sido el documento que ha servido como punto de partida y valor referencial para analizar las diferentes características de este deporte, tanto para jueces, entrenadores o educadores. El reglamento no se limita a la función de normativizar la práctica, sino que supone un compendio de carácter técnico preceptivo en el ámbito de la salud y la práctica deportiva.

La GEG se define como una disciplina deportiva basada en el movimiento estilizado y natural del cuerpo, que combina y realza cualidades como el dinamismo, el ritmo y la armonía de los movimientos realizados con el uso económico y natural de la fuerza. Es expresión, arte y sentimiento convertido en deporte de competición. Todo ello, realizado por un grupo de deportistas del que fluye un movimiento estético y sincronizado (IFAGG, 2012).

La actividad deportiva GEG se comienza a practicar a partir de los 6 años y sin límite de edad.

Está basada en la “combinación de arte coreográfico, el desarrollo muscular armónico y la naturalidad de hábitos motrices saludables”. Es una gimnasia estilizada, cuya técnica se centra en el aprendizaje de movimientos naturales del cuerpo, donde las caderas son el centro básico del mismo. Se realiza en grupos de 6 a 12 gimnastas (categorías junior y senior) o de 6 a 14 gimnastas (categoría Infantil). Las gimnastas evolucionan sobre un tapiz de 13 x 13 m. efectuando una coreografía de ejercicios sin aparatos basados en la ejecución de movimientos corporales y elementos técnicos durante 2’15”-2’45” siguiendo los requerimientos del Reglamento y sobre una base musical. Aunque hay una finalidad competitiva, se trata de un deporte de colaboración y sin oposición donde el trabajo en grupo está por encima de los logros individuales.

Los movimientos fluyen naturalmente de un movimiento al siguiente como si hubiesen sido creados por el movimiento previo (IFAGG, 2012). Todos los movimientos deben ser realizados con fluidez, mostrando la amplitud y variedad en la dinámica y velocidad. El éxito se consigue con el alto grado de sincronización en la coreografía entre las gimnastas, su distribución correcta en el espacio, la expresión conceptual y emocional equitativa, así como el “dibujo” preciso de las composiciones.

Los elementos técnicos escogidos en la composición deben corresponder al nivel físico y la maestría de habilidades y edad de las gimnastas.

En la GEG se combinan los elementos gimnásticos básicos como son equilibrios, saltos, giros, elementos acrobáticos sencillos, con elementos corporales más ligados a la danza, tales como ondas, swings, desplazamientos, pasos a dos, y se introducen las elevaciones de una o varias gimnastas como elemento no esencial pero dinamizador de la coreografía (figura II.12.).

Los contenidos perceptivo-motrices y las habilidades y destrezas básicas que se efectúan en la GEG y que influirán de manera decisiva en la adquisición de la correcta postura, se desarrollan mediante el trabajo específico sobre el esquema corporal, a través de la percepción del propio cuerpo (tonicidad, postura, equilibrio) y la percepción del entorno (estructuración espacio-temporal, lateralidad y ritmo); de la coordinación de los patrones motores básicos (desplazamientos, saltos, giros, equilibrios) y de las cualidades físicas básicas, destacando la flexibilidad y la fuerza muscular como factor importante en el mantenimiento de una postura correcta (Martínez-Gallego, 2004).



Figura II.12. Elevación de una gimnasta dentro de una rutina de Gimnasia Estética de Grupo.

El modo de competir consiste en desarrollar una pequeña historia coreografiada, sustentada por la expresividad, algunas acrobacias y acompañada de un tema musical. El objetivo es transmitir emoción y sentimientos al espectador a través del movimiento, buscando la armonía, la estética y la belleza del mismo (Miroshnychenko y Martínez-Gallego, 2013).

La GEG aparece en nuestro país para solventar uno de los problemas que tiene la Gimnasia Rítmica Deportiva como deporte, y es que la vida de las gimnastas es bastante corta. Las niñas empiezan a practicar este deporte a temprana edad y en muchos casos tienen que abandonarla al entrar en la adolescencia (Fasting et al., 2000; Fernández, 2001).

Lo que se pretende conseguir promocionando la Gimnasia Estética de Grupo es incidir en su aspecto saludable, alargando la vida competitiva de las gimnastas. A diferencia de otras modalidades gimnásticas donde las exigencias corporales rebasan los límites y grados de normalidad de las articulaciones, acortando las posibilidades de longevidad de las gimnastas en competición.

La GEG va dirigida especialmente a las gimnastas más mayores para que puedan mantenerse en la competición y alargar su vida deportiva, ya que su nivel de exigencia corporal es menor que en otras modalidades gimnásticas.

El Reglamento Internacional por el que se rige este deporte respeta las etapas de desarrollo de las personas. El tipo y el nivel de dificultades que se exigen están divididos en categorías, así se dispone de un reglamento específico para edades infantiles de 8 a 12 años (figura II.13.) y un reglamento específico para las categorías Junior y Senior. En estos Reglamentos se observa la progresión de la dificultad exigida en relación a la maduración de las estructuras corporales fisiológicas y psicológicas adaptadas al esfuerzo del entrenamiento y relacionadas directamente con el trabajo bilateral de los segmentos corporales.

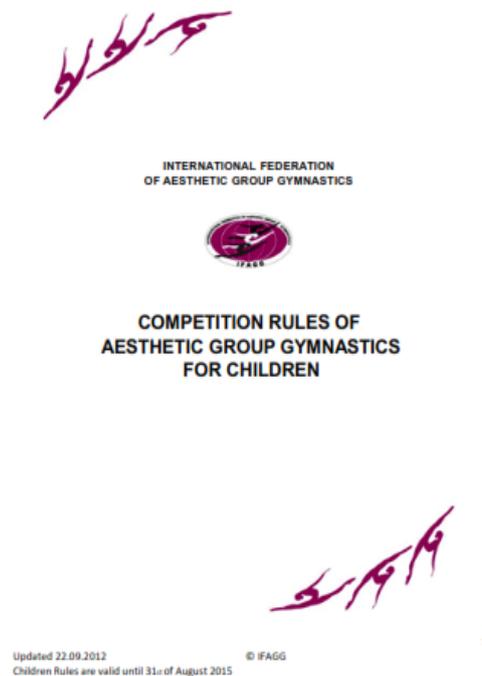


Figura II.13. Reglamento de competición para infantiles.
<http://www.ifagg.com/>

Los grados de flexo-extensión de las articulaciones solicitadas en las dificultades corporales exigidas, concuerdan con los rangos de normalidad establecidos en los manuales científico-médicos.

Existen limitaciones en el uso de acrobacias y cargas que posibilitan esos beneficios para la salud de las gimnastas, especialmente en el reglamento Infantil.

Se exige que las gimnastas muestren un control muscular bilateral en todos los grupos corporales obligatorios, variando el uso de los elementos, las direcciones y los planos del movimiento, evitando lesiones y descompensaciones (Miroshnychenko y Martínez-Gallego, 2013).

II.5.3. Análisis de la técnica en gimnasia estética de grupo y su comparación con la gimnasia rítmica deportiva.

El Reglamento de puntuación de GEG valora tres aspectos diferentes otorgándole una puntuación a cada uno de ellos (IFAGG, 2012).

En el VALOR TÉCNICO, los movimientos corporales base de Gimnasia Estética de grupo, son las ondas y los los swings.

En cualquier categoría de edad aparecen elementos de flexibilidad, pero es en la categoría infantil donde la composición debe contener al menos 4 movimientos de flexibilidad que muestren la extensibilidad de la musculatura de la extremidad inferior tanto en el plano sagital, como en el plano frontal y tanto de la pierna derecha como de la izquierda, consiguiendo una amplitud de al menos 180°. En los movimientos de extensión los grados mínimos son 80°, los hombros deben mantenerse al mismo nivel/línea y la extensión debe ser de toda la espalda.

Los movimientos de flexibilidad deben tener una línea clara, mostrar amplitud y un buen control postural. Deben ser ejecutados con buena calidad técnica y respetar los aspectos saludables, así como mostrar buen equilibrio entre la flexibilidad y fuerza. La forma del movimiento debe ser claramente visible.

Si no se realizan correctamente estos movimientos corporales, las jueces no contarán la dificultad o se le bajará el valor.

En cuanto a la calidad gimnástica, el VALOR ARTÍSTICO de la composición debe mostrar continuidad, fluidez y corresponder al nivel de habilidades físicas del equipo. Las capacidades físicas de todas las gimnastas del grupo deben ser similares (el control muscular, la flexibilidad, la fuerza, la velocidad y la resistencia), demostrada con los movimientos versátiles y variados que deben ser realizados en distintos planos (nivel bajo/ elementos suelo, nivel medio y alto/ saltos) diferentes direcciones (delante, atrás, lateral, oblicuo) y con distinta dinámica de la ejecución.

La GEG es una actividad deportiva que requiere una participación multilateral del cuerpo. Se debe hacer que los niños practiquen en igual cantidad e intensidad cada elemento con ambas piernas y brazos, con el propósito de paliar o prevenir futuras lesiones en el raquis (Lisistkaya, 1995).

Los aspectos saludables deben estar representados a través de todos los elementos (equilibrios, saltos y movimientos corporales). En la composición las gimnastas mostrarán el trabajo bilateral del cuerpo con la variedad en el uso de los elementos y el trabajo de flexibilidad (figura II.14).

Debe orientarse hacia el respeto de los estadios evolutivos y centrarse en un desarrollo multilateral de las cualidades coordinativas y de carga físicas. Se ha de proponer a la gimnasta un programa lo más amplio y variado posible de ejercicios, apostando por un trabajo de mayor calidad, globalidad e intensidad.

La exigencia de bilateralidad es patente en el Reglamento y las penalizaciones sobre estos aspectos saludables en el valor artístico se encontrarán dentro del apartado de calidad gimnástica, con unas altas penalizaciones si se realizan movimientos prohibidos o existe carencia de trabajo bilateral, con un máximo de deducción de 0.70.

También existen unas deducciones por error en la composición de 0.10 cada vez en la que se penaliza entre otras cosas que las exigencias de bilateralidad para el grupo no estén claramente presentes (falta de empleo de la pierna no dominante en saltos y equilibrios).



Figura II.14. Equilibrio a una pierna.

En el Reglamento junior y senior las penalizaciones en cuanto a la calidad de las gimnastas difieren del infantil. La técnica de movimientos totales de la gimnasia estética de grupo se penaliza si la composición no corresponde a las habilidades de las gimnastas en un 0.20 y si no demuestran las habilidades, coordinación, control muscular, flexibilidad, fuerza, velocidad, resistencia se penaliza con un 0.30.

La práctica debe ser progresiva y continuada para que los efectos positivos se hagan aparentes, respetando los principios de unidad funcional, así como el trabajo multilateral asegurado en GEG por la obligatoriedad de éste en el Reglamento.

Las gimnastas deben captar e interpretar las informaciones que reciben, tomar las decisiones adecuadas a los requerimientos del medio, llevar a cabo los movimientos programados y tomar conciencia de lo que hacen y de lo que consiguen a través de la práctica (Martínez-Gallego, 2014).

Respecto al VALOR de EJECUCIÓN, las penalizaciones relacionadas con nuestro estudio, observadas en el Reglamento, son las siguientes:

En cuanto a los aspectos saludables, la penalización se aplica cada vez que los hombros y las caderas no estén en línea; la pierna de apoyo esté mal colocada con la cadera en anteversión; la forma de la posición y la postura sean incorrectas y las elevaciones mal realizadas. Si no existe trabajo bilateral también será penalizado por cada

área en el programa completo (diferentes movimientos corporales: delante, atrás y lateral, mínimo dos equilibrios y dos saltos con pierna no dominante).

Las penalizaciones relacionadas con la calidad gimnástica son de 0.10 cuando 1 o 2 gimnastas desarrollan una mala postura o extensiones insuficientes y 0.30 si son 3 o más.

Referida a la flexibilidad, cuando la técnica es pobre o existe carencia de control muscular se penaliza con 0.10 por área cuando es 1 o 2 gimnastas y 0.30 por área cuando son 3 o más.

En el reglamento junior y senior encontramos claramente definida la penalización por aspectos saludables, restando 0.1 por "cada vez" que los hombros y las caderas no estén en línea; la pierna de apoyo esté mal colocada o la forma de cada posición, la postura y las elevaciones estén incorrectamente realizadas. El Reglamento exige 2 equilibrios y 2 saltos mínimo con la otra pierna, por lo que si no existe trabajo bilateral será penalizado con un total de 0.80.

La calidad de las gimnastas tiene una penalización de 0.10 cada vez que ésta realice extensiones insuficientes y un 0.30 en el programa completo por una mala técnica en el movimiento total realizado.

Cuando existe una ligera carencia en las características físicas de alguna parte del cuerpo durante un elemento concreto, se penaliza con 0.10 cada vez que exista y 0.30 cuando la carencia persista durante toda la ejecución.

El reglamento pone especial atención a la progresión en el desarrollo de la técnica para la edad infantil con unos requerimientos adecuados al desarrollo músculo-esquelético de las niñas, y al trabajo dirigido a las mujeres a partir de 16 años. La edad media en la competición absoluta internacional oscila entre 25-30 años.

La diferencia entre la GEG y otras modalidades gimnásticas como la GRD se centra en que en GEG predomina la importancia de respetar los movimientos naturales y armónicos del tronco no debiéndose insistir en los ejercicios que precisan de una hiperextensión de espalda para su correcta ejecución como se exige en GRD (Martínez-Gallego y Rrodríguez-García, 2005).

En el reglamento de GEG se recogen penalizaciones que otorga la juez de valoración artística referida a la correcta técnica de ejecución de equilibrios, saltos y flexiones y extensiones del tronco. Las dificultades corporales exigidas respetan los

grados naturales de flexo-extensión del tronco no permitiendo grandes hiperextensiones del mismo. En el reglamento Infantil dirigido a la competición de niños entre 10 y 14 años indica prohibiciones expresas de movimientos que pueden causar lesiones y suponen sobrecargas en un aparato locomotor inmaduro (IFAGG, 2012).

La metodología para el trabajo de la flexibilidad en GEG es diferente a la GRD donde se exigen ejercicios concretos de hiperextensión de la espalda y las piernas, mientras que en GEG se consideran unos grados de extensión dentro del intervalo normal (135º piernas y 80º espalda), recogida en la realización de todos los movimientos corporales, saltos y equilibrios.

Se exige lateralidad, control postural y alineación de segmentos, y su mala ejecución o exceso en el uso, se penaliza en el apartado de ejecución y valor artístico.

Después del análisis de los reglamentos de dos modalidades gimnásticas de gran demanda social, especialmente dirigidas a mujeres, (Gimnasia Estética de Grupo y Gimnasia Rítmica Deportiva), se aprecian claras diferencias que identifican a la Gimnasia Estética de Grupo como un ejercicio físico que incide sobre el bienestar y el mantenimiento de las mujeres en la actividad deportiva saludable para toda la vida.

Seria necesario tomar conciencia como entrenadores sobre los elementos de hiperextensión que se realizan con la espalda en niños en edad de crecimiento (figura II.15).debido al alto riesgo de lesión que estos provocan, dando prioridad a una mayor variedad de elementos corporales, ejecutados en una postura correcta y que cumplan las exigencias de multilateralidad (Mata, 1999; Martin et al., 2001).

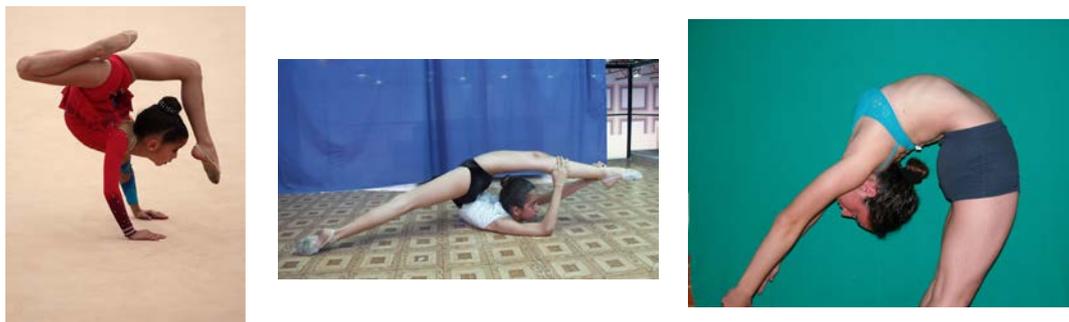


Figura II.5. Elemento corporal con hiperextensión lumbar.

II.5.4. Elementos técnicos potencialmente lesivos de la GEG.

La GEG pone su acento en la atención que se presta al conocimiento del cuerpo. Siendo objetivo prioritario la educación del esquema corporal diferenciándose en este aspecto de otros deportes.

Del enriquecimiento del esquema corporal depende la mejora de la postura, la óptima equilibración de las posibilidades de las localizaciones finas del movimiento y el control de las tensiones musculares (Martínez-Gallego, 2014).

Los elementos específicos de esta modalidad deportiva tienen la importancia de dirigir la atención hacia la totalidad del cuerpo mediante un extenso trabajo de la percepción de éste, especialmente sobre el eje corporal y la movilidad vertebral, como bases fundamentales de la aprehensión de la correcta postura corporal.

Destaca su preocupación exagerada por obtener la perfección y la exactitud de la forma en los ejercicios, con el fin de cuidar la postura de la columna vertebral.

La postura para Pastor Pradillo (1994), es “la adaptación favorable del esquema corporal al espacio mediante el mantenimiento de una disposición determinada de los distintos segmentos corporales. Por tanto, será el resultado de una determinada distribución tónica de la totalidad de los músculos que controlan y movilizan estos segmentos”. Para Kendall (1985), lo que determina la postura es “la composición de las posiciones de todas las articulaciones del cuerpo humano en todo momento”.

Un buen control postural posibilita el desarrollo de acciones motrices más eficientes y expresivas, previene desequilibrios articulares y problemas de la columna vertebral, que es la base sobre la que se asientan todos los aprendizajes posteriores en GEG y su fin último.

En la postura armónica se debe percibir cómo usar el cuerpo con economía de esfuerzo y eficacia mecánica. La actitud constituye un aspecto fundamental de la actividad motriz (Andújar y Santonja, 1996).

Hemos de tener en cuenta que la postura no sólo viene definida por situaciones estáticas, sino que es un concepto puramente dinámico, dada la infinidad de posiciones que se adquieren para conseguir cualquier objetivo (Andújar, 1992; Lapierre, 1996).

La postura económica en GEG hace referencia a la postura básica de la danza clásica, en la que el peso del cuerpo debe estar repartido de forma equitativa sobre todos los puntos de apoyo, con las caderas alineadas, realizando un trabajo muscular alargando hacia arriba la columna lumbar, dorsal y cervical, las piernas en rotación y extensión desde la cadera, exigiendo un trabajo bilateral que mejora la posición y la postura corporal (Joyce, 1987) (figura II.16).

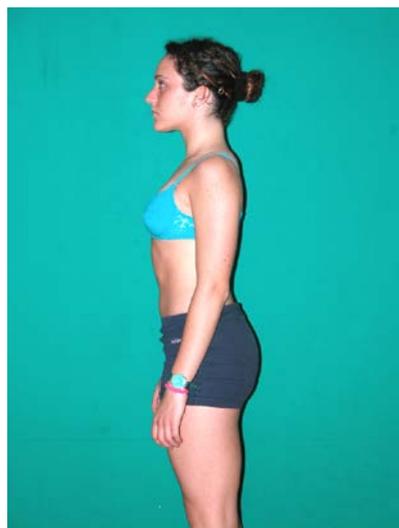


Figura II.16. Postura corporal básica.

La edad de comienzo, la asimilación de la técnica, las características anatómico-fisiológicas individuales y la metodología de entrenamiento son aspectos que van a condicionar la adaptación de la columna vertebral a la técnica de la GEG (Calais-Germain, 2010). Una inadecuada técnica, puede predisponer al incremento de las curvaturas durante la práctica continuada y aumentar el riesgo de lesión (Hald, 1992; Micheli, 1983).

En la GEG, como en la Danza, se requiere una amplitud de rotación externa coxofemoral (en deors) para realizar algunos de los movimientos. Una insuficiente rotación motiva un balanceo toraco-lumbar que consiste en un "sacar pecho" asociado a una leve flexión de cadera llamada "pelvic tilt" que producirá descompensaciones posturales (Gelabert, 1986; Hald, 1992; Hamilton et al., 1992).

Broner y Ojopfeitimi (2011) determinaron grandes diferencias angulares según la utilización de las extremidades inferiores en el movimiento, estableciendo dos categorías: anterior tilt y posterior tilt. También Gamboian et al. (2000) observaron una alta

variabilidad de la unidad pélvico-lumbar durante el desarrollo de las diferentes dinámicas en Danza, similares a las utilizadas en la Gimnasia Estética de Grupo. Fue Sparger (1949) quien advirtió que en algunas figuras de equilibrio (figura II.17. y II.18), cuando la técnica es inadecuada, existe un alto riesgo de aumentar la curvatura lumbar por encima de los grados de normalidad, cuando se flexiona la cadera de soporte por encima de los 60º, ya que el raquis lumbar suele invertirse considerablemente.

Aunque no se haya descrito minuciosamente cuál es la cinemática de la columna vertebral en los movimientos de GEG, sí se ha observado que existen patrones de movimientos de extensión vertebral muy reconocibles y de admirada vistosidad (figura II.19. y II.20.), pero que a veces, se realizan en situaciones de sobreesfuerzo y en condiciones límites.

Se conoce que la extensión del movimiento incrementa la lordosis lumbar por una pérdida de control del área lumbo-abdominal. Bejjani (1987) deduce que este hecho puede ser causante de dolor de espalda. Además, el intento de sobrepasar la extensión fisiológica máxima y de soportar continuos rangos de movimiento cercanos a sus límites, puede ocasionar alteraciones en el raquis de las gimnastas (Bejjani et al., 1990), y específicamente en zona lumbar (Luttgens y Wells, 1982).

Los riesgos de lesión al realizar estos elementos corporales deben minimizarse con el correcto aprendizaje de estos ejercicios. Además, será preciso que las gimnastas tengan en cuenta algunas pautas en el desarrollo de la sesión.

- El calentamiento específico y los ejercicios de movilidad articular de la columna vertebral serán claves para preparar las estructuras adecuadamente para soportar las cargas del entrenamiento o la competición.
- En ejercicios de hiperflexión que soliciten gran extensibilidad de la musculatura isquiosural, evitar las curvaturas anormales o forzadas del raquis.
- Antes de comenzar las hiperextensiones o hiperflexiones la gimnasta debe realizar un alargamiento de toda la espalda con el tronco en posición vertical y mantener este estiramiento durante todo el ejercicio hasta su posición final.
- Intervenir en la mejora de la postura corporal a través de una demostración de las posturas correctas, feed-backs, empleo de vídeo y las ayudas manuales (Handley, 1986).

- Fortalecer toda la musculatura del tronco, que incide sobre el mantenimiento de la correcta postura del raquis.
- Programar para el final de cada sesión un bloque de ejercicios de compensación con el fin de evitar desequilibrios musculares.

Este aprendizaje queda ampliamente recogido en los programas de GEG a través del trabajo de danza y el específico de técnica corporal, que se plantea siguiendo una progresión de dificultad, y que exigen movimientos de control postural en las distintas posiciones del cuerpo (bipedestación, flexión, extensión, sedentación, cuadrupedia, de rodillas, entre otras).

Así pues, las inferencias negativas que se presentan en la GEG van a ser de naturaleza técnica y educativa, dependientes de múltiples factores (bagaje pedagógico del entrenador, filosofía de la entidad donde se practica, entre otros), y no del deporte en sí mismo.



Figura II.17. Equilibrio en una pierna, pierna libre en la horizontal (min. 90°), frontal con inclinación hacia delante durante el equilibrio.



Figura II.18. Equilibrio en una pierna, pierna libre levantada estirada o doblada hasta la horizontal (90°), detrás (sin ayuda de las manos).



Figura. II.19. Equilibrios sobre una pierna, pierna libre levantada recta o doblada hacia atrás con la ayuda de una o dos manos.

Estos movimientos de hiperextensión también se pueden observar en algunos de los saltos como en el “Corzo”, “salto gato con extensión atrás” y en el salto zancada en círculo con flexión.



Figura II.20. Salto en “Corzo”.



Figura II.21. Salto Zancada en círculo con flexión.

III.

MÉTODO



III.1. METODOLOGÍA

III.1.1. Diseño

La presente investigación se ajusta a un diseño descriptivo correlacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2000).

III.1.1.1. Variables del diseño

Fueron estudiadas 12 variables.

Variables explicativas

Curvaturas en el plano sagital del raquis. Modificaciones establecidas en curvas sagitales del raquis tanto en bipedestación y sedentación (disposición estática) como en flexión máxima del tronco (disposición dinámica). En concreto se registraron las siguientes variables: a) Cifosis en bipedestación (grados); b) Lordosis en bipedestación (grados); c) Cifosis dorsal en sedentación asténica (grados); d) Cifosis lumbar en sedentación asténica (grados); e) Ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica (grados); f) Cifosis dorsal en posición test distancia dedos-planta (grados); g) Cifosis lumbar en posición test distancia dedos-planta (grados);

Movilidad raquídea. a) Flexión máxima en T5-T7; b) Máxima extensión en T5-T7.

Extensibilidad de la musculatura isquiosural. a) Test distancia dedos-planta (centímetros); b) Ángulo lumbo-horizontal en flexión (grados); c) Ángulo lumbo-vertical (grados).

Variables predictivas

Modalidad deportiva. Gimnasia estética de grupo, gimnasia rítmica y grupo control.

Grupos de edad establecidos. La división por grupos de edad se realizó teniendo en cuenta la edad de aparición de la menarquia.

Variables Contaminadoras

Los factores que pudieron distorsionar los resultados quedan representados por:

Variables de sujeto.

- Diferencias en las horas de entrenamiento a la semana de las gimnastas.
- Años de entrenamiento de las gimnastas.

Para controlar la posible contaminación que podían ejercer las horas y los años de entrenamiento, se calculó el volumen total de entrenamiento, multiplicando el número de horas semanales de entrenamiento por el número de años. A partir de conocer el volumen total de entrenamiento, se realizó una prueba t student para muestras independientes para analizar si existían diferencias entre los dos grupos de gimnastas. Tras el análisis de los resultados no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las modalidades de GEG y las de GRD ($t_{131} = -0.342$, $p = 0.733$), es decir, tanto las deportistas de GEG como las de GRD tenían un volumen de entrenamiento similar.

Variables externas.

Existen otra serie de variables en la presente investigación de más difícil control:

- Diferencias metodológicas en la aplicación del trabajo de entrenamiento para los distintos grupos de gimnastas.
- Postura corporal cotidiana que adopta cada sujeto.
- Diferencias entre las instalaciones donde se desarrollan los programas.

Las posibles variables contaminadoras fueron controladas en la medida de lo posible durante la selección de la muestra. Todas las gimnastas entrenaban con las mismas condiciones (pabellón con pista de parqué, tapiz, espalderas); en grupos que no excedían en ningún caso de 20 alumnas. En cuanto a la postura corporal cotidiana de cada gimnasta, durante el examen del aparato locomotor se les preguntó sobre su postura, observándose la misma durante la exploración.

Variables del experimentador

Uno de los posibles problemas de contaminación del estudio radica en la obtención de una buena fiabilidad en las medidas efectuadas de las variables dependientes en las pruebas. Para solucionar dicho problema fue seleccionado un experto en traumatología y ortopedia que presentaba un protocolo de intervención altamente normalizado.

Los resultados del estudio de fiabilidad en las mediciones con inclinómetro para los valores angulares para la curva dorsal y lumbar en bipedestación, sedentación asténica y flexión máxima del tronco vienen representados en la tabla III.1.

Tabla III.1. Valores medios de la población estudiada, para la disposición del raquis dorsal y lumbar en las tres posiciones estudiadas sin modificaciones de la postura.

Prueba	Explorador	Rango
Cifosis Bipedestación	44,03 ⁰ ±1,21 ⁰	1,83 ⁰ ±1,21 ⁰
Lordosis Bipedestación	33,60 ⁰ ±1,09 ⁰	1,75 ⁰ ±1,36 ⁰
Cifosis dorsal en Flexión máxima del tronco	51,50 ⁰ ±1,42 ⁰	2,25 ⁰ ±1,64 ⁰
Cifosis lumbar en Flexión máxima del tronco	8,25 ⁰ ±0,97 ⁰	1,25 ⁰ ±1,16 ⁰
Cifosis dorsal en Sedentación Asténica	77,40 ⁰ ±3,68 ⁰	5,67 ⁰ ±4,70 ⁰
Cifosis lumbar en Sedentación Asténica	16,36 ⁰ ±1,20 ⁰	1,83 ⁰ ±0,99 ⁰

En referencia a la fiabilidad intraexplorador, los valores obtenidos fueron iguales o superiores a 0,95. La medición de la cifosis torácica aporta mayor fiabilidad que la medición de la lordosis lumbar en bipedestación y en flexión máxima del tronco (tabla III.2). El grado de correlación para todas las variables fue *muy fuerte* al encontrarse todas en el intervalo de 0,90 a 1.

Tabla III.2. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los test de valoración del plano sagital de la columna vertebral.

VARIABLES	Fiabilidad Intraexplorador
Cifosis Bipedestación	0,99
Lordosis Bipedestación	0,95
Cifosis dorsal en Flexión máxima del tronco	0,96
Cifosis lumbar en Flexión máxima del tronco	0,96
Cifosis dorsal en Sedentación asténica	0,99
Cifosis lumbar en Sedentación asténica	0,95

De igual forma, se realizó un estudio de fiabilidad para los test de flexibilidad, siendo la fiabilidad de todos los test por encima de 0,90 (tabla III.3).

Tabla III.3. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los diferentes test de flexibilidad.

VARIABLES	Fiabilidad Intraexplorador
Test DD-P	0,92
Test L-V	0,91
Test L-H fx	0,94

III.2. MUESTRA

La muestra quedó constituida por un total de 255 sujetos divididos en tres grupos. El primer grupo quedó formado por 94 gimnastas especialistas en Gimnasia Estética de Grupo, seleccionadas aleatoriamente de clubes de competición de Estonia y Finlandia. El segundo grupo quedó formado por 82 gimnastas especialistas en Gimnasia Rítmica, seleccionadas aleatoriamente de clubes de competición de la Región de Murcia, Alicante y Albacete. La muestra fue completada con un grupo control de 79 niñas que no realizaban actividad física extraescolar (figura III.1). Los datos de estos dos últimos grupos fueron obtenidos del estudio de Martínez-Gallego (2004).

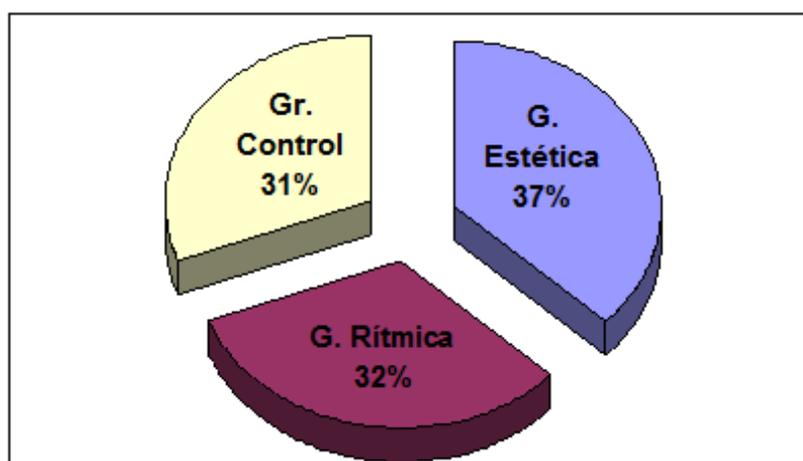


Figura III.1. Distribución de la muestra por grupos.

Todos los grupos fueron analizados en función de la edad (tabla III.4). El rango de edad oscilaba entre 10 y 18 años. Esta circunstancia se estableció con la intención de verificar las variaciones que se producen en los indicadores posturales seleccionados en dos de los momentos más importantes del desarrollo madurativo. Por un lado, niñas que se encuentran fundamentalmente en estado prepuberal y, por otro lado, chicas que se encuentran en estado puberal.

La edad media fue de $12,43 \pm 1,94$ años para el grupo de estética, $12,70 \pm 2,97$ años para las de rítmica y $12,34 \pm 3,26$ años para el grupo control.

Del mismo modo, los grupos de gimnastas fueron distribuidos en función de las horas y los años de entrenamiento (tabla III.5 y III.6).

Tabla III.4. Distribución de la muestra por grupos de edad

Grupo	Hasta 11 años	Entre 11 y 14 años	15 o más años	Total
Estética	14	67	13	94
Rítmica	23	38	21	82
Control	27	28	24	79
Total	64	133	58	255

La media de horas semanales de entrenamiento fue de $9,16 \pm 2,19$ para las gimnastas de rítmica y $5,44 \pm 2,83$ para las de estética. En la tabla III.5 se muestra la distribución de los casos por horas semanales de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Tabla III.5. Distribución de casos por horas semanales de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Grupos	De 6-7,4 horas	De 7,5-10 horas	Más de 10 horas
Gimnasia Estética	31	28	17
Gimnasia Rítmica	11	4	66

La media de años de entrenamiento fue de $7,26 \pm 2,49$ para las gimnastas de estética y $12,73 \pm 3,36$ para las de rítmica. En la tabla III.6 se muestra la distribución de los casos por años de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Tabla III.6. Distribución de casos por años de entrenamiento para los grupos de gimnastas.

Grupos	Hasta 3 años	3 a 5 años	Más de 5 años
Gimnasia Estética	11	18	62
Gimnasia Rítmica	30	23	29

III.2.1. Características madurativas de los sujetos de la muestra

Las diferentes características madurativas que definen a cada periodo evolutivo han determinado la división por grupos de edad de la muestra para su estudio. El grupo de menos de 10 años presentaba una media de 8,24 años, en el grupo de 11 a 14 años la media fue de 12,49 años, y para el grupo de niños de 15 o más años la media fue de 15,6 años.

Las niñas de 7 a 10 años pasan por un proceso de cambios morfológicos. En el transcurso de esta etapa es habitual un aumento de la talla, la diferenciación segmentaria y la maduración del sistema óseo y muscular. Las niñas de 11 a 14 años se encuentran en la etapa pre-puberal y puberal, presentan cambios físicos evidentes determinados por el desarrollo mamario, que se sitúa por término medio a los 11 años (Bueno et al., 1993) y la menarquia entre los 11 y 13 años. Se produce un crecimiento rápido, estableciéndose el pico sobre los 12 años en las niñas (Herrera et al., 1994). El grupo de 15 o más años se caracteriza por la madurez de todas las estructuras corporales y neurológicas, estabilizándose progresivamente el crecimiento.

Las diferencias de crecimiento entre ambos sexos son relativamente mínimas hasta los 11 años, después se acentúan; en las niñas: la estatura, el desarrollo predominante de la cintura pélvica y el tejido adiposo a nivel de senos, glúteos y caderas (Andrade et al., 1990).

La movilidad en el niño y adolescente, se ve determinada por el alargamiento óseo en desigualdad con el crecimiento muscular de los miembros inferiores y del tronco; con lo cual la flexibilidad se ve disminuida sobre todo entre los 11 a los 14 años (Andrade et al., 1990; Micheli, 1986; Tanner, 1962).

El periodo de tiempo entre los 11 a los 14 años es crítico, supone el paso de niña a adolescente. El trabajo muscular está condicionado por el crecimiento óseo del empuje prepuberal y puberal. Los músculos de los miembros inferiores y del tronco en particular, van a ser cortos para asumir el papel de estabilizadores y movilizadores de la pelvis (Micheli, 1986).

Así el fémur, va a crecer proporcionalmente al resto de los segmentos, poniendo en tensión, la musculatura circundante en particular al recto anterior y a la musculatura isquiosural (Micheli, 1986).

Estudios raquimétricos de la movilidad lumbo-pélvica-femoral han demostrado que la movilidad en este periodo de tiempo disminuye, debido a la tensión de los músculos flexores y extensores de la pelvis; por lo tanto, la flexión del tronco se ve disminuida (Micheli, 1986).

En el presente estudio, la talla media de las gimnastas de estética fue de $155,59 \pm 8,83$ y de $149,75 \pm 12,80$ cm. para las de rítmica. Mientras que el peso medio fue de $42,38 \pm 8,99$ y $39,9 \pm 10,69$ kg respectivamente. El grupo control presentó una talla media de $148,95 \pm 15,92$ cm. y un peso medio de $45,99 \pm 15,15$ kg.

Con relación a la altura de las niñas, es importante destacar que se encontraron diferencias significativas entre el grupo de gimnasia estética y los otros dos, siendo superior en el primero, seguramente por tratarse de países del este donde la media de altura de las personas es superior (tabla III.7). Se observó también significación estadística en cuanto al peso, con valores más bajos para las gimnastas de rítmica en relación al grupo control (tabla III.8).

Tabla III.7. Datos descriptivos correspondientes a la talla de los sujetos de la muestra

Grupos	Diferencias	Error Típico	Valor p
Estética-Rítmica	5,83755	1,91043	,007
Estética-Control	6,63068	1,92971	,002
Rítmica-Control	,79313	1,99314	1,000

Tabla III.8. Datos descriptivos correspondientes al peso de los sujetos de la muestra

Grupos	Diferencias	Error Típico	Valor p
Estética-Rítmica	2,47527	1,78500	,500
Estética-Control	-3,61714	1,9703	,136
Rítmica-Control	-6,09241	1,85717	,004

III.2.2. Características del contexto social donde se desarrolla la investigación

Las gimnastas de GEG entrenaban de 6 a 12 horas semanales, distribuidas en 4 ó 6 sesiones de 90 a 120 minutos de duración, en pabellones cubiertos con pista de parqué. Todas ellas participaban en competiciones federadas de ámbito nacional e internacional.

En cuanto a las gimnastas de GRD de competición, entrenaban entre 8 y 15 horas por semana, en 4 ó 6 sesiones de 120 a 150 minutos de duración, en pabellones cubiertos con pista de parqué. Todas ellas participaban en competiciones federadas de ámbito nacional.

Los entrenamientos, los realizaban técnicos deportivos especialistas en GEG y GRD, titulados por la Asociación Internacional de GEG y la Federación Española de Gimnasia, respectivamente.

III.3. PROCEDIMIENTO

El estudio fue aprobado por el Comité Ético y de Investigación de la Universidad de Murcia. Los padres/tutores y las deportistas fueron informados de los objetivos y métodos del estudio y se obtuvo un consentimiento informado.

La hora del día en la que se realizaron las mediciones fue estandarizada, de modo que todas las mediciones se llevaron a cabo en el mismo rango horario, debido a que algunos estudios han observado diferencias en el rango de movimiento sagital según la hora del día, siendo por la mañana más reducido debido al estado de hidrofilia de los discos intervertebrales (Ensink et al., 1996; Dolan y Adams, 2001).

Las gimnastas de GEG se valoraron en dos momentos diferentes. Para medir a las gimnastas de Estonia, se aprovechó una competición nacional de GEG que tuvo lugar en Estonia y para medir a las gimnastas de Finlandia se aprovechó el Campeonato del Mundo de GEG que se celebró en España.

Las pruebas de evaluación fueron realizadas por un especialista experimentado y las gimnastas fueron pasando el reconocimiento de forma variable y alternada. Se efectuó en horario de mañana antes los entrenamientos previos a las competiciones. Las gimnastas no realizaron ejercicios de activación o estiramientos antes de la medición, ni durante la misma. Las gimnastas fueron examinadas en maillot y descalzas. Todas las

medidas fueron tomadas durante la misma sesión de valoración y bajo la misma temperatura ambiente (25° C).

Previamente a las mediciones, se localizó y marcó la apófisis espinosa de T₁₂ para diferenciar la transición entre la curva torácica y lumbar. Posteriormente y de forma aleatoria se realizaron las pruebas de valoración de la disposición sagital del raquis, la movilidad raquídea, la extensibilidad isquiosural y las mediciones antropométricas.

III.4. INSTRUMENTOS y TESTS DE VALORACIÓN

En la presente investigación fueron establecidas una serie de pruebas de valoración. Dichos tests de evaluación fueron desarrollados por el mismo examinador. El examinador era un especialista experimentado en la realización del estudio del aparato locomotor.

III.4.1. Valoración de la disposición sagital del raquis en bipedestación

Se realizó una medición de las curvaturas sagitales dorsal y lumbar con inclinómetro a través de las técnicas de intervención descritas por Willner (1981), Mellin (1986), Öhlen et al. (1989a) y Mellin y Pousa (1992).

La niña se colocaba de forma relajada en su actitud habitual de bipedestación; las piernas extendidas, pies separados como máximo a la anchura de los hombros, brazos colgando a ambos lados del tronco, con hombros relajados y mirada al frente. La colocación del inclinómetro se estableció al inicio de la curvatura torácica (coincide generalmente con T₁-T₃, colocándose en esta posición a 0° (figura III.2) y a continuación se contorneaba el perfil de la espalda hasta la zona donde se obtenía el mayor valor angular (final de la curvatura cifótica) generalmente coincidente con T₁₂-L₁ (figura III.3). La medición de la lordosis lumbar, se realizaba desde la zona en la que se determinaba el mayor grado de cifosis dorsal, punto donde se colocaba el inclinómetro a 0° (figura III.4), después se controneaba el perfil de la espalda hasta obtener el máximo valor angular de la curvatura lumbar que suele coincidir en L₅-S₁ (figura III.5).

Para clasificar la cifosis dorsal y la lordosis lumbar se utilizaron los siguientes intervalos (Santonja y Pastor, 2000): Rectificación: <20°; Normal: 20°-40°; Hiper cifosis e Hiperlordosis: >40°.



Figura III.2. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la cifosis.



Figura III.3. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la cifosis.



Figura III.4. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la lordosis.



Figura III.5. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la lordosis.

III.4.2. Valoración de la disposición sagital del raquis en sedentación asténica

El análisis del morfotipo raquídeo en sedentación es importante porque complementa el diagnóstico que se realiza en bipedestación, pudiendo catalogar mejor la posible patología y, por lo tanto, hacer un protocolo de tratamiento o de prevención más adecuado.

La valoración de la sedentación fue efectuada al medir las curvas sagitales dorsal y lumbar mediante inclinómetro y la disposición de la pelvis mediante el ángulo L-H SA.

Para evaluar en sedentación asténica (SA) se sentaba a la niña sobre la camilla con las piernas colgando y las rodillas flexionadas a 90°. Se solicitaba que se sentase en posición relajada, momento en el cual se tomaba registro de los diferentes valores con el inclinómetro (figura III.6).



**Figura II.6. Estudio del morfotipo en sedentación asténica.
Valoración con inclinómetro.**

Hay que tener en cuenta que la sedentación asténica es una posición en la cual se precisa la relajación de la musculatura postural y, para ello, era necesario no mostrar nuestra intención de medirla, ya que se podría producir una corrección involuntaria.

Se utilizó como criterio para categorizar la cifosis dorsal y la curva lumbar la propuesta de Rodríguez-García (1998). Para la cifosis dorsal: Normal: $<41^{\circ}$; Cifosis leve: 41° - 60° ; Cifosis moderada: $>60^{\circ}$. Para la curva lumbar: Normal: $0\pm 15^{\circ}$; Cifosis leve: 16° - 25° ; Cifosis moderada: $>25^{\circ}$.

Medición del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica (L-H SA)

Para la valoración de la disposición de la pelvis se utilizó el ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica (L-H SA), que se obtiene al medir el ángulo generado por la horizontal y la línea más caudal de la región lumbo-sacra (Santonja et al., 1994).

Se considera de gran interés el estudio del L-H SA, ya que traduce la incompetencia de la pelvis para mantener su verticalidad en posiciones de sedentación (Santonja et al., 1995a). Para la medición se apoya una rama de goniómetro directamente las espinosas de L₅-S₁, mientras la otra rama del goniómetro se dispone horizontalmente, calculándose en este sentido el ángulo suplementario (figura III.7). Se tomaron como referencia los siguientes límites empleados por Santonja et al (1995c): Normal: 80° - 100° ; Leve retroversión: 101° - 114° ; Marcada retroversión: $>115^{\circ}$.



Figura III.7. Ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica (L-H SA).

III.4.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis

La valoración “dinámica” del raquis es un complemento esencial para confirmar las sospechas de estructuración determinadas en el estudio en bipedestación (Bado, 1977). Para valorar la disposición sagital del raquis de forma dinámica se estudió la disposición de las curvas raquídeas durante la flexión del tronco.

El estudio de la disposición del raquis durante la flexión del tronco tiene importancia por ser una de las posiciones, junto con la extensión, que más adoptan las gimnastas durante los entrenamientos, pudiendo tener una notable influencia en el desarrollo de la morfología raquídea (Scrutton, 1991).

Valoración del raquis en flexión máxima del tronco mediante inclinómetro

Para la valoración de la disposición dinámica de la columna vertebral se utilizó la posición del test DD-P. La explorada se colocaba en la camilla sentada con las piernas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillo de 90°. Desde esa posición realizaba una flexión máxima del tronco, momento en el que se cuantificaban las curvas dorsal y lumbar. Para la medición de la cifosis dorsal el inclinómetro se colocó al inicio de la curvatura torácica (T₁-T₃), colocándolo a 0° (figura III.8), a continuación se colocó en T₁₂-L₁, obteniendo el grado de la cifosis dorsal. La curva lumbar, se cuantificó colocando el inclinómetro en T₁₂-L₁ a 0° y, a continuación en L₅-S₁ (figura III.9).

Para categorizar los morfotipos se utilizaron los valores propuestos por Rodríguez-García (1998).

Cifosis dorsal: Normalidad: <68°; Cifosis Leve: 68°- 76°; Cifosis moderada: >76°.

Cifosis lumbar: Normalidad: 10°-29°; Cifosis leve: 30°-39°; Cifosis moderada: ≥40°.



Figura III.8. Medición con inclinómetro de la curva dorsal en posición del test DD-P.



Figura III.9. Medición con inclinómetro de la curva lumbar en posición del test DD-P.

III.4.4. Valoración de la movilidad sagital global del raquis

Valoración de la flexión máxima del tronco con inclinómetro en T₅ y T₇

Para la valoración de la flexión máxima del tronco se la gimnasta partía de la “postura neutral o punto 0” en bipedestación. A continuación se colocaba el inclinómetro a 0° sobre T₅-T₇ (Gannon y Bird, 1999) y se le pedía que flexione al máximo el tronco midiendo la flexión máxima del raquis (figura III.10).



Figura III.10. Movilidad de flexión máxima del Tronco en T₅-T₇

Valoración de la extensión máxima del tronco con inclinómetro en T₅ y T₇

Para la valoración de la extensión máxima del tronco la gimnasta se colocaba tumbada en la camilla en posición decúbito prono y con ambas manos a la altura de los hombros. Con el inclinómetro a 0° en T₅-T₇ la gimnasta debía estirar al máximo los brazos llevando su espalda hacia atrás al máximo sin despegar el pubis de la camilla (Gannon y Bird, 1999; Gómez-Lozano, 2007) (figura III.11).



Figura III.11. Movilidad global de extensión del tronco en T₅-T₇.

III.4.5. Valoración de la extensibilidad de la musculatura isquiosural

Para evaluar la extensibilidad isquiosural, se describen en la bibliografía diferentes pruebas que se clasifican en test de recorrido angular (Ayala et al., 2012) y tests de recorrido lineal (Sainz de Baranda et al., 2012). En la presente investigación, se utilizaron una prueba lineal (test DD-P) y dos pruebas que valoran el grado de flexión de la pelvis (L-H fx y L-V) (Santonja et al., 1994, 1995c).

III.4.5.1. Tests lineales

Los tests lineales, son más utilizados como criterio de evaluación en el ámbito escolar y en el campo deportivo (Rodríguez-García y Santonja, 2001), y aunque existen excelentes correlaciones entre ellos ($r=0.94$), numerosos autores se decantan por el uso del test DD-P (Cornbleet y Woolsey, 1996; Ferrer, 1998; Kippers y Parker, 1987; Peña, 2010; Pastor, 2000; Rodríguez-García, 1998; Sainz de Baranda, 2002; Santonja et al., 1995b) debido a una serie de causas fundamentales:

- Presenta una mayor fiabilidad interexplorador y una mejor correlación con el test EPR, que se explica por la contracción refleja muscular que tiene lugar en el DD-S debida a la acción de la gravedad (Ferrer, 1998).
- La posición de sedentación elimina el balanceo posterior y permite un mejor control de la posición de la rodilla y la pelvis (Cornbleet y Woolsey, 1996).

- Es más fácil su realización y se obtiene una mayor colaboración en personas con poco equilibrio, sobre todo si el test DD-S se realiza sobre un cajón de exploración (Kippers y Parker, 1987).
- Es más fiable debido a una menor variabilidad en los resultados particularmente en los grupos de adolescentes de mayor edad (Kuo et al., 1997).

Test de Distancia Dedos-Planta (DD-P)

Para el desarrollo de esta prueba las gimnastas se sentaron sobre una camilla con las rodillas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillos de 90°. Desde esta posición realizaban la máxima flexión del tronco extendiendo los brazos hacia delante para sobrepasar los dedos de los pies. Un explorador auxiliar fijaba las rodillas en extensión. Las palmas de las manos se deslizaban sobre la regla hasta el máximo alcance, manteniéndose esta posición tres segundos midiéndose la distancia. Si la niña no superaba la línea de la planta de los pies, se medía la distancia existente hasta los mismos, considerándose en este caso registros negativos. La medición se realizó en centímetros (Santonja et al., 1995a; Ferrer et al., 1996) (figura III.12).



Figura III.12. Test de Distancia Dedos-planta

Para categorizar los valores de extensibilidad isquiosural se utilizó la clasificación propuesta por Ferrer (1998): Normalidad: >-2 cm; Cortedad grado I: Entre -3 y -9 cm; Cortedad grado II: <-10 cm.

III.4.5.2. Tests de flexión de la pelvis

Suponen una cuantificación de la disposición de la pelvis (Santonja et al., 1994, 1995b). En la presente investigación fueron realizados el test del ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx) y el test del ángulo Lumbo-Vertical (L-V).

Test Lumbo-Horizontal en flexión (L-H fx)

Para realizar el test L-H fx, la gimnasta se sentada sobre la camilla con las rodillas extendidas y pies juntos con una flexión de tobillos de 90°. Desde esta posición realizaban la máxima flexión del tronco con brazos estirados, como si fuera a realizar el test DD-P (figura III.13). Tras colocar una de las ramas del goniómetro sobre las espinosas L₅-S₁ y mantener la otra en posición horizontal se obtenía el ángulo (Santonja et al., 1994).



Figura III.13. Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx)

Para clasificar la extensibilidad isquiosural mediante el test L-H fx se consideraron los siguientes valores de referencia (Santonja et al., 1995b): Normalidad: <100°; Cortedad grado I: 101°-114°; Cortedad grado II: ≥115°.

Test Lumbo- Vertical (L-V)

Para realizar el test del ángulo L-V, la gimnasta se colocaba de pie sobre un cajón con rodillas extendidas y pies separados como máximo a la anchura de los hombros. Realizaba una máxima flexión del tronco sin flexión de rodillas y con los brazos y palmas de las manos extendidas en dirección hacia la planta de los pies, como si fuera a realizar

la prueba test distancia dedos-suelo (Biering-Sorensen, 1984). Una vez que alcanzaba la máxima distancia, se medía con un goniómetro el ángulo generado entre la vertical y las espinosas L₅-S₁ (Santonja et al., 1994) (figura III.14).

Para clasificar la extensibilidad isquiosural tomamos como referencia los valores aportados por Santonja y Ferrer (2000): Normalidad: $\geq 60^\circ$; Cortedad: $< 60^\circ$.



Figura III.14. Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)

III.4.6. Mediciones antropométricas

Talla

Para determinar la talla, se colocaba a las gimnastas en bipedestación de espaldas al tallímetro, guardando la posición de atención antropométrica con talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro. En esta posición, se invitaba a realizar una inspiración profunda en el momento de la medida y se efectuaba una leve tracción hacia arriba desde el maxilar inferior, manteniendo la cabeza en el plano de Frankfort (Esparza, 1993).

El plano de Frankfort queda definido por la línea imaginaria que pasa por el borde inferior de la órbita <<O>> (Orbitalis) y el punto más alto del conducto auditivo externo <<T>> (Tragion). Esta línea es paralela al suelo y forma un ángulo recto con el eje longitudinal del cuerpo.

Peso

Para calcular el peso, se colocaba a la gimnasta sobre una báscula electrónica (romana con una precisión de 100 gr.) (Ross y Marfell-Jones, 1995). La gimnasta se colocaba en el centro de la báscula en posición estándar erecta y de espaldas al registro de medida, sin que el cuerpo esté en contacto con nada que tenga alrededor.

La talla se midió en centímetros (cms.) y el peso en kilogramos (kg.) (Howley y Franks, 1995).

III.5. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS

Para el análisis de los resultados, se realizó una estadística descriptiva de cada una de las variables dependientes con la obtención de los valores medios y desviación típica. Asimismo, se realizó un análisis de la distribución de frecuencias en función de las referencias de normalidad.

En segundo lugar, con el objeto de poder establecer posibles diferencias entre las diferentes variables dependientes, en función de las variables independientes (modalidad deportiva y grupos de edad), se utilizó un análisis de la varianza factorial (3x3), utilizando para las comparaciones *post hoc* el test de Bonferroni.

En tercer lugar, para poder comparar los valores de las variables dependientes según los valores de normalidad (variables categóricas) en cada una de las modalidades deportivas, se utilizó la prueba Chi cuadrado de Pearson, analizando los residuos tipificados.

Finalmente, se utilizó el análisis de regresión lineal simple, para analizar la posible relación entre la variable volumen de entrenamiento con las diferentes variables dependientes.

Para determinar la fiabilidad intra-explorador en las mediciones con inclinómetro y en los test de flexibilidad, se utilizó el coeficiente de correlación intraclase (ICC) y sus intervalos de confianza al 95%, siguiendo la fórmula descrita por Shrout y Fleiss (1979).

Todos los datos fueron analizados usando el SPSS 19.0 y el nivel de significación se estableció en un valor de $p < 0,05$.

IV.

RESULTADOS



IV.1. DISPOSICIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

IV.1.1. Valoración de la disposición estática del raquis

IV.1.1.1. En bipedestación

❖ Grado de cifosis en bipedestación medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis en bipedestación quedan reflejados en la tabla IV.1.

Cuando se analizó el **Grado de Cifosis en Bipedestación** en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se apreciaron **diferencias** estadísticamente significativas **según la modalidad deportiva** ($F_{2,254}=7.322$, $p=.001$), mientras que en la variable Edad ($F_{2,254}=.063$, $p=.939$), y en la interacción Modalidad x Edad ($F_{4,254}=.269$, $p=.898$) no se observaron diferencias significativas.

Tabla IV.1. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en bipedestación

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	29,3±9,7 ⁰	30±8,3 ⁰	28,89±9,32 ⁰	30,3±13,9 ⁰	.863
Rítmica	28,3±7,4 ⁰	28,2±8,1 ⁰	29,18±7,54 ⁰	27±6,5 ⁰	.668
Control	33,5±9,3 ⁰	34,1±9,8 ⁰	33,43±8,49 ⁰	33±9,9 ⁰	.911
Total	30,3±9,1 ⁰	31±9,2 ⁰	29,9±8,8 ⁰	30,2±10 ⁰	.939
P Valor	.001	.059	.074	.085	

El mayor grado de cifosis se observó en el grupo control, seguido del grupo de GEG y del grupo de GRD, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=7.322$, $p=.001$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GEG y el grupo de grupo control ($p=.044$), así como entre la GRD y el grupo control ($p=.001$).

Cuando se analiza el grado de cifosis en función del rango de edad, se observa que en sujetos menores de 11 años, el grupo que mayor cifosis tiene es el grupo control, seguido del grupo de GEG y del grupo de GRD, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,246}=2.858$, $p=.059$). Al analizar las comparaciones por pares,

únicamente se apreciaron tendencias a la significación estadística entre la GRD y el grupo control ($p=.065$).

Al analizar el rango de edad entre 11-14 años, se observa que el grupo que mayor cifosis tiene vuelve a ser el grupo control, seguido del grupo de GRD y del grupo de GEG, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,246}=2.638$, $p=.074$). Al analizar las comparaciones por pares, únicamente se apreciaron tendencias a la significación estadística entre el grupo de GEG y el grupo control ($p=.085$).

Finalmente, al analizar el grupo de 15 años o más, se aprecia que el grupo que mayor cifosis tiene es el grupo control, seguido del grupo de GEG y del grupo de GRD, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,246}=2.495$, $p=.085$). Al analizar las comparaciones por pares, únicamente se apreciaron tendencias a la significación estadística entre el grupo de GRD y el grupo control ($p=.079$).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar los resultados de forma individual por modalidades, no se observan diferencias significativas en ninguno de los tres grupos ($F_{2,246}=.147$, $p=.863$; $F_{2,246}=.405$, $p=.668$; $F_{2,246}=.093$, $p=.911$).

En la tabla IV.2 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad de Cifosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y la modalidad deportiva (X_4 $N=255$, $=23.670$, $p=.000$). En concreto se aprecia que el **grupo de GEG**, tiene una **mayor** tendencia a **sujetos con rectificación**, mientras que el **grupo control** a **sujetos con hipercifosis**.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, tanto en el grupo menor de 11 años como en el grupo de 15 o más años, no se encuentran relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva (X_4 $N=64$, $=7.597$, $p=.108$, y X_4 $N=59$, $=7.079$, $p=.132$ respectivamente).

Por el contrario, al analizar el grupo de edad de entre 11-14 años, se observan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva (X_4 $N=132$, $=12.819$, $p=.012$). En concreto se aprecia que el grupo de GEG, tiene una mayor tendencia a la rectificación, mientras que el grupo control a la hipercifosis.

Tabla IV.2. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en bipedestación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS BIP.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Rectificación: <20°	22 (23,4%)	12 (14,6%)	4 (5,1%)
	Normal: 20°-40°	63 (67%)	66 (80,5%)	56 (70,9%)
	Hipercifosis: >40°	9 (9,6%)	4 (4,9%)	19 (24,1%)
Menos de 11 años	Rectificación: <20°	1 (7,1%)	4 (17,4%)	1 (3,7%)
	Normal: 20°-40°	12 (85,7%)	18 (78,3%)	19 (70,4%)
	Hipercifosis: >40°	1 (7,1%)	1 (4,35)	7 (25,9%)
Entre 11-14 años	Rectificación: <20°	17 (25,8%)	4 (10,5%)	1 (3,6%)
	Normal: 20°-40°	43 (65,2%)	31 (81,6%)	20 (71,4%)
	Hipercifosis: >40°	6 (9,1%)	3 (7,9%)	7 (25%)
15 o más años	Rectificación: <20°	4 (28,6%)	4 (19%)	2 (8,3%)
	Normal: 20°-40°	8 (57,1%)	17 (81%)	17 (70,8%)
	Hipercifosis: >40°	2 (14,3%)	0 (0%)	5 (20,8%)

En la figura IV.1, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

CIFOSIS DORSAL EN BIPEDESTACIÓN

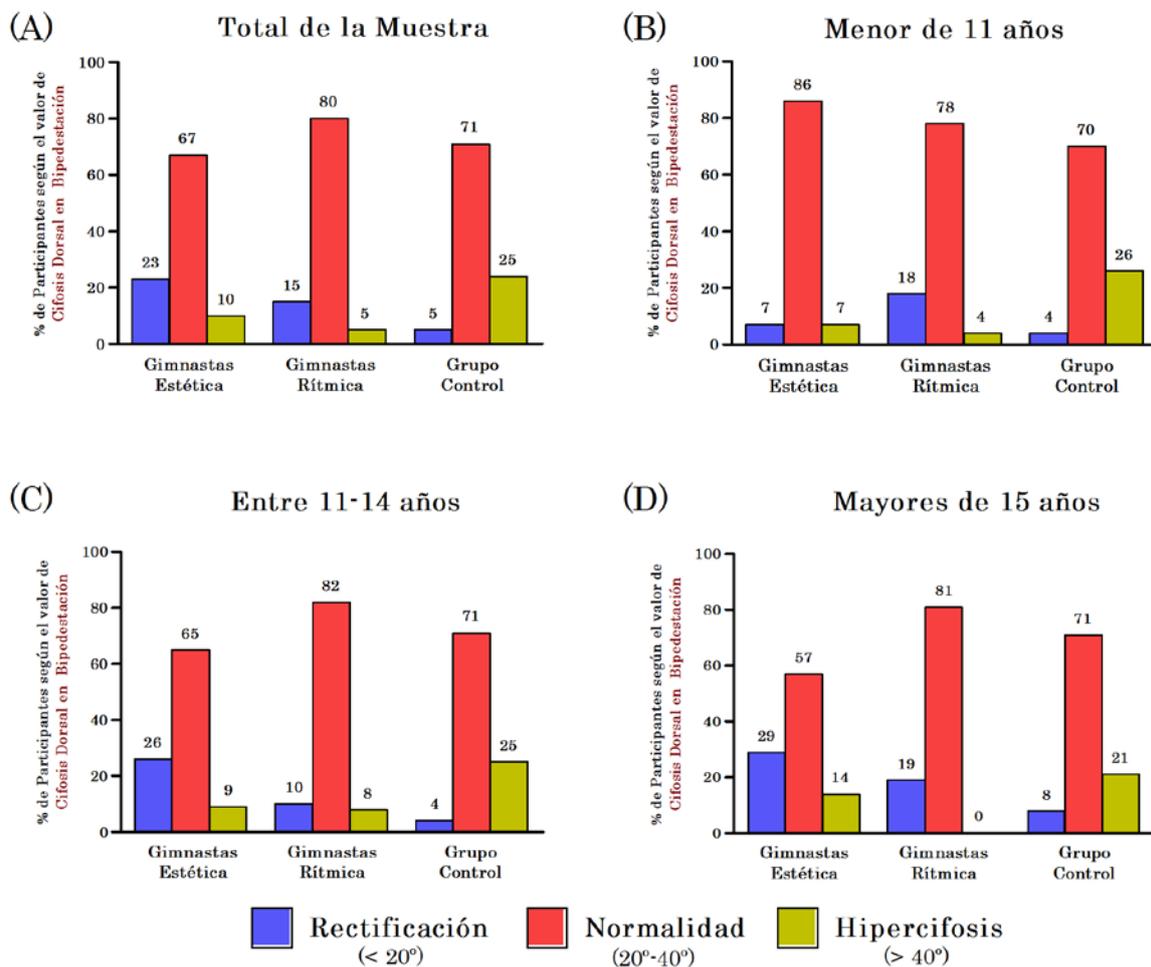


Figura IV.1. Porcentaje según los valores de normalidad de la Cifosis Dorsal en Bipedestación

❖ Grado de lordosis en bipedestación medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de Lordosis en Bipedestación quedan reflejados en la tabla IV.3.

Cuando se analizó el **grado de Lordosis en Bipedestación** en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se apreciaron **diferencias** estadísticamente significativas según **la Edad** ($F_{2,254}=7.876$, $p=.000$) y una tendencia a la significación según la modalidad deportiva ($F_{2,254}=3.037$, $p=.050$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,254}=.481$, $p=.750$).

Tabla IV.3. Datos descriptivos del grado de lordosis en bipedestación

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	32,9±8,5 ⁰	28±6,8 ⁰	33,3±8,4 ⁰	36,4±9,2 ⁰	.034
Rítmica	35,9±8,7 ⁰	33,8±9,4 ⁰	35,3±8 ⁰	39,2±8,6 ⁰	.104
Control	35,4±9,2 ⁰	32,3±9,6 ⁰	36,6±7,6 ⁰	37,5±9,9 ⁰	.065
Total	34,6±8,9 ⁰	31,9±9,1 ⁰	34,5±8,2 ⁰	37,8±9,2 ⁰	.000
P Valor	.050	.165	.159	.662	

El mayor grado de lordosis se observó en el grupo de GRD, seguido del grupo control y del grupo de GEG, apreciándose tendencias a la significación estadística ($F_{2,254}=3.037$, $p=.050$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron tendencias a la significación estadística entre la GEG y la GRD ($p=.057$).

Cuando se analiza el grado de lordosis en función del rango de edad, se observa que para sujetos menores de 11 años, el grupo que mayor lordosis tiene es el grupo de GRD, seguido del grupo control y del grupo de GEG, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=2.029$, $p=.165$).

Al analizar el rango de edad entre 11-14 años, se observa que el grupo que mayor lordosis tiene es el grupo control, seguido del grupo de GRD y del grupo de GEG, no apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=1.650$, $p=.159$). Finalmente, al analizar el grupo de 15 o más años, se aprecia que el grupo que mayor lordosis tiene es el grupo de GRD, seguido del grupo control y del grupo de GEG, si bien no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=.483$, $p=.662$).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar los resultados de forma individual por modalidad, se observa en los tres grupos un aumento de la lordosis con la edad. De tal forma que, en el grupo de GEG el valor de lordosis mayor se observa en el grupo de 15 o más años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de < 11 años, apreciándose diferencias significativas ($F_{2,246}=3.441$, $p=.034$), concretamente entre los menores de 11 años y los de 15 años o más años ($p=.033$).

En el grupo de GRD y el grupo control, la tendencia es similar aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{2,246}= 2.289$, $p=.104$; $F_{2,246}=2.761$, $p=.065$).

En la tabla IV.4 se aprecian el **número de casos** y el **porcentaje** de sujetos objeto de estudio, según los valores de normalidad de Lordosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de lordosis y modalidad deportiva ($X_4 N=255$, $=11.333$, $p=.023$). En concreto se aprecia que el **grupo de GRD**, tiene una **mayor** tendencia a sujetos con **hiperlordosis**, al contrario de lo que sucede con la GEG que es donde menos casos aparecen.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad no se encuentran relaciones estadísticamente significativas entre los valores de lordosis y modalidad deportiva ($X_4 N=64$, $=4.822$, $p=.306$, $X_4 N=132$, $=5.699$, $p=.223$ y $X_4 N=59$, $=3.058$, $p=.548$).

En la figura IV.2, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Lordosis en Bipedestación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizado.

Tabla IV.4. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de lordosis en bipedestación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE LORDOSIS BIP.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Rectificación: <20°	6 (6,4%)	3 (3,7%)	9 (11,4%)
	Normal: 20°-40°	73 (77,7%)	51 (62,2%)	50 (63,3%)
	Hiperlordosis: >40	15 (16%)	28 (34,1%)	20 (25,3%)
Menos de 11 años	Rectificación: <20°	2 (14,3%)	2 (8,7%)	5 (18,5%)
	Normal: 20°-40°	12 (85,7%)	17 (73,9%)	16 (59,3%)
	Hiperlordosis: >40	0 (0%)	4 (17,4%)	6 (22,2%)
Entre 11-14 años	Rectificación: <20°	3 (4,5%)	1 (2,6%)	2 (7,1%)
	Normal: 20°-40°	53 (80,3%)	24 (63,2%)	20 (71,4%)
	Hiperlordosis: >40	10 (15,2%)	13 (34,2%)	6 (21,4%)
15 o más años	Rectificación: <20°	1 (7,1%)	0 (0%)	2 (8,3%)
	Normal: 20°-40°	8 (57,1%)	10 (47,6%)	14 (58,3%)
	Hiperlordosis: >40°	5 (35,7%)	11 (52,4%)	8 (33,3%)

LORDOSIS LUMBAR EN BIPEDESTACIÓN

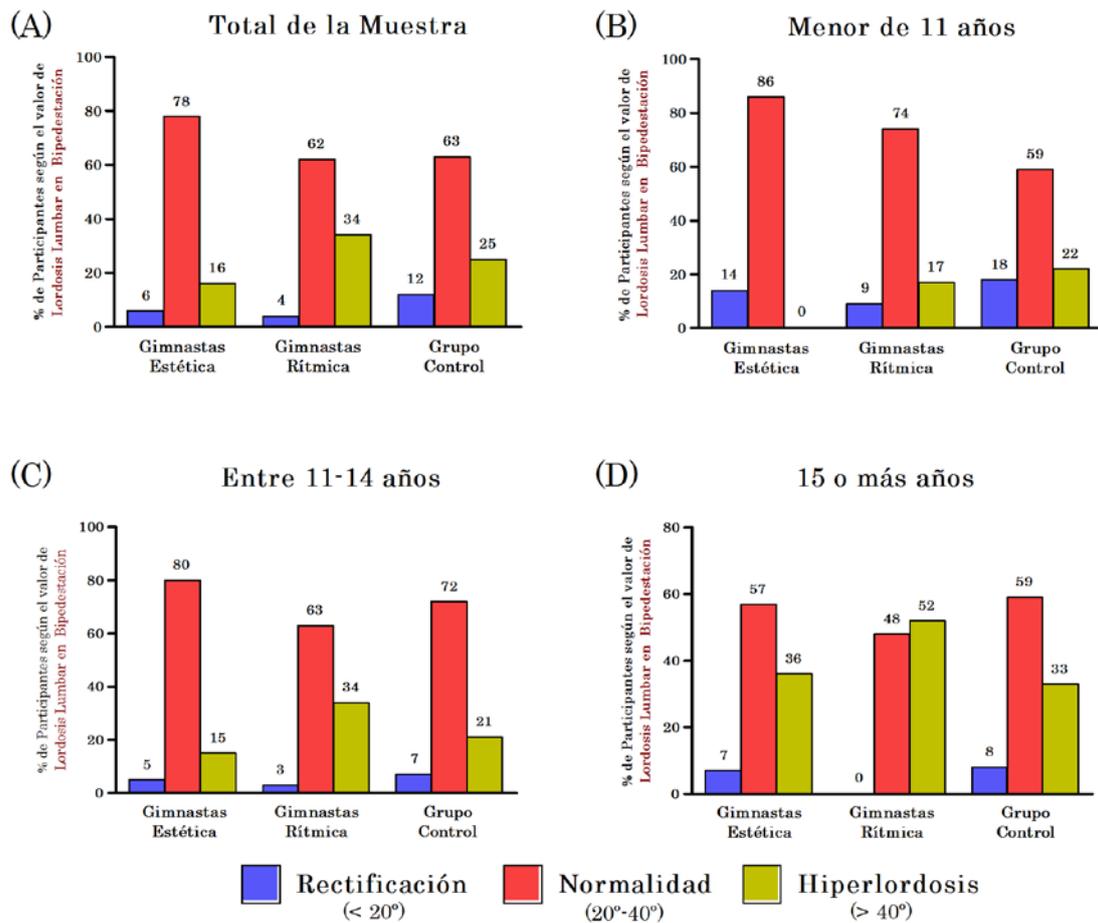


Figura IV.2. Porcentaje según los valores de normalidad en Lordosis en Bipedestación

IV.1.1.2. EN SEDENTACIÓN

❖ Grado de cifosis dorsal en sedentación asténica con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis dorsal en sedentación quedan reflejados en la tabla IV.5.

Cuando se analiza el **Grado de Cifosis Dorsal en Sedentación** en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se apreciaron **diferencias estadísticamente significativas** según la **modalidad deportiva** ($F_{2,252}=2.016$, $p=.000$) y **según** la variable **Edad** ($F_{2,252}=6.592$, $p=.002$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,252}=.153$, $p=.962$).

El grupo que mayor cifosis dorsal presenta en sedentación es el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,252}=12.016$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y los otros dos ($p=.000$).

Tabla IV.5. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en sedentación

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	47,8±12,93 ⁰	51,6±9,6 ⁰	48,1±13,1 ⁰	43±14 ⁰	.139
Rítmica	38,5±10,47 ⁰	41,3±13,1 ⁰	39,4±8,6 ⁰	34±9,2 ⁰	.101
Control	39,6±11,59 ⁰	43,6±9,9 ⁰	38,8±11,8 ⁰	36±12,2 ⁰	.061
Total	42,3±12,5 ⁰	44,5±11,6 ⁰	43,6±12,6 ⁰	37±12 ⁰	.002
P Valor	.000	.027	.000	.073	

Cuando se analiza el grado de cifosis en sedentación en función de la edad, se observa que en el rango de edad para sujetos menores de 11 años, el grupo que mayor cifosis dorsal presenta es el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=3.648$, $p=.027$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GEG y la GRD ($p=0.27$).

Al analizar el rango de edad entre 11-14 años, se observa que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de GRD y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=9.741$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y los otros dos ($p=.001$).

Finalmente, al analizar el grupo de 15 o más años, se aprecia que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene sigue siendo el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, si bien solo se apreció una tendencia a la significación estadística ($F_{2,244}=2.652$, $p=.073$) y al analizar las comparaciones por pares se encontró dicha tendencia ($p=.078$) entre el grupo de GEG y el de GRD.

Al realizar un análisis intragrupo, se observa en los tres grupos una disminución de la cifosis dorsal en sedentación con el paso de los años. De tal forma que, tanto en el grupo de GEG como en el grupo de GRD, el valor más alto de cifosis dorsal en sedentación se observa en el grupo de menos de 11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 o más años, aunque las diferencias no son significativas ($F_{2,244}=1.992$, $p=.139$; $F_{2,244}=2.313$, $p=.101$). En el grupo control, se observa un valor medio de la cifosis de $43,6^0 \pm 9,9^0$ en el grupo de menos de 11 años, de $38,8^0 \pm 11,8^0$ en el grupo entre 11-14 años y de $36^0 \pm 12,2^0$, observando una tendencia a la significación estadística ($F_{2,244}=2.835$, $p=.061$), específicamente entre el grupo de menos de 11 años y los de 15 o más años.

En la tabla IV.6 se muestra el número de **casos** y el porcentaje de sujetos, según los **valores de normalidad** de Cifosis Dorsal en Sedentación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis dorsal y la modalidad deportiva (X^2 $N=253$, $=18.023$, $p=.001$). En concreto se aprecia que **el grupo de GEG**, presenta un **menor** número de **casos** dentro de la **normalidad** y un **mayor** número de **casos con hipercifosis dorsal moderada**.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, en el grupo de entre 11 y 14 años se observan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva ($X^2 N=130, =12.097, p=.017$). En concreto, se aprecia que el grupo de GEG de entre 11 y 14 años presenta un mayor número de casos de cifosis leves y moderadas que las otras modalidades. Por el contrario, al analizar el grupo de edad de 15 o más años, no se aprecian relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis y modalidad deportiva ($X^2 N=59, =5.962, p=.202$).

Tabla IV.6. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en sedentación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS DORSAL SED.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <41°	27 (29%)	44 (54,3%)	43 (54,4%)
	Leve: 41°-60°	56 (60,2%)	34 (42%)	34 (43%)
	Moderada: >60°	10 (10,8%)	3 (3,7%)	2 (2,5%)
Menos de 11 años	Normal: <41°	4 (28,6%)	10 (43,5%)	9 (33,4%)
	Leve: 41°-60°	8 (57,1%)	10 (43,5%)	18 (66,6%)
	Moderada: >60°	2 (14,3%)	3 (13%)	0 (0%)
Entre 11-14 años	Normal: <41°	16 (24,6%)	18 (48,6%)	15 (53,6%)
	Leve: 41°-60°	43 (66,2%)	19 (51,4%)	12 (42,9%)
	Moderada: >60°	6 (9,2%)	0 (0%)	1 (3,6%)
15 o más años	Normal: <41°	7 (50%)	16 (76,2%)	19 (79,2%)
	Leve: 41°-60°	5 (35,7%)	5 (23,8%)	4 (16,7%)
	Moderada: >60°	2 (14,3%)	0 (0%)	1 (4,2%)

En la figura IV.3, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis Dorsal en Sedentación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

CIFOSIS DORSAL EN SEDENTACIÓN

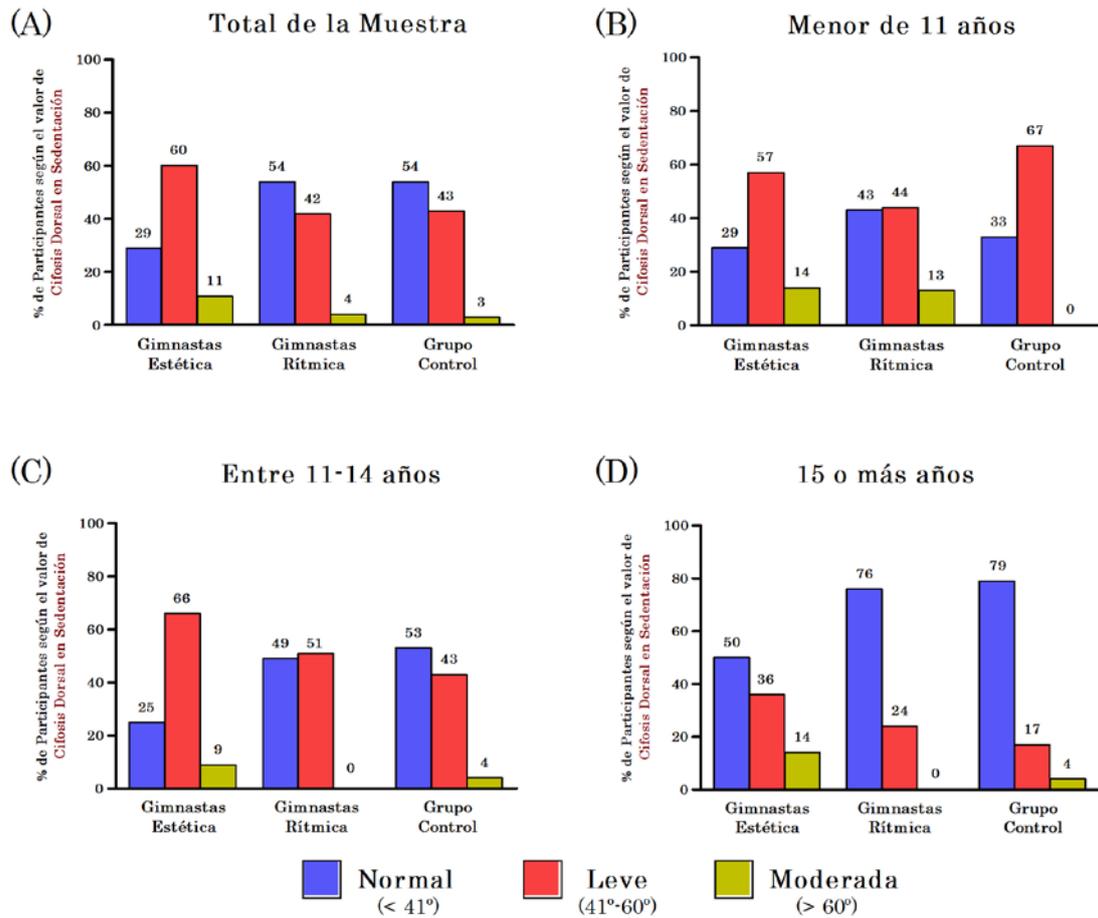


Figura IV.3. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis dorsal en sedentación

❖ Grado de cifosis lumbar en sedentación asténica con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis lumbar en sedentación asténica quedan reflejados en la tabla IV.7.

Cuando se analizó el **Grado de Cifosis Lumbar en Sedentación** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se apreciaron **diferencias estadísticamente significativas** según la **modalidad deportiva** ($F_{2,252}=3.462$, $p=.033$) y según la **variable Edad** ($F_{2,252}=10.515$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,252}=.320$, $p=.864$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

Tabla IV.7. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en sedentación

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	15,9±8,1 ⁰	19,6±5,6 ⁰	15,9±8 ⁰	12,1±9 ⁰	.024
Rítmica	16,7±6,6 ⁰	18,9±4,8 ⁰	16,6±7,4 ⁰	14,4±6,3 ⁰	.132
Control	13,8±7,7 ⁰	16,5±6,1 ⁰	14,5±7,8 ⁰	9,9±7,9 ⁰	.005
Total	15,5±7,6⁰	18,1±5,6⁰	15,8±7,8⁰	12±7,8⁰	.000
P Valor	.033	.342	.518	.119	

El mayor grado de cifosis lumbar en sedentación se observó en el grupo de GRD, seguido del grupo de GEG y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,252}=3.462$, $p=.033$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GRD y el grupo control ($p=.035$).

Cuando se analiza el grado de cifosis en función del rango de edad, se observa una mayor cifosis lumbar en el grupo de GRD, tanto para el grupo de 11-14 años como para el grupo de 15 o más años, y una mayor cifosis lumbar en el GEG en el rango de menos de 11 años. Aunque hay que destacar que en todos los rangos de edad el grupo control presenta menores valores de cifosis lumbar. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas en ninguno de los grupos (menores de 11 años= $F_{2,244}=1.076$, $p=.342$; entre 11 y 14 años= $F_{2,244}=.660$, $p=.518$ y de 15 años o más= $F_{2,244}=2.148$, $p=.119$).

Al realizar un análisis intragrupo, y analizar al grupo de GEG se aprecia que el que mayor nivel de cifosis lumbar en sedentación, es en el grupo de <11 años, seguido del grupo de entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 años o más. Por lo que se puede afirmar, que el grado de cifosis lumbar va disminuyendo con la edad, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=3.782$, $p=.024$) entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.019$).

La misma tendencia sucede al observar los datos del grupo de GRD y del grupo control, pero sin apreciarse diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=2.044$, $p=.132$).

En la tabla IV.8 se aprecia el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los **valores de normalidad de Cifosis Lumbar en Sedentación**, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan que no existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis lumbar y modalidad deportiva (χ^2 $N=253$, $=6.508$, $p=.164$), aunque se aprecia que en el **grupo control** es donde **más** porcentaje de **normalidad** hay.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, no se encuentran relaciones estadísticamente significativas entre los casos de cifosis lumbar en sedentación y la modalidad deportiva para ninguno de los grupos (menores de 11 años= χ^2 $N=64$, $=5.597$, $p=.231$, entre 11 y 14 años= χ^2 $N=130$, $=2.582$, $p=.630$ y para los de 15 años o más= χ^2 $N=59$, $=5.248$, $p=.263$). En general se aprecia que el grupo de GEG tiene un mayor número de sujetos con cifosis leve y moderada al compararlo con el grupo control y similar cuando lo comparamos con el de GRD.

En la figura IV.4, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis Lumbar en Sedentación, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.8. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en sedentación.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS LUMBAR SED.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: $\leq 15^{\circ}$	38 (40,9%)	33 (40,7%)	47 (59,5%)
	Leve: 16° - 25°	46 (49,4%)	40 (49,5%)	27 (34,2%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	9 (9,7%)	8 (9,8%)	5 (6,3%)
Menos de 11 años	Normal: $\leq 15^{\circ}$	2 (14,3%)	6 (21,7%)	14 (51,9%)
	Leve: 16° - 25°	10 (71,4%)	15 (69,6%)	10 (37%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	2 (14,3%)	2 (8,7%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: $\leq 15^{\circ}$	27 (41,5%)	15 (40,5%)	15 (53,6%)
	Leve: 16° - 25°	33 (50,8%)	17 (46%)	11 (39,3%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	5 (7,7%)	5 (13,5%)	2 (7,1%)
15 o más años	Normal: $\leq 15^{\circ}$	9 (64,3%)	12 (57,1%)	18 (75%)
	Leve: 16° - 25°	3 (21,4%)	8 (38,1%)	6 (25%)
	Moderada: $>25^{\circ}$	2 (14,3%)	1 (4,8%)	0 (0%)

CIFOSIS LUMBAR EN SEDENTACIÓN

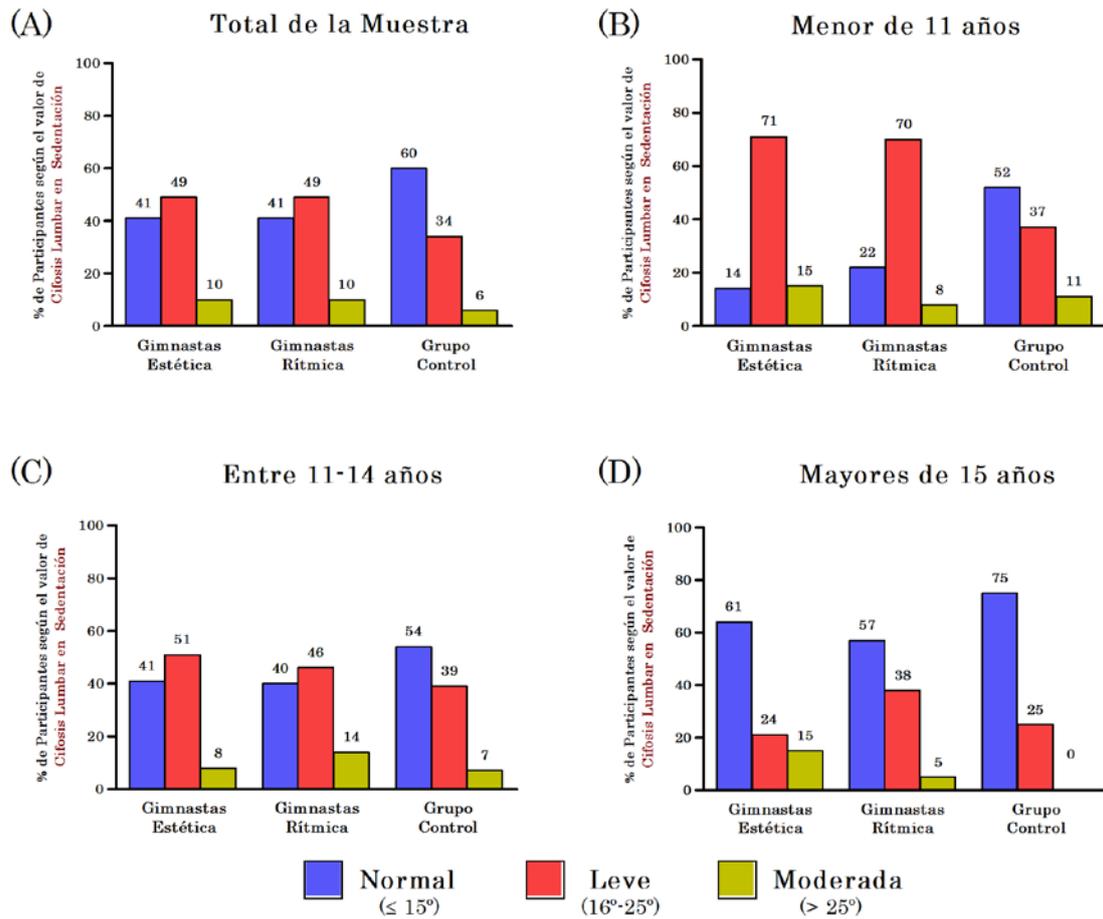


Figura IV.4. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis lumbar en sedentación

❖ **Ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica (L-H SA).**

Los datos obtenidos para el Ángulo Lumbo-Horizontal en sedentación asténica quedan reflejados en la tabla IV.9.

Cuando se analiza el **Ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se aprecian **diferencias** estadísticamente significativas **según** la **modalidad deportiva** ($F_{2,249}=5.805$, $p=.003$) y **según** la variable **Edad** ($F_{2,249}=10.500$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,249}=1.013$, $p=.401$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

El grupo que mayor ángulo L-H SA tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de GRD y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,249}=5.805$, $p=.003$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y el grupo control ($p=.003$).

Tabla IV.9. Datos descriptivos del ángulo lumbo-horizontal en sedentación

	Total (n=254)	Menor de 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	107,4 ⁰ ±12,5 ⁰	114,8 ⁰ ±5,6 ⁰	106,6 ⁰ ±13,8 ⁰	103,8 ⁰ ±6,2 ⁰	.015
Rítmica	105,5 ⁰ ±9,6 ⁰	108,8 ⁰ ±5,5 ⁰	104,8 ⁰ ±12,5 ⁰	103 ⁰ ±5,8 ⁰	.164
Control	102,4 ⁰ ±9,8 ⁰	106,4 ⁰ ±6,2 ⁰	104 ⁰ ±6,6 ⁰	96,2 ⁰ ±12,9 ⁰	.002
Total	105,2 ⁰ ±10,9 ⁰	109 ⁰ ±6,6 ⁰	105,5 ⁰ ±12,2 ⁰	100,4 ⁰ ±10 ⁰	.000
P Valor	.003	.062	.061	.134	

Cuando se analiza el ángulo L-H SA en función del rango de edad, se observa que el grupo que mayor ángulo L-H SA tiene es el de GEG en todos los rangos de edades (menores de 11 años , entre 11-14 años y de 15 años o más), seguido del grupo de GRD y del grupo control, con una tendencia a la significación estadística en los dos primeros rangos de edad ($F_{2,244}=1.076$, $p=.062$, $F_{2,244}=2.148$, $p=.061$) y sin diferencias en el grupo de 15 años o más ($F_{2,244}=2.148$, $p=.134$).

Al realizar el análisis intragrupo y analizar los tres grupos individualmente, se observa en los tres grupos un mayor ángulo L-H SA en el rango de menor edad, seguido

del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 años o más. En la modalidad de GEG, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,244}=7.782$, $p=.015$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre la GEG menores de 11 años y los otros dos grupos ($p=.029$ con el grupo de 11 y 14 años y $p=.022$ con las de 15 años o más).

En la modalidad de GRD el grupo que mayor ángulo L-H SA tiene es el grupo de <11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y del grupo de 15 años o más, aunque, en este caso no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,241}=1.824$, $p=.164$).

Para finalizar, al analizar los datos del grupo control, se observa como el ángulo L-H SA disminuye con la edad, encontrando diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,241}=6.675$, $p=.002$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo <11 años y el >15 años ($p=.002$) y entre el grupo de 11-14 años y el > 15 años ($p=.023$).

En la tabla IV.10 se muestra el número de casos y el porcentaje, según los valores de normalidad del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Ángulo Lumbo-Horizontal SA y la modalidad deportiva (χ^2 N=250, =13.493, $p=.009$). En concreto se aprecia que **el grupo de GEG**, tiene un **mayor** porcentaje de **casos con marcada retroversión**, mientras que el **grupo control** tiene **más** a sujetos con la pelvis en posición **normal**, aunque destaca que en ningún caso la normalidad supera el 40%.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, se observa la misma tendencia en el grupo de menos de 11 años, con relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Ángulo L-H SA y modalidad deportiva (χ^2 N=63, =11.548, $p=.021$).

Por el contrario, en el rango de edad entre 11-14 años y en el de 15 o más años, no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre las variables edad y modalidad deportiva (χ^2 N=129, =3.110, $p=.540$) y (χ^2 N=58, =7.390, $p=.117$) respectivamente. Aunque, en ambos casos se aprecia una mayor normalidad en el grupo control y un mayor porcentaje de pelvis en retroversión en ambos grupos de gimnasia.

En la figura IV.5, se aprecia el porcentaje de casos según los valores de normalidad del Ángulo Lumbo Horizontal en Sedentación Asténica, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.10. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL ÁNGULO L-H SA	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <100°	14 (15,4%)	15 (18,5%)	28 (35,9%)
	Leve retroversión: 100°-115°	61 (67%)	57 (70,4%)	44 (56,4%)
	Marcada retroversión: >115°	16 (17,6%)	9 (11,1%)	6 (7,7%)
Menos de 11 años	Normal: <100°	0 (0%)	2 (8,7%)	5 (18,5%)
	Leve retroversión: 100°-115°	6 (46,2%)	17 (73,9%)	19 (70,4%)
	Marcada retroversión: >115°	7 (53,8%)	4 (17,4%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: <100°	10 (15,4%)	6 (16,2%)	8 (29,6%)
	Leve retroversión: 100°-115°	46 (70,8%)	26 (70,3%)	17 (63%)
	Marcada retroversión: >115°	9 (13,8%)	5 (13,5%)	2 (7,4%)
15 o más años	Normal: <100°	4 (30,8%)	7 (33,3%)	15 (62,5%)
	Leve retroversión: 100°-115°	9 (69,2%)	14 (66,7%)	8 (33,3%)
	Marcada retroversión: >115°	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)

ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN SEDENTACIÓN

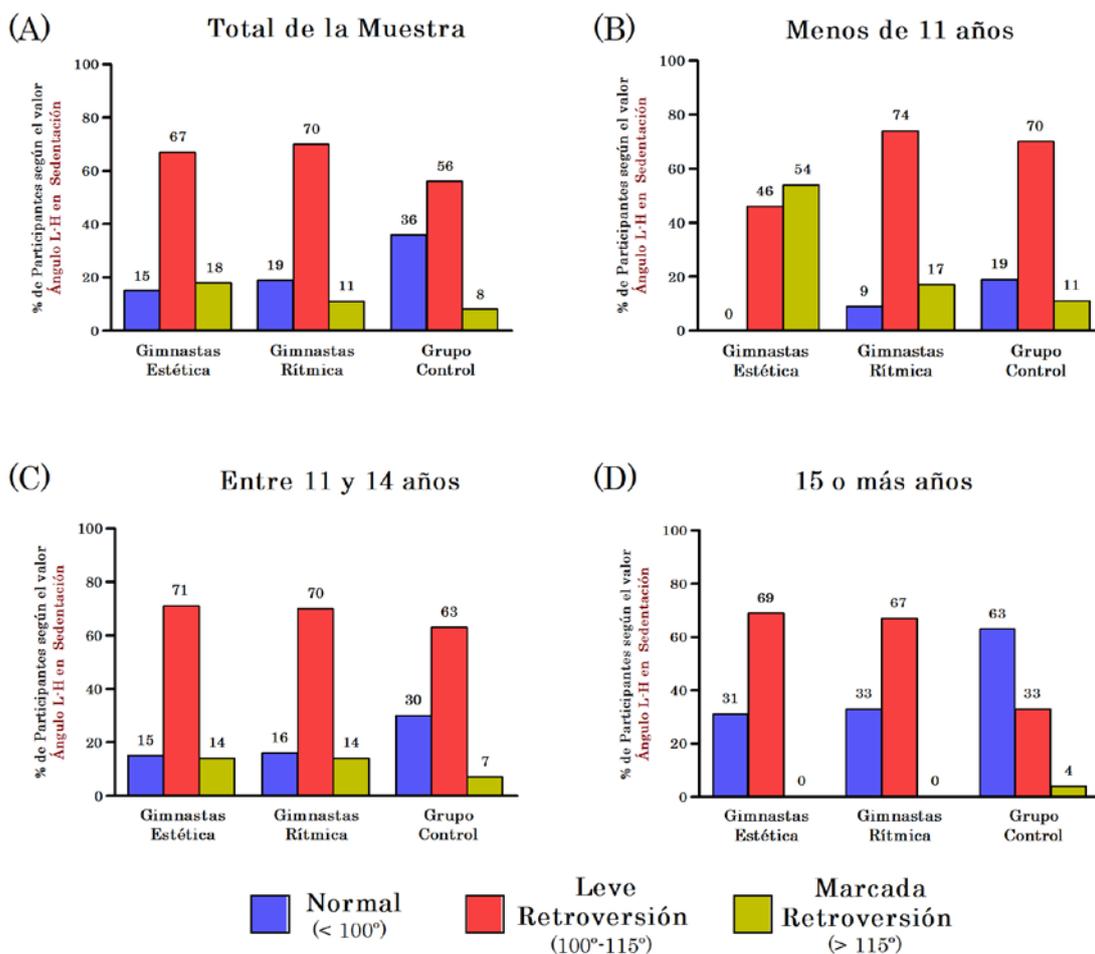


Figura IV.5. Porcentaje según los valores de normalidad del ángulo lumbo horizontal en sedentación asténica.

IV.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis

❖ Grados de cifosis dorsal en disposición DD-P medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis dorsal en DD-P quedan reflejados en la tabla IV.11.

Cuando se analiza el **Grado de Cifosis Dorsal en posición DD-P** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se apreciaron **diferencias** estadísticamente significativas **según la modalidad deportiva** ($F_{2,254}=50.391$, $p=.000$), pero no se observaron en la variable Edad ($F_{4,254}=1.586$, $p=.207$). En cuanto a la **interacción Modalidad x Edad** aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,254}=4.087$, $p=.003$), es decir, la deportista **evoluciona** en la variable objeto de estudio **según la modalidad deportiva** a la que pertenece, **dependiendo de su edad**, de manera que conforme incrementa la edad disminuye los niveles de cifosis dorsal en las gimnastas de GEG, mientras que en el grupo control aumentan.

Tabla IV.11. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en DD-P

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	69,14±12,13 ⁰	77,14±8,93 ⁰	68,70±11,55 ⁰	63,21±14,06 ⁰	.004
Rítmica	50,44±11,27 ⁰	51,09±12,14 ⁰	51,37±10,94 ⁰	48,05±11,07 ⁰	.521
Control	59,59±10,58 ⁰	55,89±8,64 ⁰	60,96±12,64 ⁰	62,17±9,09 ⁰	.098
Total	60,17±13,75⁰	58,81±14,10⁰	62,07±13,73⁰	57,39±12,98⁰	.207
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el total de la muestra, se observa el mayor grado de cifosis dorsal en DD-P en el grupo de GEG, seguido del grupo de control y del grupo de GRD, apreciándose diferencias significativas ($F_{2,252}=16.604$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias significativas entre todas las modalidades ($p=.000$).

De la misma manera, si se analizan los datos únicamente para sujetos de menos de 11 años, se observa que el grupo que mayor cifosis dorsal en DD-P tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de control y del grupo de GRD, con diferencias significativas

($F_{2,246}=25.393$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias entre el grupo de GEG y los otros dos ($p=.000$).

Al analizar los sujetos de 11-14 años, se observa que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo de GRD y del grupo control, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=29.327$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de GEG y el de GRD ($p=.001$), entre el grupo de GEG y el grupo control ($p=.007$) y el grupo de GRD y el grupo control ($p=.002$).

Finalmente al analizar el grupo de 15 o más años, se aprecia que el grupo que mayor cifosis dorsal tiene es el grupo de GEG, seguido del grupo control y del grupo de GRD, apreciándose también diferencias significativas ($F_{2,246}=11.495$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares se encontró diferencias entre el grupo de GEG y el de GRD y entre el grupo de GRD y el grupo control ($p=.000$).

Al realizar un análisis intragrupo, y analizar los tres grupos individualmente, se observa una tendencia a que los valores de cifosis dorsal en flexión del tronco disminuyan con el aumento de la edad de las gimnastas, mientras que en el grupo control la tendencia es a aumentar los valores de cifosis con la edad.

En la modalidad de GEG se aprecian los mayores niveles de cifosis dorsal en DD-P en el grupo de menos de 11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 o más años, con diferencias significativas ($F_{2,246}=5.641$, $p=.004$) entre los menores de 11 años y los de 11-14 años ($p=.032$) y entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.003$).

Al observar los datos en la modalidad de GRD, se observan similares valores en los grupos de menos de 11 años y entre 11-14 años y una disminución de los mismos en el grupo de 15 o más años, pero sin que las diferencias sean significativas ($F_{2,246}=654$, $p=.521$).

En el grupo control la evolución con la edad es claramente hacia un aumento de la cifosis dorsal aunque las diferencias no llegan a ser significativas ($F_{2,246}=2.343$, $p=.098$).

En la tabla IV.12 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad de Cifosis Dorsal en DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis dorsal en DD-P y modalidad deportiva (χ^2 N=255, = 67.923, p=.000). En concreto se aprecia que **el grupo de GEG**, presenta un **mayor** número de gimnastas con **cifosis leve y moderada**. Mientras para el GRD destaca el alto porcentaje de gimnastas con valores dentro de la normalidad.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, se observa esta misma tendencia en todas las edades.

Así, tanto para el grupo de menos de 11 años, como para el grupo entre 11 y 14 años, los datos indican relaciones significativas entre los valores de cifosis en DD-P y la modalidad deportiva (χ^2 N=64, =46.666, p=.000, y χ^2 N=132, =27.717, p=.000 respectivamente). De tal forma que el grupo de GEG presenta un mayor número de gimnastas con cifosis leve y moderada en comparación con las otras modalidades.

Por el contrario, al analizar el grupo de edad de 15 años o más, se aprecia una tendencia a la significación estadística entre las variables edad y modalidad deportiva (χ^2 N=59, = 9.304, p=.054), observándose que en el grupo de GEG la normalidad aumenta, acercándose a los porcentajes del grupo control. En cualquier caso, la modalidad de GRD sigue manteniendo un elevado número de casos dentro de la normalidad.

En la figura IV.6, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de la variable Cifosis dorsal en DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.12. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en DD-P.

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS DORSAL DD-P.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <68°	39 (41,5%)	78 (95,1%)	62 (78,5%)
	Leve: 68°- 76°	30 (31,9%)	4 (4,9%)	13 (16,5%)
	Moderada: >76°	25 (26,6%)	0 (0%)	4 (5,1%)
Menos de 11 años	Normal: <68°	1 (7,1%)	22 (95,7%)	25 (92,6%)
	Leve: 68°- 76°	6 (42,9%)	1 (4,3%)	2 (7,4%)
	Moderada: >76°	7 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
Entre 11-14 años	Normal: <68°	30 (45,5%)	36 (94,7%)	21 (75%)
	Leve: 68°- 76°	20 (30,3%)	2 (5,3%)	4 (14,3%)
	Moderada: >76°	16 (24,2%)	0 (0%)	3 (10,7%)
15 o más años	Normal: <68°	8 (57,1%)	20 (95,2%)	16 (66,6%)
	Leve: 68°- 76°	4 (28,6%)	1 (4,8%)	7 (29,2%)
	Moderada: >76°	2 (14,3%)	0 (0%)	1 (4,2%)

CIFOSIS DORSAL EN DEDOS-PLANTA (DD-P)

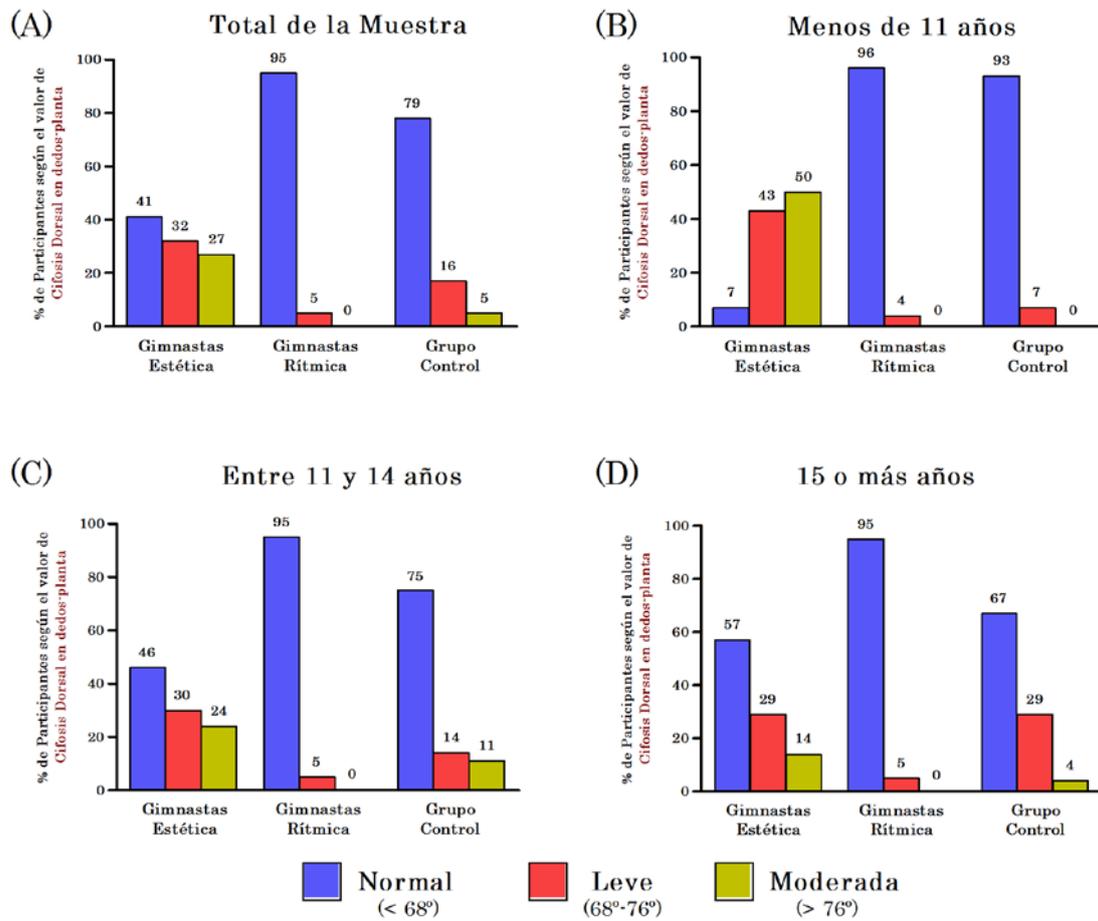


Figura IV.6. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Dorsal en DD-P.

❖ Grados de cifosis lumbar en disposición DD-P medida con inclinómetro

Los datos obtenidos para el grado de cifosis lumbar en DD-P quedan reflejados en la tabla IV.13.

Cuando se analiza el **Grado de Cifosis Lumbar en DD-P** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se aprecian **diferencias** estadísticamente significativas **según la modalidad deportiva** ($F_{2,254}=5.115$, $p=.007$) y según la variable **Edad** ($F_{2,254}=10.047$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad no aparecen diferencias estadísticamente significativas ($F_{4,254}=.382$, $p=.821$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

Tabla IV.13. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en DD-P

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	26,4±7,3 ⁰	29,5±6,4 ⁰	26,8±6,2 ⁰	21,34±10,7 ⁰	.022
Rítmica	26,3±6,6 ⁰	27,9±5,6 ⁰	26,4±6,4 ⁰	24,1±8,1 ⁰	.207
Control	22,9±8,9 ⁰	25,5±5,9 ⁰	23,8±9,7 ⁰	18,9±9,6 ⁰	.005
Total	25,2±7,7 ⁰	27,3±5,8 ⁰	26±7,2 ⁰	21,4±9,4 ⁰	.000
P Valor	.007	.218	.221	.063	

Al analizar el total de la muestra, se observa que el grupo que mayor cifosis lumbar tiene en DD-P es el grupo de GEG, seguido muy de cerca por el grupo de GRD y por último del grupo control, apreciándose diferencias significativas ($F_{2,254}=5.115$, $p=.007$). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas entre los grupos de GEG y de GRD y el grupo control ($p=.037$ y $p=.012$ respectivamente).

Cuando se analiza el grado de cifosis lumbar en flexión del tronco por rango de edad, se observan siempre mayor grado de cifosis en los grupos de gimnasia en comparación con el grupo control, aunque las diferencias no llegan a ser significativas ($F_{2,246}=1.533$, $p=.218$; $F_{2,246}=1.521$, $p=.221$; $F_{2,246}=2.795$, $p=.063$).

Al realizar un análisis intragrupo, se observa la misma tendencia en los tres grupos, de tal forma que los valores de cifosis lumbar en DD-P disminuyen con la edad.

En la modalidad de GEG, las diferencias son significativas ($F_{2,246}=3.893$, $p=.022$) entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.021$) y se observa una tendencia a la significación entre el grupo de 11-14 años y el de 15 o más años ($p=.082$).

La misma tendencia sucede al observar los datos de la modalidad GRD, pero sin que las diferencias sean significativas ($F_{2,246}=1.586$, $p=.207$).

En cuanto al grupo control, sí se aprecian diferencias significativas ($F_{2,246}=5.357$, $p=.005$) entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.005$) y una tendencia a la significación estadística entre el grupo de 11-14 años y el grupo de 15 o más años ($p=.053$).

En la tabla IV.14 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos no señalan relaciones significativas entre los valores de cifosis lumbar en DD-P y la modalidad deportiva (X_4 $N=255$, $=3.632$, $p=.458$), aunque se observa que **el grupo de GEG** presenta un **mayor porcentaje** de casos con **cifosis lumbar de grado leve y moderado**, al contrario de lo que sucede con el grupo control que es el que presenta mayor porcentaje de casos dentro de la normalidad.

Cuando se analizan estos datos en función al rango de edad, si se analiza la muestra por grupos, los datos de la tabla IV.14 indican que no existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores de cifosis lumbar en DD-P y la modalidad deportiva en ninguno de los grupos (menores de 11 años (X_4 $N=64$, $=7.89$, $p=.096$), entre 11-14 años (X_4 $N=132$, $=1.660$, $p=.798$), 15 años o más (X_4 $N=59$, $=3.366$, $p=.499$)).

En la figura IV.7, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad de Cifosis Lumbar en DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.14. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en DD-P

GRUPO DE EDAD	VALORES DE CIFOSIS LUMBAR DD-P.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <30°	61 (64,9%)	57 (69,5%)	59 (74,7%)
	Leve: 30°-39°	29 (30,9%)	24 (29,3%)	19 (24,1%)
	Moderada: >39°	4 (4,3%)	1 (1,2%)	1 (1,3%)
Menos de 11 años	Normal: <30°	8 (57,1%)	14 (60,9%)	19 (70,4%)
	Leve: 30°-39°	4 (28,6%)	9 (39,1%)	8 (29,6%)
	Moderada: >39°	2 (14,3%)	0 (0%)	0 (0%)
Entre 11-14 años	Normal: <30°	43 (65,2%)	27 (71,1%)	18 (64,3%)
	Leve: 30°-39°	22 (33,3%)	11 (28,9%)	9 (32,1%)
	Moderada: >39°	1 (1,5%)	0 (0%)	1 (3,6%)
15 o más años	Normal: <30°	10 (71,4%)	16 (76,2%)	22 (91,7%)
	Leve: 30°-39°	3 (21,4%)	4 (19%)	2 (8,3%)
	Moderada: >39°	1 (7,1%)	1 (4,8%)	0 (0%)

CIFOSIS LUMBAR EN DEDOS-PLANTA (DD-P)

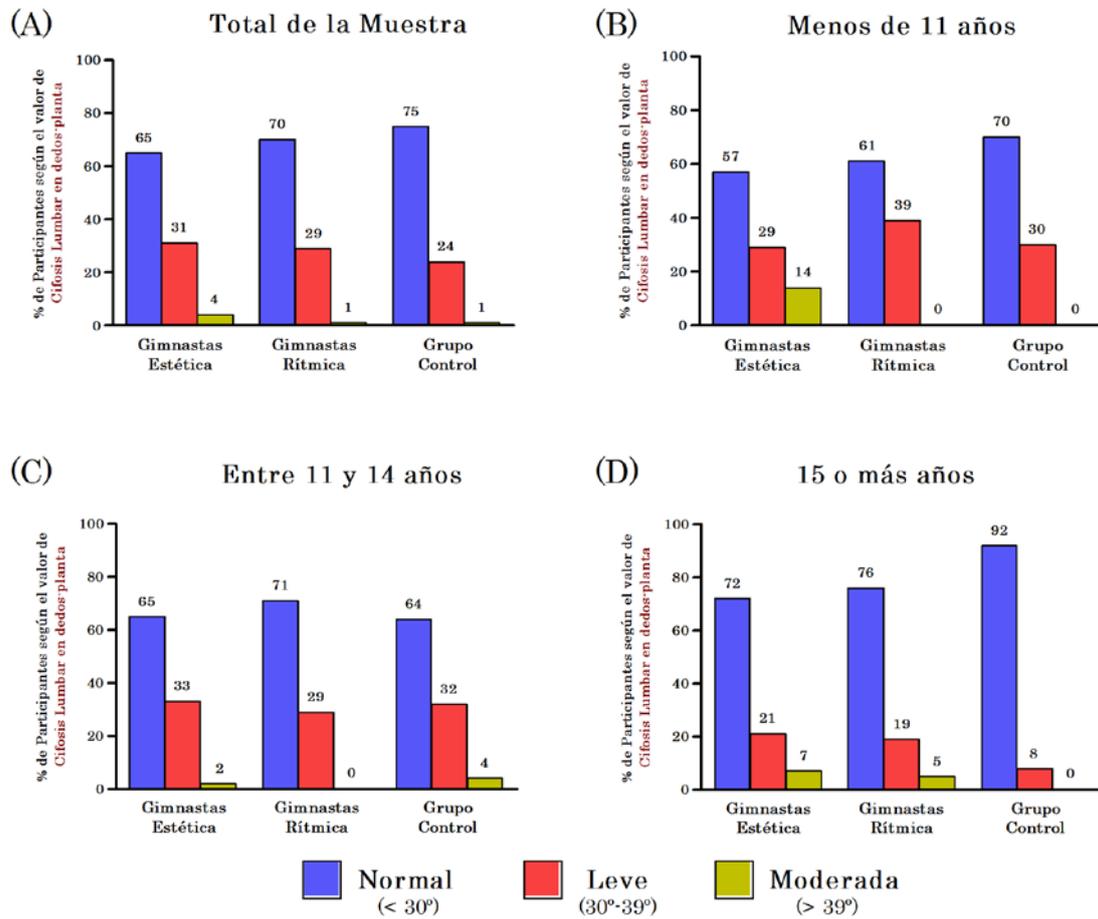


Figura IV.7. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Lumbar en DD-P.

IV.2. MOVILIDAD GLOBAL DEL TRONCO

Flexión del tronco en T₅-T₇.

Los datos obtenidos quedan reflejados en la tabla IV.15.

En el grupo de GEG, tras realizar un análisis de la varianza factorial, se observa como la flexión máxima del tronco aumenta con la edad, con una diferencia de 10^o de media entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años. Así, el grupo de menos de 11 años presenta unos valores medios de 153,4^o±11,4^o, el grupo entre 11-14 años presenta unos valores medios de 155,9^o±13,6^o y el grupo de 15 años o más unos valores medios de 162,6^o±11,8^o.

Tabla IV.15. Datos descriptivos del grado de flexión del tronco en T₅-T₇

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	156,2±13,1 ^o	153,4±11,4 ^o	155,9±13,6 ^o	162,6±11,8 ^o	.280

Extensión del tronco en T₅-T₇.

Los datos obtenidos para el grado de extensión del tronco quedan reflejados en la tabla IV.16.

Tras realizar un análisis de la varianza factorial se observan diferencias estadísticamente significativas en la variable Edad ($F_{2,78}=3.392$, $p=.039$), de tal forma que la extensión del tronco disminuye con la edad, con una diferencia de 12^o entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.034$).

Tabla IV.16. Datos descriptivos del grado de extensión del tronco T₅-T₇

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	90,1±12 ^o	96±11,7 ^o	89,9±11,1 ^o	83,3±14,3 ^o	.039

Movilidad completa

Los datos descriptivos de la movilidad global del tronco quedan representados en la tabla IV.17.

Tabla IV.17. Datos descriptivos de los test de valoración de la movilidad global del tronco en T5-T7.

	FLEXIÓN MÁXIMA T₅-T₇	EXTENSIÓN MÁXIMA T₅-T₇	TOTAL T₅-T₇
Estética	156,2±13,1 ⁰	90,1±12 ⁰	246,3±25,1 ⁰

IV.3. EXTENSIBILIDAD DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL

En todas las pruebas que miden la extensibilidad isquiosural, las medias para los grupos de gimnastas están muy por encima de la normalidad, mientras que el grupo control presenta porcentajes muy elevados de cortedad. En el análisis comparativo, las dos modalidades de gimnasia presentan valores similares.

IV.3.1. TESTS DE RECORRIDO LINEAL

Test de distancia Dedos-Planta (DD-P)

Los datos obtenidos en la prueba DD-P quedan reflejados en la tabla IV.18.

Cuando se realiza un análisis de la varianza factorial, en función de la modalidad deportiva y la edad (3x3), se aprecian **diferencias significativas** según la **modalidad deportiva** ($F_{2,251}=161.162$, $p=.000$), **según** la variable **Edad** ($F_{2,251}=5.990$, $p=.003$) y en cuanto a la interacción **Modalidad x Edad** ($F_{4,251}=2.456$, $p=.046$). Es decir, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio según la modalidad deportiva a la que pertenece, dependientemente de su edad, de manera que conforme incrementa la edad aumentan los niveles flexibilidad de la musculatura isquiosural, tanto en el grupo de GEG como en el grupo de GRD.

Al analizar el **total de la muestra**, se observan **valores elevados de flexibilidad** para los **grupos** de **GEG** ($15,8\pm 7,4$ cm.) y de **GRD** ($15,5\pm 7,7$ cm.). Mientras que la media para el grupo control está dentro de los valores de cortedad de la musculatura isquiosural ($-5,7\pm 10,7$ cm.), apreciándose diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($F_{2,251}=161.162$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, las diferencias significativas se encuentran entre el grupo control y las dos modalidades de gimnasia ($p=.000$).

Cuando se analiza la flexibilidad en función de los rangos de edad, se observan valores similares para los dos grupos de gimnastas y diferencias significativas con relación al grupo control (menos de 11 años: $F_{2,243}=33.097$, $p=.000$; entre 11-14 años: $F_{2,243}=65.869$, $p=.000$ y 15 o más años: $F_{2,243}=71.660$, $p=.000$).

Tabla IV.18. Datos descriptivos en la prueba Distancia Dedos-Planta en centímetros

	Total (n=254)	< 11 años (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	15,8±7,4	11,5±6,6	15,4±7	21,8±6,5	.006
Rítmica	15,5±7,7	12,4±6,5	15,1±8,6	19,5±5,4	.022
Control	-5,7±10,7	-5,41±7,8	-5,4±12,2	-6,38±12,0	.899
Total	9,0 ± 13,2	4,6±11,2	10,8±12,2	9,5±15,9	.003
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Cuando se realiza un análisis intragrupo por modalidad deportiva, se observa, en el grupo de GEG, como la flexibilidad aumenta con el paso de los años, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,243}=5.261$, $p=.006$). Al analizar las comparaciones por pares, las diferencias significativas se observaron entre el grupo de menos de 11 años y 15 o más años ($p=.005$) y entre el grupo de entre 11-14 años y los de 15 o más años ($p=.033$).

En la misma línea, al analizar los datos del grupo de GRD, se observa como el grupo que menor flexibilidad tiene es el grupo de menos de 11 años, seguido del grupo entre 11-14 años y finalmente del grupo de 15 o más años, apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,243}=3.875$, $p=.022$). Al analizar las comparaciones por pares solo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.019$).

Al observar los datos del grupo control, sucede todo lo contrario, ya que la tendencia es a que el valor medio vaya disminuyendo conforme aumenta la edad, aunque los diferencias no sean estadísticamente significativas ($F_{2,243}=.107$, $p=.899$).

En la tabla IV.19 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del Test DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, se observan relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Test DD-P y la modalidad deportiva (X_4 $N=252$, $=124.015$, $p=.000$), de tal forma que los grupos de GEG y de GRD presentan un mayor porcentaje de gimnastas con valores de normalidad (98,9% y 97,6% respectivamente),

mientras que en el grupo control más del 60% de los casos presentan cortedad Grado I (24,1%) y cortedad Grado II (39,2%).

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad se aprecian diferencias significativas entre los valores del Test DD-P y la modalidad deportiva para el grupo de menores de 11 años (X_4 N=63, =29.582, $p=.000$), para el grupo de entre 11-14 años (X_4 N=130, =66.137, $p=.000$) y para el grupo de 15 años o más (X_4 N=59, = 26.769, $p=.000$). En concreto, se aprecia que en los grupos de GEG y de GRD casi la totalidad de los casos presentan valores de normalidad. Por el contrario, en el caso del grupo control más del 50% de los sujetos tienen cortedad Grado I y II.

En la figura IV.8, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad del Test DD-P, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.19. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Test DD-P.

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST DD-P.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: >-2 cm.	90 (98,9%)	80 (97,6%)	29 (36,7%)
	Grado I: -3/-9 cm.	1 (1,1%)	0 (0%)	19 (24,1%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	2 (2,4%)	31 (39,2%)
Menos de 11 años	Normal: >-2 cm.	12 (92,3%)	22 (95,7%)	8 (29,6%)
	Grado I: -3/-9 cm.	1 (7,7%)	0 (0%)	9 (33,3%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	1 (4,3%)	10 (37%)
Entre 11-14 años	Normal: >-2 cm.	64 (100%)	37 (97,4%)	11 (39,3%)
	Grado I: -3/-9 cm.	0 (0%)	0 (0%)	7 (25%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	1 (2,6%)	10 (35,7%)
15 o más años	Normal: >-2 cm.	14 (100%)	21 (100%)	10 (41,7%)
	Grado I: -3/-9 cm.	0 (0%)	0 (0%)	3 (12,5%)
	Grado II: <-10 cm.	0 (0%)	0 (0%)	11 (45,8%)

TEST DEDOS-PLANTA (DD-P)

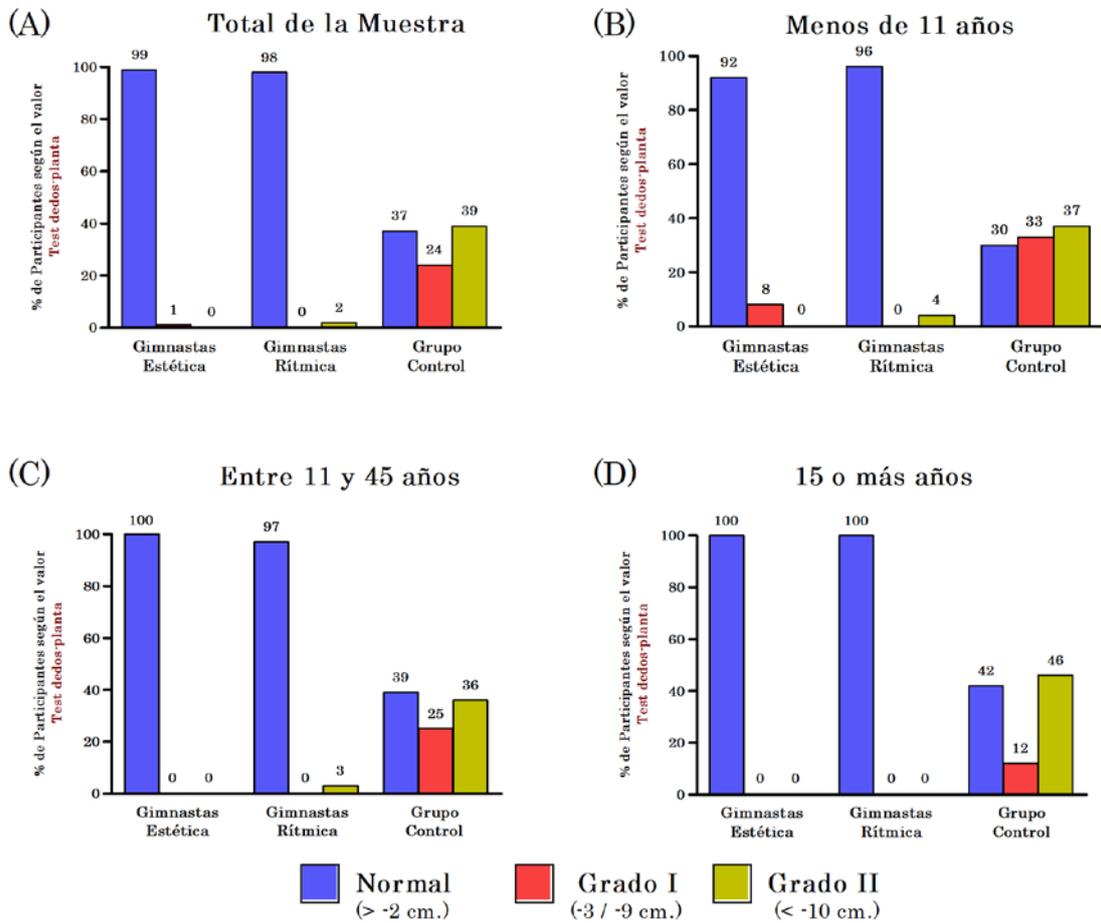


Figura IV.8. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test DD-P

IV.3.2. TESTS DE FLEXIÓN DE LA PELVIS

Test del Ángulo Lumbo-Horizontal en flexión (L-H fx)

Los datos obtenidos para el Test del Ángulo Lumbo-Horizontal en flexión quedan reflejados en la tabla IV.20.

Cuando se analizan los resultado del **Test del Ángulo Lumbo-Horizontal en flexión** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se observaron **diferencias** significativas según la **modalidad deportiva** ($F_{2,254}=144.990$, $p=.000$) y según la variable **Edad** ($F_{2,254}=16.612$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad se aprecia una tendencia a la significación estadística ($F_{4,254}=2.169$, $p=.073$). Por lo que, la deportista evoluciona en la variable objeto de estudio únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos.

Tabla IV.20. Datos descriptivos del Ángulo L-H fx

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	70,4±14,3 ⁰	81,8±13,1 ⁰	70,4±13,7 ⁰	59,1±9,4 ⁰	.000
Rítmica	68,7±15,1 ⁰	74,7±12 ⁰	69,1±17 ⁰	61,6±11,5 ⁰	.003
Control	100,2±10,3 ⁰	102,5±9,5 ⁰	100,5±10,97 ⁰	97,2±10,1 ⁰	.339
Total	79,1±19,5⁰	87,9 ± 16,9⁰	76,4 ± 18,9⁰	75,5 ± 20,9⁰	.000
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar el total de la muestra, se observa que los menores valores angulares los obtiene el grupo de GRD (68,7⁰±15,1⁰) seguido por el grupo de GEG (70,4⁰±14,3⁰) y el que menos extensibilidad isquiosural tiene es el grupo control (100,2⁰±10,3⁰), apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,254}=144.990$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y las dos modalidades de gimnasia ($p=.000$ en los dos casos).

Cuando se analizan los valores del ángulo L-H fx en función al rango de edad, se observa que en todos los rangos de edad el grupo control obtiene los mayores valores, mientras que los grupos de GEG y GRD obtienen valores mucho más inferiores. Encontrando en todos los grupos diferencias estadísticamente significativas (menores de

11 años: $F_{2,246}=31.596$, $p=.000$; entre 11-14 años: $F_{2,246}= 63.904$, $p=.000$ y el de 15 años o más: $F_{2,246}=59.066$, $p=.000$).

Al realizar un análisis intragrupo y analizar cada grupo individualmente, se observa como en todos los grupos los valores del ángulo L-H fx disminuyen con la edad. Así, en el grupo de GEG se obtiene un valor para el grupo de menos de 11 años de $81,8^{\circ}\pm 13,1^{\circ}$, para el grupo de entre 11-14 años de $70,4^{\circ}\pm 13,7^{\circ}$ y finalmente para el grupo de 15 o más años un valor de $59,1^{\circ}\pm 9,4^{\circ}$, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=11.107$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas en todos los grupo de edad (entre menos de 11 años y los de 11-14 años ($p=.008$), entre el grupo de menos de 11 años y 15 o más años ($p=.000$) y entre el grupo de 11-14 años y 15 o más años ($p=.008$).

En la misma línea, al observar los datos del grupo de GRD, el grupo que muestra valores mayores en el ángulo L-H fx es el grupo de menos de 11 años ($74,7^{\circ}\pm 12^{\circ}$), seguido del grupo de entre 11-14 años ($69,1^{\circ}\pm 17^{\circ}$) y finalmente del grupo de 15 o más años ($61,6^{\circ}\pm 11,5^{\circ}$), apreciándose diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,246}=5.839$, $p=.003$). Sin embargo, al analizar las comparaciones por pares solo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de menos de 11 años y el grupo de 15 o más años ($p=.002$), y una tendencia a la significación estadística entre el grupo de 11-14 años y los de 15 años o más ($p=.096$).

Por otro lado, al observar los datos del grupo control, se observa cómo aunque la tendencia es a que los valores vayan disminuyendo con la edad, las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{2,246}=1.086$, $p=.339$).

En la tabla IV.21 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del ángulo L-H fx, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan que existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Test L-H fx y la modalidad deportiva (χ^2 $N=255$, $=86.175$, $p=.000$). En concreto, se aprecia que **los grupos de GEG y de GRD** presentan un **mayor** número de gimnastas con **normalidad** (97,9% y 96,3% respectivamente), mientras que en el **grupo control** más del 50% de los casos tienen **cortedad**.

Tabla IV.21. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo L-H fx.

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST L-H fx.	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: <100°	92 (97,9%)	79 (96,3%)	39 (49,4%)
	Grado I: 100°-115°	2 (2,1%)	3 (3,7%)	34 (43%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	6 (7,6%)
Menos de 11 años	Normal: <100°	12 (85,7%)	22 (95,7%)	10 (37%)
	Grado I: 101°-115°	2 (14,3%)	1 (4,3%)	14 (51,9%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	3 (11,1%)
Entre 11-14 años	Normal: <100°	66 (100%)	36 (94,7%)	14 (50%)
	Grado I: 101°-115°	0 (0%)	2 (5,3%)	12 (42,9%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	2 (7,1%)
15 o más años	Normal: <100°	14 (100%)	21 (100%)	15 (62,5%)
	Grado I: 101°-115°	0 (0%)	0 (0%)	8 (33,3%)
	Grado II: >115°	0 (0%)	0 (0%)	1 (4,2%)

Cuando se analizan estos datos en función al rango de edad, se mantienen estas diferencias significativas entre los valores del L-H fx y la modalidad deportiva, tanto para el rango de menos de 11 años ($X_4 N=64, =22.636, p=.000$), como para el grupo entre 11-14 años ($X_4 N=132, =48.789, p=.000$) y para el grupo de 15 o más años ($X_4 N=59, =15.488, p=.004$). En todos los rangos de edad, los grupos de GEG y de GRD obtienen casi el 100% de la normalidad. Por el contrario, el grupo control presenta un mayor porcentaje de casos con cortedad Grado I, aunque el número de casos va disminuyendo conforme aumenta la edad

En la figura IV.9, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad del ángulo L-H fx, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

TEST DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN (L-H fx)

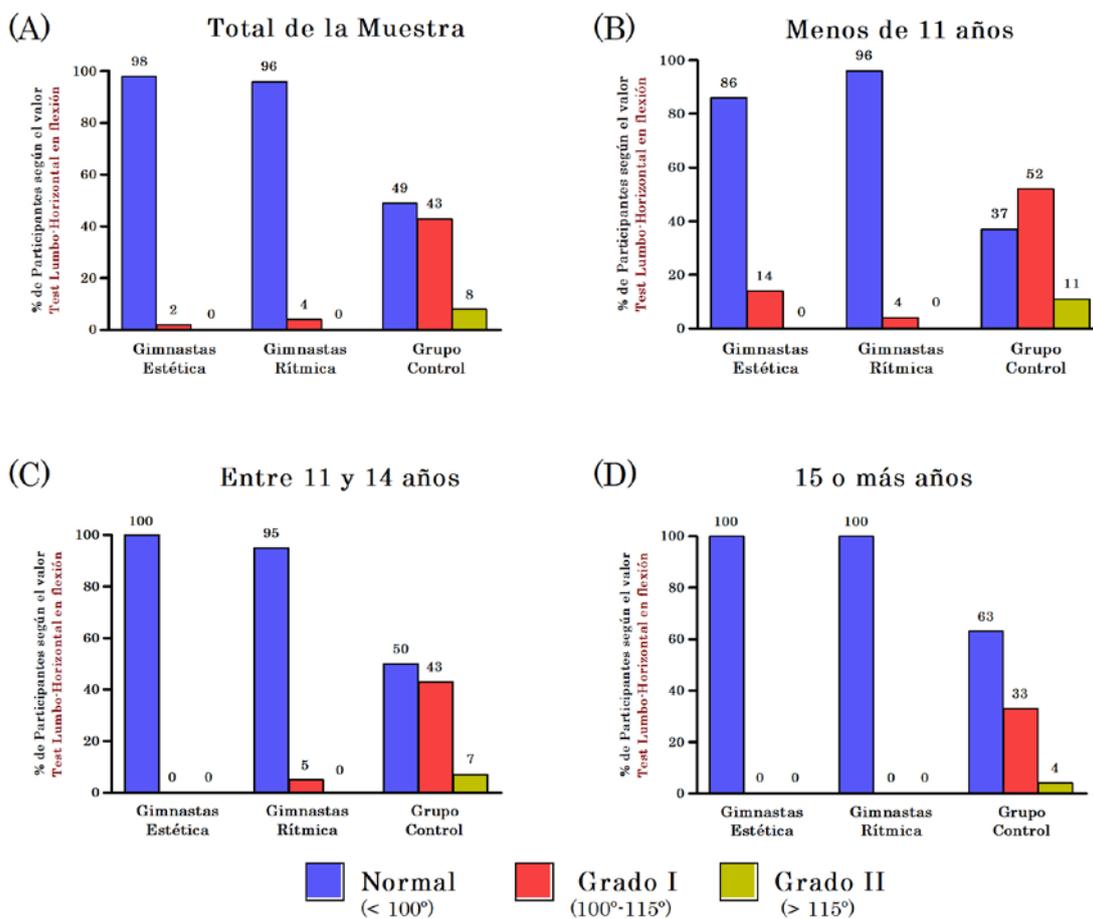


Figura IV.9. Porcentaje según los valores de normalidad en el ángulo L-H fx.

Test del Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)

Los datos obtenidos para el Test del Ángulo Lumbo-Vertical quedan reflejados en la tabla IV.22.

Cuando se analizan los datos **del Test del Ángulo Lumbo-Vertical (L-V)** en función de la modalidad deportiva y edad (3x3), se observan **diferencias** significativas **según** la **modalidad deportiva** ($F_{2,251}=162.672$, $p=.000$) y **según** la variable **Edad** ($F_{2,251}=11.319$, $p=.000$). En cuanto a la interacción Modalidad x Edad se aprecia una tendencia a la significación estadística ($F_{4,251}=2.223$, $p=.067$). Es decir, la deportista evoluciona en esta variable únicamente según la modalidad deportiva a la que pertenece, pues la edad actúa de la misma manera en todos los grupos de deportistas.

Tabla IV.22. Datos descriptivos del Ángulo L-V

	Total (n=254)	Menor de 11 (n=67)	Entre 11-14 años (n=131)	15 o más años (n=56)	P Valor
Estética	99,1±16,6 ⁰	85±13,7 ⁰	99,8±15,9 ⁰	110,6±13,2 ⁰	.000
Rítmica	98,1±16,2 ⁰	93,6±16,2 ⁰	98,1±16,4 ⁰	102,9±15,2 ⁰	.128
Control	59,7±13,5 ⁰	56,8±15,9 ⁰	60,7±13,7 ⁰	61,8±9,9 ⁰	.452
Total	86,4 ± 23,8 ⁰	76,2 ± 22,9 ⁰	90,9 ± 22,2 ⁰	87,6 ± 25,4 ⁰	.000
P Valor	.000	.000	.000	.000	

Al analizar toda la muestra, se observan grandes diferencias entre los valores de las gimnastas y el grupo control. Así, el grupo de GEG obtiene un valor medio de 99,1±16,6⁰, el grupo de GRD un valor medio de 98,1±16,2⁰ y el grupo control un valor medio de 59,7±13,5⁰, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,251}=162.672$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se aprecian diferencias significativas entre los dos grupos de gimnasia y el grupo control ($p=.000$ en los dos casos).

Cuando se analizan los datos atendiendo al rango de edad, en todos los grupos se aprecian diferencias estadísticamente significativas (menores de 11 años: $F_{2,243}=40.569$, $p=.000$; entre 11-14 años: $F_{2,243}=72.464$, $p=.000$ y de 15 años o más: $F_{2,243}=61.758$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, las diferencias siempre son entre los dos grupos de gimnasia y el grupo control ($p=.000$).

Cuando se comparan los datos para los dos grupos de gimnastas se observa que el grupo de GRD obtiene mayores en el rango de menor de 11 años ($93,6^{\circ}\pm 16,2^{\circ}$ vs. $85^{\circ}\pm 13,7^{\circ}$), el GEG obtiene mayores valores en el rango de 15 o más años ($110,6^{\circ}\pm 13,2^{\circ}$ vs. $102,9^{\circ}\pm 15,2^{\circ}$), mientras que en el rango de 11-14 años los valores son similares ($99,8^{\circ}\pm 15,9^{\circ}$ vs. $98,1^{\circ}\pm 16,4^{\circ}$). Aunque en ningún caso las diferencias son significativas.

Al realizar un análisis intragrupo, se observa como en todos los grupos los valores del ángulo L-V aumenta con la edad. Así, en el grupo de GEG se obtiene un valor para el grupo de menos de 11 años de $85^{\circ}\pm 13,7^{\circ}$, para el grupo de entre 11-14 años de $99,8^{\circ}\pm 15,9^{\circ}$ y finalmente para el grupo de 15 o más años un valor de $110,6^{\circ}\pm 13,2^{\circ}$, siendo las diferencias estadísticamente significativas ($F_{2,243}=10.103$, $p=.000$). Al analizar las comparaciones por pares, se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre los menores de 11 años y los de 11-14 años ($p=.003$), entre los menores de 11 años y los de 15 años o más ($p=.000$) y una tendencia estadísticamente significativa entre los de 11-14 años y los de 15 años o más ($p=.056$).

Por otro lado, al observar los datos del grupo de GRD y del grupo control, se observa cómo aunque la tendencia es a que los valores vayan aumentando con la edad, las diferencias no son estadísticamente significativas ($F_{2,243}=2.069$, $p=.128$ y $F_{2,243}=.798$, $p=.452$ respectivamente).

En la tabla IV.23 se muestra el número de casos y el porcentaje de sujetos, según los valores de normalidad del test del ángulo L-V, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Al analizar el **total de la muestra**, los datos señalan que existen relaciones estadísticamente significativas entre los valores del Test L-V y la modalidad deportiva (X^2 $N=252$, $=140.587$, $p=.000$). En concreto, se aprecia que **los grupos de GEG y de GRD** presentan un **mayor** número de gimnastas con **normalidad** ($97,8\%$ y $97,6\%$ respectivamente), mientras que en el **grupo control** más del 70% de los casos tienen **cortedad**.

Cuando se analizan estos datos en función del rango de edad, se mantienen estas diferencias significativas entre los valores del Test L-V y la modalidad deportiva, tanto para el rango de menos de 11 años (X^2 $N=64$, $=32.658$, $p=.000$), como para el grupo entre 11-14 años (X^2 $N=130$, $=80.501$, $p=.000$) y para el grupo de 15 o más años (X^2 $N=58$, $=28.663$, $p=.000$). En concreto se aprecia que el grupo de GEG y de GRD obtienen casi el 100% de

normalidad y por el contrario en el caso del grupo control más del 70% de los sujetos tiene cortedad.

En la figura IV.10, se aprecia el porcentaje de sujetos según los valores de normalidad del Test del ángulo L-V, para cada una de las modalidades deportivas, en los diferentes grupos de edad analizados.

Tabla IV.23. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Ángulo L-V

GRUPO DE EDAD	VALORES DEL TEST L-V	GEG	GRD	CONTROL
TOTAL	Normal: $\geq 60^{\circ}$	89 (97,8%)	80 (97,6%)	23 (29,1%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	2 (2,2%)	2 (2,4%)	56 (70,9%)
Menos de 11 años	Normal: $\geq 60^{\circ}$	13 (92,9%)	22 (95,7%)	7 (25,9%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	1 (7,1%)	1 (4,3%)	20 (74,1%)
Entre 11-14 años	Normal: $\geq 60^{\circ}$	63 (98,4%)	37 (97,4%)	7 (25%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	1 (1,6%)	1 (2,6%)	21 (75%)
15 o más años	Normal: $\geq 60^{\circ}$	13 (100%)	21 (100%)	9 (37,5%)
	Cortedad: $< 60^{\circ}$	0 (0%)	0 (0%)	15 (62,5%)

TEST DEL ÁNGULO LUMBO-VERTICAL (L-V)

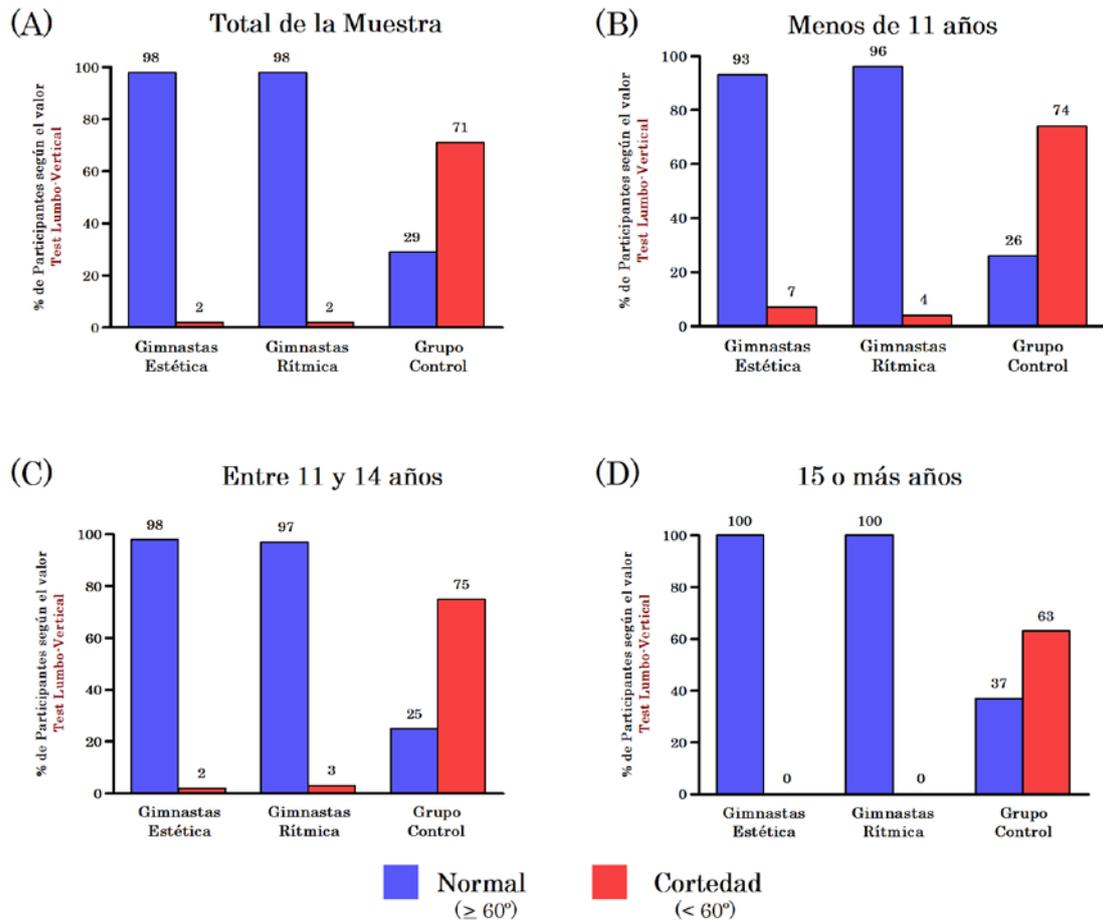


Figura IV.10. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test del Ángulo L-V.

IV.4. INCIDENCIA DEL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA CONFIGURACIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

En la tabla IV.24, se aprecia las correlaciones existentes entre las diferentes variables dependientes, con el volumen de entrenamiento de las deportistas de GEG.

Al analizar los datos de la tabla IV.24, solo se apreciaron correlaciones estadísticamente significativas entre el volumen de entrenamiento y DD-P ($r=.442$), Ángulo L-H fx ($r=-.385$), Flexión Máxima ($r=.437$) y la Extensión Máxima ($r=-.338$), si bien en todos los casos, se trata de valores de correlación baja.

Tabla IV.24. Correlaciones entre las variables objeto de estudio y el volumen de entrenamiento.

Variable	Índice de Correlación de Pearson	Significación	N Valido
GRADOS DE CIFÓISIS EN BIPEDESTACIÓN	-0,054	,702	52
GRADOS DE LORDOSIS EN BIPEDESTACIÓN	0,810	,569	52
ÁNGULO LH SEDENTACIÓN	-0,173	,229	50
GRADOS DE CIFÓISIS DORSAL EN SEDENTACIÓN	0,490	,733	51
GRADOS DE CIFÓISIS LUMBAR EN SEDENTACIÓN	-0,910	,526	51
GRADOS DE CIFÓISIS DORSAL EN DDP	-0,340	,812	52
GRADOS DE CIFÓISIS LUMBAR EN DDP	-0,165	,243	52
DISTANCIA DEDOS- PLANTA	0,442**	,001	50
ÁNGULO L-H Fx	-0,385**	,005	52
ÁNGULO L-V	0,251	,079	50
FLEXIÓN MÁXIMA DEL TRONCO	0,437**	,001	51
EXTENSIÓN MÁXIMA DEL TRONCO	-0,338*	,015	51

La figura IV.11. muestra la dispersión de las correlaciones estadísticamente significativas.

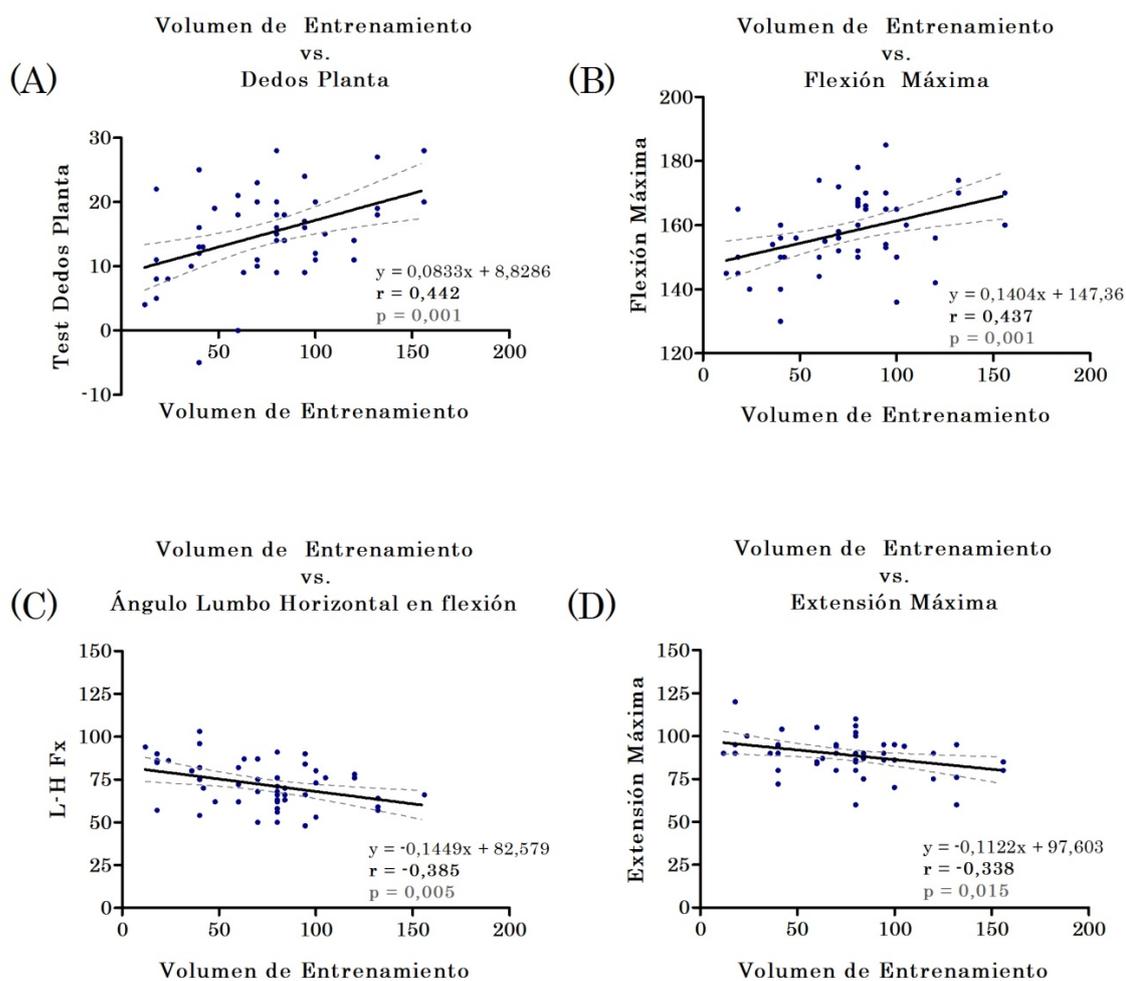


Figura IV.11. Relación entre el volumen de entrenamiento y (A) resultados del Test Dedos-Planta, (B) grados de Flexión Máxima, (C) ángulo Lumbo-Horizontal en flexión y (D) grados de Extensión Máxima para el grupo de Gimnastas Estética de Grupo.

V.

DISCUSIÓN



El plano sagital de la columna vertebral evoluciona con la edad, de tal forma que la columna de un niño no es un modelo en pequeño de la del adolescente, ni la del adulto, ya que conforme el niño crece, la alineación de la columna se modifica mostrando cambios en la postura y en el equilibrio del plano sagital (Sainz de Baranda et al., 2006).

La configuración de las curvaturas raquídeas demuestra gran plasticidad (Gozdziewski et al., 1989; Iwakami, 1987; Voutsinas y MacEwen, 1986; Wilner y Jonson, 1983), por lo que los diferentes movimientos y cargas de entrenamiento realizadas en los deportes pueden modificar las curvas raquídeas del plano sagital. Uetake et al. (1998) afirman que las curvas sagitales del raquis de un deportista pueden modificarse con el entrenamiento intensivo a lo largo del tiempo.

Desde las primeras observaciones publicadas por Scheüermann's (1920, 1921), se ha demostrado una asociación entre la hiperCIFOSIS torácica y el trabajo repetitivo requerido en los deportes. Hafner y Surrey (1952), Micheli (1979), Endler et al. (1980), Falter et al. (1981), Wilson y Lindseth (1982) y Sward (1992) observaron que existía asociación entre la hiperCIFOSIS y algunas actividades deportivas, como la gimnasia, el remo y la natación, al ser deportes que implican flexiones repetitivas y extremas de la columna vertebral.

En el presente estudio, se ha valorado la disposición sagital del raquis, en una muestra de gimnastas especialistas en Gimnasia Estética de Grupo, con objeto de valorar si la práctica continuada de este deporte condiciona un morfotipo raquídeo característico.

La importancia de conocer la disposición sagital del raquis se justifica en que la columna vertebral está preparada para soportar cargas dentro de unos rangos de normalidad (Propst-Proctor y Bleck, 1983; Santonja y Pastor, 2000; Winter y Hall, 1978). Sin embargo, cuando la columna se dispone con rangos mayores aumentará la posibilidad de que aparezca un daño en los distintos elementos que componen la unidad funcional de la columna: vértebra, disco intervertebral, ligamentos y músculos.

Estudios previos han encontrado una relación positiva entre el aumento de la cifosis y de la lordosis y el predominio del dolor de espalda (Christie et al., 1995; Öhlén et al., 1989; Roncarati y McMullen, 1988; Salminen et al., 1992; Salminen et al., 1993), así como las patologías en la columna vertebral (Hellström et al., 1990; Katz y Scerpella, 2003).

La adopción repetitiva o el mantenimiento de posturas hipercifóticas y de inversión del raquis lumbar, puede producir en un raquis inmaduro, un menor desarrollo en los núcleos de crecimiento de las vértebras sometidas a una excesiva presión (Ashton-Miller, 2004; Santonja y Pastor, 2003), originando acuñaamientos vertebrales anteriores (Santonja y Martínez, 1992; Pastor, 2000), nódulos de Schmorl o anomalías en el platillo vertebral (Callaghan y McGill, 2001; McGill, 2002; Yingling et al., 1997).

Las posturas hipercifóticas aumentan la presión sobre la parte anterior del disco intervertebral, provocando el desplazamiento posterior del núcleo pulposo con riesgo de desgarrar el anillo y de provocar la protrusión del disco (Cailliet, 1988; Callaghan y McGill, 2001; Krämer, 1989; Lambrinudi, 1934; Doers y Kang, 1999; Simunic et al., 2001).

Las cifosis lumbares aumentarán la tensión en las estructuras ligamentosas posteriores, de tal forma que, y en base al fenómeno de fatiga de los tejidos elásticos (Potvin, 1992; Van Dieën et al., 1998), se podrá producir una pérdida de la elasticidad de estos ligamentos, lo que podrá comprometer la estabilidad de la columna vertebral (Green et al., 2002; Jackson et al., 2001; Solomonow et al., 1999).

La postura hiperlordótica incrementará la carga en la parte posterior de la vértebra, especialmente en las articulaciones facetarias, acelerando su degeneración. La hiperlordosis lumbar puede aumentar el riesgo de espondilolisis y los movimientos continuados o intermitentes pueden predisponer a la aparición de una hernia discal (Micheli y Trepman, 1990).

Por este motivo, parece clara la necesidad de conocer cuál es el morfotipo raquídeo estático y dinámico de los deportistas y, en particular, conocer cómo afecta tanto el deporte como el tiempo de entrenamiento a la disposición del mismo.

V.1. ANÁLISIS DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS EN BIPEDESTACIÓN

V.1.1. Valoración de la disposición estática del raquis

V.1.1.1. En Bipedestación

Cifosis dorsal en Bipedestación. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis dorsal en bipedestación relajada, muestran como el grado de cifosis es dependiente de la práctica deportiva. El mayor grado de cifosis se observa en el grupo control ($33,5^{\circ} \pm 9,3^{\circ}$), con diferencias significativas cuando se compara con las gimnastas de estética ($29,3^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$) y las gimnastas de rítmica ($28,3^{\circ} \pm 7,4^{\circ}$).

Estos resultados son similares a los encontrados en otros estudios que han evaluado el morfotipo raquídeo de deportistas de otras disciplinas (Boldori et al., 1999; Pastor, 2000; Rajabi et al., 2000a, b; 2007; 2008). Aunque, en función del deporte practicado los deportistas muestran mayor o menor grado de cifosis dorsal cuando se comparan con un grupo control.

Entre los estudios que encuentran menores valores de cifosis, está el de Nilsson et al. (1993), Martínez-Gallego (2004), Kums et al. (2007) y Gómez-Lozano (2007). En todos los casos el deporte practicado es la Gimnasia Rítmica o la Danza.

Para determinar el efecto de la práctica en la disposición sagital del raquis, Nilsson et al. (1993) evaluaron el morfotipo raquídeo de niños en una escuela de danza, con un volumen de 10 horas de práctica semanal. Además, evaluaron a un grupo control con niños de la misma edad que no practicaban danza. La postura en bipedestación fue determinada con el cifómetro de Debrunner.

Los resultados muestran como los niños que practicaban danza presentaban una menor cifosis torácica ($11,8^{\circ}$) que el grupo control ($29,4^{\circ}$). Siendo las diferencias en la curva dorsal muy marcadas, de modo que los niños que practicaban danza tenían una cifosis torácica media de unos 18° menor que el grupo control.

Kums et al. (2007), compararon las curvas del raquis y las características del tono muscular entre un grupo de 32 gimnastas de rítmica y un grupo control de 48 chicas que no realizaban ejercicio físico. Las gimnastas presentaron menores valores angulares para el raquis torácico con respecto al grupo control ($p < 0,001$).

Gómez-Lozano (2007) evaluó el morfotipo raquídeo de 66 bailarinas (33 de danza clásica y 33 de danza española). La postura en bipedestación fue determinada con el mismo inclinómetro utilizado en el presente estudio.

Cuando comparó los datos entre las bailarinas y el grupo control observó diferencias significativas tanto para la curva dorsal como para la curva lumbar, observando unas diferencias de $14,66^{\circ}$ en la curva dorsal cuando comparaba el grupo control con las bailarinas de español. Al analizar los datos en función de la disciplina practicada observó que el grupo de ballet clásico presentó valores más elevados para la cifosis torácica ($28,30^{\circ} \pm 7,57^{\circ}$) que el grupo de danza española ($22,84^{\circ} \pm 8,67^{\circ}$).

De igual forma, Martínez-Gallego (2004) tras valorar a 163 gimnastas de rítmica (82 gimnastas de competición; 81 gimnastas de equipos de base) y comparar sus resultados con un grupo control de 79 niñas, observó una diferencia en la curva dorsal de $5,18^{\circ}$ cuando comparó el grupo de gimnastas de competición ($28,34^{\circ} \pm 7,44^{\circ}$) y el grupo control ($33,52^{\circ} \pm 9,27^{\circ}$). Aunque, hay que destacar que estas diferencias no aparecieron en el grupo de gimnastas de base, ya que para este grupo encontró una media de cifosis dorsal en bipedestación de $33,48^{\circ} \pm 7,13^{\circ}$. Estos resultados pueden ser debidos a la diferencia entre grupos en los años y las horas de entrenamiento a la semana. De tal forma que, el grupo de gimnastas de base, entrenaba de 2 a 3 sesiones a la semana con 1 hora de duración por sesión, y el grupo de gimnastas de competición entrenaba entre 8 y 15 horas por semana, en 4 ó 6 sesiones de 2 a 2 horas y media de duración.

Los resultados de los diferentes estudios ponen de relevancia la influencia que puede tener tanto la modalidad dentro de un mismo deporte (Gómez-Lozano, 2007), como el nivel de los deportistas (Martínez-Gallego, 2004), aunque en el presente estudio no se han encontrado diferencias significativas entre el grupo de estética ($29,3^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$) y el de rítmica ($28,3^{\circ} \pm 7,4^{\circ}$).

Otra modalidad de gimnasia que ha sido analizada es la modalidad de trampolín. Sainz de Baranda et al. (2009), evaluaron mediante un inclinómetro Unilevel a 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 chicas y 34 chicos). Tras el análisis de los resultados, encontraron un valor medio de $44,9^{\circ} \pm 7^{\circ}$ para la cifosis dorsal. Cuando compararon los resultados en función del sexo observaron diferencias significativas, con una mayor cifosis dorsal en los chicos ($46,91^{\circ} \pm 7,07^{\circ}$) versus chicas ($43,06^{\circ} \pm 8,91^{\circ}$).

El estudio de Öhlen et al. (1989b) valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de gimnastas. Analizaron a 64 gimnastas de la modalidad de artística, con una edad media de $11,9 \pm 2,7$ años (rango 6-20 años) y midieron la disposición sagital de la columna vertebral utilizando el cifómetro de Debrunner y el inclinómetro Myrin. La media de cifosis torácica fue de $30,6 \pm 7,9^\circ$ medida con el cifómetro de Debrunner y de $33,1 \pm 8^\circ$ medida con el inclinómetro.

La tendencia al aumento de la cifosis torácica en bipedestación en deportistas, respecto a un grupo control se ha evidenciado en futbolistas prepuberales (Boldori et al., 1999), en jugadoras de hockey, en el que predominan los movimientos en flexión del tronco para el manejo del stick (Rajabi et al., 2007) y en deportistas de lucha (Rajabi et al., 2008). En este último estudio, los autores encontraron que los luchadores de estilo libre ($30^\circ \pm 3,8^\circ$), cuya técnica se caracteriza por una flexión raquídea mantenida, presentaban una mayor cifosis torácica que los luchadores de Greco-Romana ($24,3^\circ \pm 3,7^\circ$), caracterizados por posturas más erguidas del tronco.

Otros deportes en el que se han observado mayores valores de cifosis dorsal en los deportistas cuando se comparan con un grupo control son el ciclismo, la natación, la escalada o el piragüismo.

Rajabi et al. (2000a, b), evaluaron la influencia del entrenamiento específico en ciclismo sobre el raquis torácico en bipedestación. Para ello, compararon la cifosis torácica entre 120 ciclistas y 120 sujetos no deportistas. Los resultados mostraron un mayor valor angular del raquis torácico en el grupo de ciclistas en comparación con los no deportistas.

Pastor (2000), con el objetivo de conocer el efecto que podía generar el entrenamiento específico de la natación, valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de nadadores. La muestra seleccionada fueron 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, de edades comprendidas entre los 9 y los 15 años.

La media del grado de cifosis dorsal medida con inclinómetro en los nadadores fue de $40,43 \pm 9,36^\circ$ (rango 20-57°), mientras que en las nadadoras fue de $39,56 \pm 9,57^\circ$ (rango 12-57°), no apreciando diferencias significativas entre las medias. Para valorar la influencia del estilo natatorio sobre la columna realizó un análisis de varianza en el que relacionó diversas variables clínicas con el estilo.

En la tabla V.1, se muestran los valores encontrados para la cifosis dorsal en función del estilo. Los resultados muestran como el estilo más cifosante en ambos sexos es la braza y el menos cifosante fue la mariposa en los chicos y la espalda en las chicas.

Tabla V.1. Valores medios del grado de cifosis dorsal en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	40,74 ⁰ ±9,36 ⁰	37,9 ⁰ ±9,07 ⁰
Espalda	40,8 ⁰ ±8,82 ⁰	36,87 ⁰ ±11,66 ⁰
Mariposa	34,4 ⁰ ±10,14 ⁰	40,3 ⁰ ±9,40 ⁰
Braza	42,5 ⁰ ±9,61 ⁰	42,15 ⁰ ±9,16 ⁰

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Los escaladores fueron divididos en dos grupos: alto nivel, que entrenaban una media de 9,8 horas semanales, y escaladores recreativos con un volumen de entrenamiento de 3,4 horas a la semana. Las mediciones fueron realizadas con Spinal Mouse. Tras el análisis de los resultados observan que la cifosis torácica fue significativamente mayor en los escaladores que entrenaban más horas. En un análisis posterior, el grupo de élite fue dividido en otros dos grupos en función de su nivel. Los de mayor nivel tenían mayor cifosis torácica. Los autores concluyen que el morfotipo raquídeo de los escaladores se caracteriza por una cifosis torácica más acentuada, probablemente debido a la influencia de la técnica y a la cortedad del pectoral mayor.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008), compararon el morfotipo raquídeo sagital entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. Al valorar la postura en bipedestación, encontraron una mayor cifosis torácica en los kayakistas (42,22⁰±7,76⁰) respecto a los canoistas (37,45⁰±8,68⁰).

Todos estos estudios, demuestran como el deporte y la modalidad deportiva juegan un papel clave en las adaptaciones de la disposición sagital del raquis en bipedestación.

Categorización de la curva dorsal en bipedestación

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva torácica, se han utilizado las referencias descritas por Moe et al. (1982) y Santonja y Pastor (2000), que sitúan el límite entre la normalidad y la hiperCIFOSIS en 40°.

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis torácica, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un mayor porcentaje de rectificaciones (23,4%); b) el grupo de gimnasia rítmica es el que presenta mayor porcentaje de normalidad (80,5%); y c) el grupo control es el que presenta mayor porcentaje de hiperCIFOSIS (24,1%).

Estos resultados son similares a los observados por Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas. Así, cuando categoriza los valores de la curva dorsal en bipedestación, observa que un 18,2% de las bailarinas de clásico presentan rectificación y un 85,8% tienen cifosis dorsal dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo de español, un 48% de las bailarinas presentan rectificación y un 52% normalidad. En el grupo control, un 30,3% presentan hiperCIFOSIS y un 69,7% tienen la cifosis dorsal dentro de la normalidad.

Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica de competición encuentra un 80% de normalidad, un 15% de rectificación y un 5% de hiperCIFOSIS. Mientras que en el grupo de gimnastas de escuela, el porcentaje de curvas dorsales normales es del 83%, un 4% de rectificaciones y un 13% de hiperCIFOSIS.

El mayor porcentaje de casos dentro de la normalidad, y sobre todo el mayor porcentaje de rectificaciones en los estudios realizados con bailarinas y gimnastas de GEG y GRD, puede ser debido a la especial atención que en estos deportes se dedica a la conformación de un correcto esquema corporal, centrado en una adecuada alineación raquídea y segmentaria que facilite la adquisición de la técnica deportiva.

Parece ser que la práctica continuada de estos deportes, sobre todo el baile flamenco-español conduce a la rectificación de la cifosis, no sólo como una respuesta diaria a estímulos técnicos sino también como una adaptación específica del ser humano a esta técnica artística. Según Gómez-Lozano (2007) la propia actitud del baile flamenco-español tiende a realizar una extensión global del raquis mientras se produce el movimiento de braceo y zapateo, sobre todo en determinadas posturas tradicionales del

flamenco. Este movimiento de extensión en las bailarinas de español tiene como consecuencia una amplia reducción de la cifosis dorsal cuando bailan.

Esta posición de excesiva autocorrección de la cifosis dorsal en ocasiones suele ejecutarse incorrectamente debido a que se acompaña de un incremento de lordosis lumbar sin control pélvico. La mayoría de los autores describen este hecho en la danza clásica como un error técnico cuyas repercusiones pueden llegar a ser graves (Di Tullio et al., 1989; Gelabert, 1986; Micheli y Solomon, 1987; Schafle, 1990). En la danza española y concretamente en el flamenco, este sacar pecho forma parte de su estilo y de su carácter tradicional. Por otro lado, si llegase a desaparecer la curva dorsal podría anular ciertas funciones relevantes (Herring y Dobousset, 1988), ya que una ausencia de cifosis puede predisponer a la disminución de la amortiguación del impacto contra el suelo y una mayor tendencia a la lesión del disco intervertebral (Llanos y Martín, 1998).

Sammarco (1984) ya advierte que es un propósito constante en los entrenamientos de danza clásica un tipo de cifosis dorsal rectificada originada por acciones como “estirar hacia arriba” como una obsesión en dichas clases. Las similitudes de resultados con las bailarinas conlleva a pensar que unos patrones de comportamiento comunes de técnica clásica unifican el morfotipo del raquis dorsal entre una y otra disciplina (Gómez-Lozano et al., 2013).

Por ello, será importante analizar la técnica con la que realizan los ejercicios las gimnastas de GEG, para que prevalezcan las curvas fisiológicas y un raquis alineado, circunstancia que beneficiará la correcta disposición sagital de la columna vertebral.

Los porcentajes de normalidad y rectificación encontrados en las gimnastas de estética, de rítmica y las bailarinas, difieren de deportes como el piragüismo, el tenis, el voleibol y la natación, en los que existen mayores porcentajes de hipercifosis y menores valores de rectificación dorsal.

López-Miñarro et al. (2008), encontraron que el 73,9% de los kayakistas y el 85% de los canoistas presentaban valores angulares normales para el raquis torácico, mientras que el resto de deportistas presentaba una hipercifosis leve. Ninguno de estos deportistas presentó rectificación dorsal.

Muyor et al. (2013) evaluaron a 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres). Encontraron cifosis torácica media de $43,83^{\circ} \pm 7,87^{\circ}$ en los chicos y $36,13^{\circ} \pm 6,69^{\circ}$ en las chicas. Al comparar los resultados en función del sexo encontraron diferencias

significativas, de tal forma que los chicos presentaron una mayor cifosis dorsal. Estas diferencias entre sexos, también se observaron al categorizar los valores en función de la normalidad. Así, en la curva dorsal, los chicos presentaron un 62,5% de normalidad y un 37,5% de hipercifosis dorsal. Mientras que las chicas presentaron un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hipercifosis dorsal.

Sliwa y Clebicka (1998), evaluaron mediante un posturómetro electrónico-S, la influencia del entrenamiento específico del voleibol sobre la postura corporal y el morfotipo raquídeo en bipedestación, en un grupo de 22 jugadores y otro de 12 gimnastas acróbatas. En la gimnasia acrobática, se producen movimientos de máxima flexión y extensión del tronco en los volteos y saltos, así como en situaciones de carga raquídea, al soportar el peso corporal de los demás compañeros en la creación de una figura. Al comparar ambos deportes, los autores encontraron diferencias significativas en la cifosis torácica y lordosis lumbar. El grupo de voleibol presentó un 58% de casos con una hipercifosis torácica, frente al 45,1% de los acróbatas.

Por último, Pastor (2000) valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa. Cuando categorizó los valores desde el punto de vista clínico encontró mayores casos de hipercifosis en los nadadores con un 57,1% de los casos frente a un 46,5% de hipercifosis en las nadadoras. Sólo el 1,2% de los nadadores presentó rectificación dorsal y el resto presentaron un raquis dorsal dentro de la normalidad (47%).

Lordosis lumbar en Bipedestación. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de lordosis lumbar en bipedestación relajada, muestran como el grado de lordosis es dependiente de la edad pero no de la modalidad deportiva. Aunque, el menor grado de lordosis se observa en el de gimnastas de estética ($32,9^0 \pm 8,5^0$), con diferencias casi significativas cuando se compara con las gimnastas de rítmica ($35,9^0 \pm 8,7^0$) y las chicas del grupo control ($35,4^0 \pm 9,2^0$).

Entre los estudios que encuentran menores valores de lordosis que la población control se encuentran el de Nilsson et al. (1993), Martínez-Gallego (2004), Kums et al. (2007) y Gómez-Lozano (2007). En todos los casos el deporte practicado es la Gimnasia Rítmica o la Danza.

Nilsson et al. (1993) evaluaron el morfotipo raquídeo de niños en una escuela de danza, con un volumen de 10 horas de práctica semanal con el cifómetro de Debrunner. Los niños que practicaban danza presentaban una menor lordosis lumbar ($22,1^0$) que el grupo control ($30,7^0$).

Kums et al. (2007), compararon un grupo de 32 gimnastas de rítmica y un grupo control de 48 mujeres que no realizaban ejercicio físico. Las gimnastas presentaron menores valores angulares para el raquis lumbar con respecto al grupo control ($p < 0,001$). Además, debido a los desequilibrios musculares detectados, el 50% de las gimnastas padecían dolor lumbar.

Gómez-Lozano (2007) evaluó el morfotipo raquídeo de 66 bailarinas (33 de danza clásica y 33 de danza española). La postura en bipedestación fue determinada con el mismo inclinómetro utilizado en el presente estudio. Cuando comparó los datos entre las bailarinas de español y el grupo control observó diferencias de $6,53^0$ en la curva lumbar. Al analizar los datos en función de la disciplina practicada, observó que el grupo de ballet clásico presentó valores más elevados para la lordosis lumbar ($35,18^0 \pm 6,32^0$) que el grupo de danza española ($33,84^0 \pm 5,92^0$).

De igual forma, Martínez-Gallego (2004) tras valorar a 163 gimnastas de rítmica (82 gimnastas de competición; 81 gimnastas de equipos de base) y comparar sus resultados con un grupo control de 79 niñas, observó una mayor lordosis en el grupo de gimnastas de base ($40,30^0 \pm 8,98^0$) en comparación con el grupo de gimnastas de competición ($35,88^0 \pm 8,69^0$) y el grupo control ($35,38^0 \pm 9,23^0$).

Aunque, hay que destacar que las diferencias entre ambos grupos de gimnastas pueden deberse a la diferencia entre los años de entrenamiento y las horas de entrenamiento a la semana entre ambos grupos de gimnastas. El grupo de gimnastas de base entrenaban de 2 a 3 sesiones a la semana con 1 hora de duración por sesión y el grupo de gimnastas de competición entrenaban entre 8 y 15 horas por semana, en 4 ó 6 sesiones de 2 a 2 horas y media de duración.

Otra modalidad de gimnasia que ha sido analizada es la modalidad de trampolín. Sainz de Baranda et al. (2009), evaluaron mediante un inclinómetro Unilevel a 69 gimnastas de competición de la modalidad de trampolín (35 chicas y 34 chicos). Los valores medios para la lordosis lumbar fueron $36,25^{\circ} \pm 10,1^{\circ}$. Cuando compararon los resultados en función del sexo encontraron diferencias significativas, observando mayor lordosis lumbar en las chicas ($40,31^{\circ} \pm 10^{\circ}$) versus chicos ($32,06^{\circ} \pm 7,7^{\circ}$).

Öhlen et al. (1989b), analizaron a 64 gimnastas de la modalidad de artística, con una edad media de $11,9 \pm 2,7$ años (rango 6-20 años) y midieron la disposición sagital de la columna vertebral utilizando el cifómetro de Debrunner y el inclinómetro Myrin. La media de la lordosis lumbar fue de $35,6^{\circ} \pm 7,8^{\circ}$ medida con cifómetro de Debrunner y de $35,2^{\circ} \pm 6,9^{\circ}$ medida con el inclinómetro. El 20% de las gimnastas manifestaron dolor lumbar. Cuando compararon las diferencias entre las gimnastas con dolor ($40,6^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$) y las gimnastas asintomáticas ($35,4^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$) observaron que la media de lordosis era mayor en las gimnastas con dolor de espalda. Encontraron una correlación significativa entre el dolor de espalda y la lordosis superior a 41° .

Otros deportes en los que se ha analizado la curva lumbar en bipedestación son la natación, la escalada, el tenis o el piragüismo.

Pastor (2000), valoró el morfotipo raquídeo en una muestra de 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, con edades entre los 9 y los 15 años. La media del grado de lordosis lumbar, medida con inclinómetro en los nadadores, fue de $31,21^{\circ} \pm 7,36^{\circ}$, con un rango de 12° - 47° , mientras que en las nadadoras fue de $36,33^{\circ} \pm 8,06^{\circ}$, con un rango de 20° - 55° , encontrando una mayor lordosis lumbar en las chicas que en los chicos, pero sin diferencias significativas.

En la tabla V.2, se muestran los valores encontrados para la lordosis lumbar en función del estilo. Los resultados muestran como el estilo más lordosante en nadadores es la espalda y el menos lordosante mariposa, mientras que en las chicas el estilo más lordosante es la braza y el menos la espalda.

Tabla V.2. Valores medios del grado de lordosis en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	30,89 ⁰ ±7,51 ⁰	37,17 ⁰ ±9,09 ⁰
Espalda	33,62±8,66 ⁰	32,87 ⁰ ±9,42 ⁰
Mariposa	29,6 ⁰ ±7,63 ⁰	35,5 ⁰ ±4,53 ⁰
Braza	30,7 ⁰ ±6,50 ⁰	38,31 ⁰ ±8,43 ⁰

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Observan que la cifosis torácica y la lordosis lumbar en bipedestación fueron significativamente mayores en los escaladores que entrenaban un mayor volumen, aunque en cuanto a la lordosis las diferencias no alcanzaron significación estadística.

Muyor et al. (2013) evaluaron a 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres). Los valores medios de lordosis lumbar fueron 27,58°±7,01° en chicos y 32,69°±5,06° en chicas. Al comparar los resultados en función del sexo encontraron diferencias significativas, de tal forma que las chicas presentan una mayor lordosis lumbar e inclinación pélvica.

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años. En bipedestación, los valores angulares medios para la curva lumbar fueron 28,68°±6,26°.

En otro estudio, López-Miñarro et al. (2008), compararon el morfotipo raquídeo sagital entre kayakistas y canoistas de categoría infantil. En la curva lumbar, los valores fueron de 27,91°±6,21° y 25,70°±6,15° (p>0,05).

Destacar la influencia que sobre la lordosis ha mostrado la variable edad. En el presente estudio se observa como en los tres grupos los valores aumentan conforme aumenta la edad. Así, el grupo de gimnastas de estética de menos de 11 años presenta una lordosis media de 28°±6,8° y el grupo 15 o más años presenta una lordosis media de 36,4°±9,2°. El grupo de gimnastas de rítmica de menos de 11 años presenta una lordosis media de 33,8°±9,4° y el grupo de 15 o más años presenta una lordosis media de 39,2°±8,6°. Mientras que el grupo control menor de 11 años presenta una lordosis media de 32,3°±9,6° y el grupo de 15 o más años presenta una lordosis media de 37,5°±9,9°

Esta evolución de la lordosis con la edad, se ha encontrado también en diferentes estudios realizados con niños en edad escolar (Cil et al., 2004; Murray y Bulstrode, 1996; Voutsinas y MacEwen, 1986).

Categorización de la curva lumbar en bipedestación

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias descritas por Santonja y Pastor (2000), que sitúan el límite entre la normalidad y la hiperlordosis en 40°.

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la lordosis lumbar, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un mayor porcentaje de normalidad (77,7%); b) el grupo de gimnasia rítmica es el que presenta mayor porcentaje de hiperlordosis (34,1%); y c) el grupo control es el que presenta mayor porcentaje de rectificaciones (11,4%).

Estos resultados son similares a los observados por Martínez-Gallego (2004) ya que cuando compara dos grupos de gimnasia rítmica y los compara con un grupo control, observa mayores porcentajes de hiperlordosis en las gimnastas. Así, en el grupo de gimnastas de rítmica de competición encuentra un 63% de normalidad, un 3% de rectificación y un 34% de hiperlordosis. Mientras que en el grupo de gimnastas de escuela, el porcentaje de normalidad es del 58%, un 41% de hiperlordosis y sólo 1 caso de rectificación.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas, observa que un 15,2% de las bailarinas de clásico presentan hiperlordosis y un 84,8% tienen la lordosis lumbar dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo de español un 6,1% de las bailarinas presentan hiperlordosis y un 93,9% normalidad. En el grupo control, un 41,2% presentan hiperlordosis y un 58,8% tienen la curva lumbar dentro de la normalidad.

El mayor porcentaje de casos dentro de la normalidad en el grupo de gimnastas de estética en comparación con el grupo de gimnastas de rítmica, puede ser debido a la especial atención que se dedica en la GEG a la conformación de un correcto esquema corporal, centrado en una adecuada alineación raquídea y segmentaria que facilite la adquisición de la técnica deportiva. Además, el reglamento limita las hiperextensiones del tronco lo cual puede favorecer hacia una mejor disposición de la curva lumbar.

Martínez-Gallego (2004) expone que las gimnastas de rítmica realizan multitud de ejercicios con el raquis lumbar en hiperextensión, alcanzando rangos articulares

extremos, lo que podrían relacionarse con la adopción de una postura hiperlordótica. Además, estas constantes hiperextensiones pueden provocar un peor control de la curva lumbar.

En GEG, la postura habitual en bipedestación durante la ejecución de los elementos corporales obliga a la retroversión de la pelvis, favoreciendo de este modo la disminución de la lordosis lumbar, pero cuando las gimnastas llevan años entrenando y aumenta el número de horas por sesión, se incrementa proporcionalmente el número de elementos de hiperextensión del tronco a realizar en cada entrenamiento, provocándose el efecto contrario, debido al aumento del tono de los músculos anteversores que permiten la basculación en anteversión de la pelvis para poder realizar la hiperextensión, lo que acentúa la curvatura lumbar con la edad (Lapierre, 1996). Este problema se agrava porque la técnica correcta de estos elementos de hiperextensión, requiere que se realicen de forma balística, aumentando la fuerza y sometiendo a los músculos a un control excesivo.

Es necesario considerar, de forma general que en ocasiones, cuando la técnica de GEG ha sido deficitaria y ha existido una mala alineación de los segmentos durante el transcurso de los entrenamientos, a lo largo del tiempo puede llegar a ocasionar una alteración del morfotipo lumbar (hiperlordosis). A ésta, se le suele asociar diversas afecciones como lumbalgias (Micheli, 1983; Öhlen et al, 1989b), disfunciones en L₄-L₅-S₁ (Arendt y Kerschbaumer, 2003), sobrecargas lumbares (Howse, 2002) y espondilolisis (Goertzen et al., 1989; Ireland y Micheli, 1987).

Bachrach (1988) indica que tanto las espaldas hiperlordóticas como con el raquis rectificado predisponen a lesiones y a muy largo plazo, pueden desembocar en artrosis.

Gamboian et al. (2000) en un estudio realizado sobre los efectos del entrenamiento en la inclinación de la pelvis y la lordosis lumbar, explican que tras aplicar un entrenamiento del esquema corporal a 40 bailarines de danza clásica se producen mejoras en la alineación de la lordosis en bipedestación con independencia de los grados de inclinación pélvica. Lo mismo sucede tras aplicar un programa de educación postural a escolares (Fernández-Campos, 2011; Peña, 2010; Rodríguez-García, 1998; Sainz de Baranda, 2002).

Puesto que la postura del raquis lumbar está íntimamente relacionada con la posición de la pelvis (Levine y Whittle, 1996), un adecuado trabajo de concienciación pélvica debería ser incluido en los programas de entrenamiento.

Coincidiendo con Llanos y Martín (1998), consideramos que la presencia de las curvaturas fisiológicas en el plano sagital, son necesarias desde un punto de vista de la salud. Pero, en ocasiones, la especialización técnica en escena exige un tipo de principios biomecánicos diferentes a los de la vida cotidiana que suponen la alteración del equilibrio físico y también morfológico. Este es el caso de las gimnastas de rítmica en el que sus exigencias corporales son muy elevadas, y es lo que quiere solventarse en las gimnastas de estética.

La práctica de la GEG debido a que se encuentra limitada por el reglamento en cuanto a las hiperextensiones del tronco, puede aportar beneficios al raquis dorso-lumbar posibilitando movimientos lumbares de manera más suave y armónica que incidirían en la correcta colocación del raquis, diferenciándose este tipo de trabajo de la GRD de alta competición, de la que diversos autores coinciden en manifestar que puede ser lesiva al presentar un mayor riesgo de patología en la charnela lumbo-sacra (Balius et al, 1987; Mendizábal, 2000; Standaert y Herring, 2000). A esto se le suma el trabajo que se realiza en la percepción del esquema corporal por las gimnastas, la exigencia de máxima flexibilidad y el desarrollo de todos los grupos musculares, que propician el tono muscular adecuado para sustentar al raquis y en especial a la charnela lumbo-sacra.

Los porcentajes encontrados en las gimnastas de estética, de rítmica y las bailarinas, difieren de los hallados por otros autores.

López-Miñarro et al. (2008), es su estudio de kayakistas y canoistas de categoría infantil, encuentra lordosis normal en un 91,3% de los kayakistas y un 90% de los canoistas. El 8,7% de los kayakistas y el 10% de los canoistas presentaban rectificación lumbar. Ninguno de estos deportistas presentó hiperlordosis lumbar, lo que relacionan los autores a la sedentación prolongada en el caso de los kayakistas y a la flexo-extensión cíclica del raquis en el caso de los canoistas.

Muyor et al. (2013), en su estudio de 40 tenistas adolescentes (24 varones y 16 mujeres), observan una mayor lordosis lumbar e inclinación pélvica en las chicas. Estas diferencias entre sexos, también se observan al categorizar los valores en función de la normalidad. En la curva lumbar, los chicos presentan un 83,3% de normalidad, un 12,5% de rectificaciones y un 4,2% de hiperlordosis. Mientras que las chicas presentan un 93,8% de normalidad y un 6,2% de hiperlordosis.

Sliwa y Clebicka (1998) observan en un grupo de jugadores de voleibol un 36,8% de hiperlordosis, mientras que en el de los acróbatas, este porcentaje sólo fue del 8,3%.

Pastor (2000) en su estudio con 345 nadadores de élite de categoría infantil y promesa, encuentra mayores casos de hiperlordosis en las nadadoras con un 32,3% de los casos frente a un 7,1% en los nadadores. Mientras que sólo el 2,3% de los nadadores presentó rectificación dorsal y el resto presentaron un raquis lumbar dentro de la normalidad (82,3%).

V.1.1.2. Valoración de la disposición sagital del raquis en sedentación

La sedentación es una de las posiciones más frecuentes y habituales en las que permanecen más tiempo las personas a lo largo de día. Además, en deportes como la canoa, el remo o el ciclismo, la sedentación es la posición básica de entrenamiento y competición, de ahí el interés por su valoración dentro del morfotipo raquídeo. Sin embargo, son pocos los estudios que han analizado esta posición en una muestra de deportistas (Gómez-Lozano, 2007; Martínez-Gallego, 2004; Muyor, 2010; Sainz de Baranda et al., 2009; 2010).

Cifosis dorsal en sedentación asténica. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis dorsal en sedentación asténica, muestran como el grado de cifosis es dependiente de la práctica deportiva. Aunque, el mayor grado de cifosis se observa en el grupo de gimnastas de estética ($47,85^{\circ} \pm 12,93^{\circ}$), con diferencias significativas cuando se compara con el grupo de gimnastas de rítmica ($38,5^{\circ} \pm 10,47^{\circ}$) y con el grupo control ($39,6^{\circ} \pm 11,59^{\circ}$).

Estos resultados sorprenden, ya que se esperaban mejores valores en las gimnastas de estética en comparación con el grupo control. A nivel de la modalidad de gimnasia (estética versus rítmica), los resultados pueden ser debidos a las diferencias en años y volumen de entrenamiento entre ambos grupos.

Martínez-Gallego (2004) encuentra valores similares cuando compara al grupo de gimnastas de rítmica de competición ($38,53^{\circ} \pm 10,47^{\circ}$) con el grupo control ($39,58^{\circ} \pm 11,59^{\circ}$). A su vez, no encuentra diferencias entre nivel deportivo, ya que las gimnastas de rítmica de base obtienen una media de $37,64^{\circ} \pm 11,24^{\circ}$, similar a las gimnastas de competición.

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de competición de la modalidad de trampolín, observan valores similares a los encontrados en el grupo de GEG, con valores medios de $50,28^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Cuando compararon los resultados en función del sexo no aprecian diferencias significativas, con valores de $51,38^{\circ} \pm 12^{\circ}$ en los gimnastas y de $49,2^{\circ} \pm 7^{\circ}$ en las gimnastas.

Por el contrario, Gómez-Lozano (2007), sí que encuentra diferencias entre los valores medios de las bailarinas y los del grupo control, pero en este caso las bailarinas presentan mejores valores de cifosis dorsal en sedentación que el grupo control. Así, en el grupo de bailarinas de clásico encontró valores medios de $33,09^{\circ} \pm 11,85^{\circ}$; en el grupo de

bailarinas de español los valores medios fueron $30,96^0 \pm 11,85^0$ y en el grupo control los valores medios fueron $39,71^0 \pm 9,57^0$.

Por último, destacar el estudio de Muyor (2010) que analiza a 180 ciclistas de diferentes categorías: Sénior/Élite ($23,2 \pm 4,4$ años), Máster 30 ($34,2 \pm 3$ años); Máster 40/50 ($45,3 \pm 5,2$ años) y 68 sujetos sedentarios ($20,8 \pm 2,3$ años). Observa los menores valores de cifosis dorsal en sedentación en el grupo control ($41^0 \pm 9,4^0$), mientras que los mayores valores angulares los encuentra en el grupo Máster 40/50 ($47,6^0 \pm 8,9^0$) con diferencias significativas entre estos dos grupos ($p < 0,001$).

Categorización de la curva dorsal en sedentación

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva torácica, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis en 40^0 .

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis torácica, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un menor porcentaje de normalidad, con tan solo el 29% de las gimnastas con curvas normales; b) el grupo de gimnasia rítmica y el grupo control presentan valores similares, con un 54% de los morfotipos dentro de la normalidad; un 42% y un 43% de hipercifosis leve, y un 3,7% y un 2,5% de hipercifosis moderadas respectivamente.

Los resultados del presente estudio contrastan con los encontrados por Gómez-Lozano (2007) en bailarinas y Martínez-Gallego (2004) en gimnastas tanto de base como de competición. Sólo Muyor (2010), en un estudio con ciclistas, encuentra una mayor cifosis en ciclistas en comparación con el grupo control, presentando un 51% de morfotipos cifóticos leves en sedentación relajada.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa solamente morfotipos alterados en un 15% y un 18,2% de las bailarinas de clásico y español respectivamente, demostrando actitudes cifóticas dorsales leves en esta postura. Mientras que en el grupo control encuentra un 33,4% de morfotipos alterados (15,2%, cifosis moderadas). Los datos muestran diferencias significativas entre las bailarinas de ambos estilos y las no bailarinas ($p < 0,000,1$).

Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica de escuela observa un 63% de raquis dorsales dentro de la normalidad, un 30% de actitudes cifóticas leves y un 7% de

actitudes cifóticas moderadas, muy similar al grupo de gimnastas de competición (56%, curvas dorsales normales, 38% de actitudes cifóticas leves y 6% de actitudes cifóticas moderadas).

Los datos de la presente investigación revelan que, a pesar de que las gimnastas de estética trabajan el esquema corporal, ya sea por la higiene postural cotidiana, el tipo de entrenamiento o por no realizar una buena transferencia del trabajo realizado, las gimnastas presentan un morfotipo alterado de la curva dorsal en sedentación asténica, lo cual debe ser tenido en cuenta por los entrenadores.

Por otro lado, con muestras de escolares Rodríguez-García (1998) observa un 31,5% de actitudes dorsales leves, un 9,8% de actitudes moderadas y un 1,1% de actitudes marcadas. Casimiro (1999) determina que en la etapa escolar de Primaria existe una frecuencia de actitudes incorrectas dorsales del 45,3% y en Secundaria del 61,4%. Sainz de Baranda en 2002, tras valorar a 99 escolares de primaria, halla porcentajes del 50% con cifosis leves y del 17% de cifosis moderadas. Peña (2010) observa en la exploración previa como los escolares presentan una "mala sedentación asténica", al presentar casi un 60% hiper cifosis dorsal (36,9% leves y 22,1% moderadas). Los porcentajes de estos trabajos, advierten de la postura tan pobre en sedentación que adquieren los alumnos en edades de escolarización.

Llama la atención que los resultados obtenidos en el presente estudio en cuanto a morfotipos alterados en GEG, sean incluso peores a los obtenidos por las muestras de escolares sedentarios.

Cifosis lumbar en sedentación asténica. Valores medios.

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis lumbar en sedentación asténica, muestran como el grado de la curva lumbar depende de la práctica deportiva. Aunque, en este caso, las gimnastas de ambas modalidades obtienen mayores grados de cifosis lumbar, observando valores medios de $16,7^{\circ} \pm 6,6^{\circ}$ en las gimnastas de rítmica, $15,9^{\circ} \pm 8,1^{\circ}$ en las gimnastas de estética y $13,8^{\circ} \pm 7,7^{\circ}$ en el grupo control ($p=0,033$).

Martínez-Gallego (2004) también observa una mayor cifosis lumbar en sedentación en los grupos de GRD, ya sean de escuela ($16,24^{\circ} \pm 7,29^{\circ}$) o de competición ($16,8^{\circ} \pm 6,55^{\circ}$), cuando los compara con el grupo control ($13,81^{\circ} \pm 7,72^{\circ}$).

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de competición de la modalidad de trampolín, observan valores similares a los encontrados en el grupo de GEG y GRD, con

valores medios de $17,4^0 \pm 9,6^0$. Cuando compararon los resultados en función del sexo aprecian diferencias significativas, con valores de $21^0 \pm 7,9^0$ en los gimnastas y de $14^0 \pm 10^0$ en las gimnastas.

Por el contrario, Gómez-Lozano (2007), en su estudio con bailarinas de clásico y español, observa valores medios de cifosis lumbares muy inferiores, con una media de cifosis lumbar de $8,33^0 \pm 6,44^0$ en las bailarinas de clásico y de $8,36^0 \pm 6,14^0$ en las bailarinas de español. Mientras que en el grupo control los valores son de $5,59^0 \pm 8,38^0$. Datos muy por debajo de los valores encontrados en el presente estudio.

La mala disposición de la columna lumbar en sedentación encontrada tanto en la modalidad de GEG como en la de GRD, es quizá producto del abusivo trabajo de hiperflexiones e hiperextensiones que se realizan en gimnasia y también del método de entrenamiento, dando como resultado un raquis hiper móvil, sobre todo en GRD donde es mayor, la lordosis lumbar en bipedestación y el porcentaje de casos de hiperlordosis.

Es conocido que la flexión provoca una deformación de los tejidos blandos lumbares debido a una inhibición mioeléctrica previa por mantener repetidamente posiciones máximas. Este hecho produce un incremento en los grados de curvatura lumbar de manera transitoria y crónica (Brereton y McGill, 1999; Jackson et al., 2001; McGill y Brown, 1992; Solomonow et al., 2002). Sospechamos que en aquellas gimnastas que han sufrido el proceso de deformación del tejido visco-elástico, se manifiesta el aumento de la inversión lumbar en la sedentación.

Categorización de la curva lumbar en sedentación

Para determinar la distribución de los sujetos la curva lumbar en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis en 15^0 .

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis lumbar, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) ambos grupos de gimnastas presentan menor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad (40,9% en el grupo de GEG y 40,7% en el grupo de GRD) que el grupo control (59,5%).

Los resultados del presente estudio son similares a los encontrados por Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica, tanto de base (42%) como de competición (34%). Sin embargo, Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa porcentajes de normalidad mayores (75,7% y 87,8% para el grupo de clásico y de español

respectivamente). Por el contrario, Muyor (2010) en su estudio con ciclistas, observa menores porcentajes de normalidad (28,9%).

Martínez-Gallego (2004) en gimnastas de rítmica de escuela encuentra un 34% de actitudes cifóticas lumbares leves y un 24% de actitudes cifóticas moderadas. En el grupo de gimnastas de competición obtiene un 40% de actitudes cifóticas leves y un 26% de actitudes cifóticas moderadas y dentro del grupo control encuentra un 31% de actitudes cifóticas leves y un 17% de actitudes cifóticas moderadas.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa solamente morfotipos alterados en un 15% y un 18,2% de las bailarinas de clásico y español respectivamente, demostrando actitudes cifóticas dorsales leves en esta postura. Mientras que en el grupo control encuentra un 33,4% de morfotipos alterados (15,2%, cifosis moderadas). Los datos muestran diferencias significativas entre las bailarinas de ambos estilos y las no bailarinas ($p < 0,001$).

Respecto a estudios con poblaciones no deportistas, Rodríguez-García (1998) obtiene en sus escolares un 44,6% de cifosis lumbares aumentadas en sedentación. Sainz de Baranda (2002) observa un 67% de alteraciones a este nivel (45% de actitudes leves y 19% de las moderadas) y Peña (2010) encuentra un 23,4% de cifosis lumbares (19,8% leves y un 3,6% moderadas) con una media de $8,01^0 \pm 9^0$.

Ángulo Lumbo Horizontal en sedentación asténica (L-H SA)

Los resultados de la presente investigación, respecto al ángulo L-H SA, muestran como el grado de basculación de la pelvis es dependiente de la práctica deportiva, observando mayores valores en ambos grupos de gimnastas ($p=0,003$). Los valores medios para el grupo de gimnastas de estética fueron de $107,4^0 \pm 12,5^0$, para el grupo de gimnastas de rítmica $105,5^0 \pm 9,6^0$ y para el grupo control $102,4^0 \pm 9,8^0$.

Martínez-Gallego (2004) también observa un mayor ángulo L-H SA en los grupos de GRD, ya sean de escuela ($104,31^0 \pm 8,56^0$) o de competición ($105,46^0 \pm 9,59^0$), cuando los compara con el grupo control ($102,44^0 \pm 9,83^0$).

Gómez-Lozano (2007), en su estudio con bailarinas de clásico y español, observa valores medios del ángulo L-H SA menores. Encuentra un valor medio de $99,09^0 \pm 6,62^0$ en las bailarinas de clásico, de $98,63^0 \pm 7,65^0$ en las bailarinas de español y de $101,18^0 \pm 9,36^0$ en el grupo control.

Cuando se categorizan a las gimnastas en función de las referencias de normalidad, se observa que en el grupo de gimnastas de GEG un 17% presenta la pelvis vertical, un 65% en leve retroversión y un 18% en notable retroversión.

Martínez-Gallego (2004) encuentra para el grupo de gimnastas de GRD que un 19% está dentro de los valores de normalidad, un 70% se dispone en leve retroversión y un 11% en notable retroversión; para el grupo de gimnastas de escuela un 29% presenta la pelvis verticalizada, un 60% se dispone en leve retroversión y un 11% en notable retroversión y para el grupo control hay un 36% de normalidad, un 56% en leve retroversión y un 8% en notable retroversión.

Estos resultados, están relacionados con los mayores valores de cifosis lumbar que presentan las gimnastas de GEG y de GRD. Cuando se valora la postura de la gimnasta, en situaciones cotidianas en las que no se les exige que coloquen correctamente la espalda, éstas experimentan una relajación de la postura que trae como consecuencia un alto porcentaje de retroversión pélvica cuando se sientan en su postura asténica.

Estos datos indican que sería preciso establecer, tal y como señalan Andújar y Santonja (1996), un trabajo específico centrado en la toma de conciencia de la postura en sedentación habitual, enseñando a la gimnasta a tomar conciencia de los gestos que le van a procurar una mejor salud de su posición corporal (corrección en la disposición de la pelvis y tronco), y a transferir lo que aprende en la gimnasia a sus posturas cotidianas, sobre todo en la posición de sedentación asténica (Green y Nelham, 1991; Harbourne et al., 1993; Rodríguez-García, 1998).

Los resultados encontrados por Sainz de Baranda (2002) en el ángulo L-H SA son de un 81% de los escolares con retroversión pélvica, observando mejoras significativas ($p < 0,0005$) en el grupo experimental tras la aplicación de su programa. En el grupo control por el contrario, se observa una disminución de los alumnos que presentaban valores de normalidad en cuanto a la disposición de la pelvis.

Peña (2010) obtiene una media de $103,16^{\circ} \pm 8^{\circ}$, encontrando un 24,32% de alumnos con retroversión de la pelvis (22,97% disponen en leve retroversión y un 1,35% en notable retroversión). Tras la aplicación de un programa de educación postural se observan mejoras significativas en los resultados del test, reduciendo la presencia de retroversión pélvica a un 7,37% del alumnado.

La valoración de la disposición de la pelvis con el ángulo L-H SA realizada por Fernández-Campos (2011) proporciona unos valores de retroversión pélvica del 84,70% de su alumnado. Los resultados obtenidos en el grupo experimental tras la aplicación de un programa de educación postural son también sorprendentes. En el test posterior encuentra que solo el 8,1% del alumnado presentaba la pelvis en retroversión, por lo que se puede afirmar que el programa de educación postural aplicado resultó altamente eficaz en la corrección de las inadecuadas posturas sedentes.

Esta mala disposición de la columna lumbar en sedentación es quizá producto del trabajo de hiperextensiones que se realizan en GEG y que se traducirá como veremos a continuación en una clara alteración de la dinámica raquídea en flexión del tronco para la zona lumbar.

V.1.1.3. Valoración de la disposición dinámica del raquis

La flexión del tronco es un movimiento que debido a la frecuencia con la que se realiza, tanto en actividades de la vida diaria como en actividades deportivas, puede condicionar la dinámica de la columna vertebral (Santonja y Martínez, 1995; Scutton, 1991).

En la literatura científica se ha utilizado el estudio de la flexión del tronco para valorar la movilidad de la columna vertebral, restringiendo muchos autores los estudios a la zona lumbar, con el objetivo de buscar una relación de la movilidad lumbar con las lumbalgias (Maller et al., 1997; Mellin, 1986, 1987 y 1988; Mellin y Poussa, 1992; Pamela et al., 1987).

Sin embargo, el análisis del morfotipo raquídeo en máxima flexión del tronco es importante ya que complementa el diagnóstico que se realiza en bipedestación (Bradford, 1977; Chopin y David, 1989; Stagnara, 1987), pudiendo catalogar mejor la patología y, por lo tanto, hacer un protocolo de tratamiento o de prevención más adecuado.

Rodríguez-García y Santonja (2001) exponen que en muchas ocasiones, en la realización de gestos deportivos donde se utiliza la flexión del tronco, se utilizan posturas hipercifóticas o de inversión lumbar, originando un incremento de la presión sobre la porción anterior de los cuerpos vertebrales dorsales y lumbares, que a la larga puede ocasionar lesión. El movimiento característico de flexión del tronco, implica cierto nivel de carga y presión sobre las estructuras anteriores del raquis lumbar (McGill, 1995, Wilke et al., 2001) y en la gimnasia es un movimiento muy utilizado.

Una mayor cifosis torácica se ha relacionado con un incremento del estrés compresivo. La cifosis torácica en unos valores fisiológicos soporta en torno al $61,9 \pm 6,8\%$ del peso corporal (Keller et al., 2005). Cuando las articulaciones intervertebrales torácicas se disponen en mayor flexión, se incrementan los niveles de presión intradiscal y el estrés de cizalla anterior, por lo que disminuye el margen de seguridad de los tejidos raquídeos, aumentando el riesgo de alteraciones (Briggs et al., 2007; Polga et al., 2004) y el riesgo de algia vertebral (Christie et al., 1995; Öhlen et al., 1989b), especialmente cuando la cifosis torácica supera los 40° (Widhe, 2001).

Para algunos autores (Bado et al., 1964; Gajdosik et al., 1994; Lambrinudi, 1934; López-Miñarro et al., 2009; Muyor, 2010) los movimientos de flexión máxima del tronco con rodillas extendidas pueden estar influidos de forma muy significativa por la extensibilidad isquiosural.

La extensibilidad isquiosural influye sobre el morfotipo raquídeo y la pelvis de los deportistas (Rodríguez-García et al., 2008). Así, aquellos deportistas con menor extensibilidad isquiosural tienen una mayor angulación del raquis torácico, una menor flexión lumbar y una mayor retroversión pélvica (Gajdosik et al., 1994; Muyor, 2010).

Cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis dorsal en máxima flexión del tronco, muestran como el grado de cifosis dorsal es dependiente de la práctica deportiva. Aunque, el mayor grado de cifosis se observa en el grupo de gimnastas de estética ($69,14^\circ \pm 12,13^\circ$), con diferencias significativas cuando se compara con el grupo de gimnastas de rítmica ($50,44^\circ \pm 11,27^\circ$) y con el grupo control ($59,59^\circ \pm 10,58^\circ$).

Los resultados obtenidos en el grupo de gimnastas de estética son superiores a los encontrados por Sainz de Baranda et al. (2009) en su estudio con gimnastas de trampolín, Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas y Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica.

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de la modalidad de trampolín, observan valores medios de $57,94^\circ \pm 15^\circ$. Cuando compararon los resultados en función del sexo aprecian diferencias significativas, con valores de $62,82^\circ \pm 12,8^\circ$ en los gimnastas y de $53,2^\circ \pm 17^\circ$ en las gimnastas ($p < 0,01$).

Gómez-Lozano (2007) en su estudio sobre bailarinas observa una media de cifosis dorsal en flexión máxima del tronco de $49,72^{\circ} \pm 11,45^{\circ}$ para las bailarinas de clásico y de $49,48^{\circ} \pm 12,89^{\circ}$ para las bailarinas de español, sin observar diferencias significativas entre modalidades.

Martínez-Gallego (2004) también observa, en los dos grupos de gimnasia rítmica, menores valores que los encontrados en el grupo de GEG, con valores medios de $50,44^{\circ} \pm 11,27^{\circ}$ en el grupo de competición y de $56,72^{\circ} \pm 10,53^{\circ}$ en el grupo de escuela.

Otros deportes en los que se ha analizado la curva dorsal en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), valoró el morfotipo raquídeo incluyendo la flexión máxima del tronco en nadadores. La media de cifosis dorsal dinámica en el grupo de nadadores fue de $78,45^{\circ} \pm 11,9^{\circ}$, con un rango entre 46° - 107° . En el grupo de nadadoras la media fue de $73,4^{\circ} \pm 11^{\circ}$, con un rango entre 43° - 95° .

En la tabla V.3, se muestran los valores encontrados en función del estilo. En nadadores el estilo braza es el que presenta una mayor cifosis dinámica y el estilo de mariposa el que menos, encontrando diferencias significativas entre braza-mariposa ($t=2,83$; $p<0,006$) y braza-espalda ($t=2,05$; $p<0,05$). En nadadoras, el estilo braza es el que presenta mayor grado de cifosis dinámica y los que menos la espalda y la mariposa.

Tabla V.3. Valores medios del grado de cifosis dorsal dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	$77,89^{\circ} \pm 8,54^{\circ}$	$74,41^{\circ} \pm 14,25^{\circ}$
Espalda	$75,62^{\circ} \pm 13,7^{\circ}$	$70,25^{\circ} \pm 6,45^{\circ}$
Mariposa	$69,2^{\circ} \pm 13,33^{\circ}$	$71^{\circ} \pm 8,74^{\circ}$
Braza	$86,4^{\circ} \pm 12,2^{\circ}$	$76,23^{\circ} \pm 11,44^{\circ}$

López-Miñarro et al. (2009) evaluaron a 30 piragüistas con una edad comprendida entre los 13 y 14 años. La cifosis dorsal en máxima flexión del tronco durante el test distancia dedos-planta, fue de $72,22^{\circ} \pm 12,55^{\circ}$.

En el estudio de kayakistas y canoistas de categoría infantil, López-Miñarro et al. (2008), encontraron una mayor cifosis torácica en los canoistas ($65,35 \pm 11,48^\circ$) respecto a los kayakistas ($63,78 \pm 6,21^\circ$), aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos.

Por último, Muyor (2010) evalúa a 180 ciclistas y 60 sedentarios ($30,6 \pm 10,4$ años). En la tabla V.4 se muestran los resultados obtenidos para la cifosis dorsal en máxima flexión del tronco.

Tabla V.4. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).

	Sénior/Élite	Máster 30	Máster 40/50	Control
Cifosis dorsal en flexión máxima del tronco	$61,70 \pm 13,5^0$	$59,80 \pm 10,2^0$	$62,4^0 \pm 10,4^0$	$63,2^0 \pm 9,3^0$

Categorización de la curva dorsal en flexión máxima del tronco

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva torácica, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis en 68° .

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis torácica, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) el grupo de gimnasia estética es el que presenta un menor porcentaje de normalidad, con tan solo el 41,5% de las gimnastas con curvas normales; b) el grupo de gimnasia rítmica y el grupo control presentan mayores porcentajes de normalidad, con un 95,1% y un 78,5% respectivamente.

Con relación a los morfotipos alterados, la mayoría de los morfotipos son leves tanto en el grupo de gimnasia rítmica, con un 4,9% de hipercifosis leves, como en el grupo control con un 16,5% de hipercifosis leves y un 5,1% de hipercifosis moderadas. En el grupo de gimnasia estética se encontraron un 31,9% de hipercifosis leves y un 26,6% de hipercifosis moderadas.

Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica observa mayores porcentajes de normalidad, tanto en el grupo de competición como en el grupo de base. Así, dentro del grupo de gimnastas de rítmica de escuela observa un 84% de raquis dorsales dentro de la normalidad, un 14% de actitudes cifóticas leves y un 2% de

actitudes cifóticas moderadas. Para el grupo de gimnastas de competición observan un 95% de los morfotipos dentro de la normalidad, un 5% de actitudes cifóticas leves y ningún caso dentro de la cifosis moderada.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa solamente morfotipos alterados en un 6,1% y un 3% de las bailarinas de clásico y español respectivamente, demostrando actitudes cifóticas dorsales leves en esta postura. Mientras que en el grupo control encuentra un 39,4% de cifosis leves y un 27,3% de cifosis moderadas. Los datos muestran diferencias significativas entre las bailarinas de ambos estilos y las no bailarinas ($p < 0,000,1$).

Otros deportes en los que ha categorizado los morfotipos en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López-Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), en nadadores observa sólo un 24,7% de los morfotipos dentro de la normalidad, un 29,4% de los morfotipos con cifosis leve y un 45,9% con cifosis moderada.

Este mismo autor realiza un estudio radiológico en la posición de DD-P y observa para la zona dorsal curvas moderadas y marcadas ($p < 0,05$) en un mayor porcentaje y una tendencia significativa a aumentar el número de acuñamientos vertebrales según se incrementa el valor de la cifosis y la edad. Además estos acuñamientos se relacionan con la cifosis dorsal dinámica, de tal forma que los nadadores con mayor número de acuñamientos tóraco-lumbares presentaron mayores valores de cifosis dorsal dinámica ($p < 0,05$).

Muyor (2010), observa que el 63,7% de los ciclistas tienen un morfotipo dorsal dentro de la normalidad, un 28,2% presentan un morfotipo cifótico leve y un 8,1% presentan un morfotipo cifótico moderado. Cuando compara los resultados por modalidades observa que el grupo máster 30 es el que presenta mayor porcentaje de normalidad (71,7%), seguido del grupo senior y del master 40/50. El grupo control es el que menor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad tiene, siendo el que presenta más casos de hipercifosis leve y menos casos de hipercifosis marcada.

Todos estos estudios, demuestran como el deporte y la modalidad deportiva juegan un papel clave en las adaptaciones de la disposición sagital del raquis, no solo en la estática sino también en la dinámica.

Cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Valores medios

Los resultados de la presente investigación, respecto a la media de cifosis lumbar en máxima flexión del tronco, muestran como el grado de cifosis lumbar es dependiente de la práctica deportiva. Encontrando un mayor grado de cifosis en los grupos de gimnastas cuando se compara con el grupo control ($p=0,007$). En el grupo de estética se observan valores medios de $26,4^{\circ}\pm 7,3^{\circ}$, en el grupo de gimnastas de rítmica se observan valores medios de $26,3^{\circ}\pm 6,6^{\circ}$ y el grupo control $22,9^{\circ}\pm 8,9^{\circ}$.

Estas diferencias, también se han encontrado en los estudios de Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica y Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas. En todos ellos, las gimnastas y las bailarinas presentan mayores valores de cifosis lumbar que el grupo control.

Sainz de Baranda et al. (2009), en gimnastas de la modalidad de trampolín, observan valores medios de $27,72^{\circ}\pm 7,51^{\circ}$. Cuando compararon los resultados en función del sexo aprecian diferencias significativas, con valores de $30,3^{\circ}\pm 6,4^{\circ}$ en los gimnastas y de $25,2^{\circ}\pm 7,6^{\circ}$ en las gimnastas ($p<0,004$).

Gómez-Lozano (2007) en su estudio sobre bailarinas observa una media de cifosis lumbar en flexión máxima del tronco de $19,82^{\circ}\pm 11,45^{\circ}$ para las bailarinas de clásico y de $19,48^{\circ}\pm 12,89^{\circ}$ para las bailarinas de español, sin observar diferencias significativas entre modalidades. En el grupo control observa valores medios de $15,78^{\circ}\pm 6,76^{\circ}$.

Martínez-Gallego (2004) también observa valores superiores en las gimnastas de rítmica cuando los compara con el grupo control. Los valores medios fueron $26,30^{\circ}\pm 6,65^{\circ}$ en el grupo de competición, $25,13^{\circ}\pm 6,14^{\circ}$ en el grupo de escuela y $22,92^{\circ}\pm 8,92$ en el grupo control.

Otros deportes en los que se ha analizado la curva lumbar en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López-Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), valoró el morfotipo raquídeo en nadadores incluyendo la flexión máxima del tronco. La media de cifosis lumbar dinámica en el grupo de nadadores fue de $24,62^{\circ}\pm 7,7^{\circ}$, con un rango de 11° - 46° . En el grupo de nadadoras la media fue de $21^{\circ}\pm 6,5^{\circ}$, con un rango de 10° - 36° . Los nadadores presentan un mayor grado de cifosis lumbar dinámica aunque las diferencias no son significativas.

En la tabla V.5, se muestran los valores encontrados en función del estilo. En nadadores se presenta una mayor cifosis lumbar en mariposa y espalda, siendo la menor en braza, encontrando diferencias significativas entre mariposa-braza ($t=2,29$; $p<0,03$) y espalda-braza ($t=2,61$; $p<0,02$). En nadadoras, se observa una mayor cifosis lumbar en mariposa y la menor en braza pero sin diferencias significativas.

Tabla V.5. Valores medios del grado de cifosis lumbar dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).

	Nadadores	Nadadoras
Crol	23,95 ⁰ ±6,31 ⁰	20,67 ⁰ ±4,05 ⁰
Espalda	28,87 ⁰ ±9,82 ⁰	21,25 ⁰ ±7,67 ⁰
Mariposa	29 ⁰ ±9,62 ⁰	22,8 ⁰ ±6,3 ⁰
Braza	20,3 ⁰ ±5,21 ⁰	19,77 ⁰ ±7,88 ⁰

López-Miñarro et al. (2009) en 30 piragüistas con edades entre 13 y 14 años, encontraron una cifosis lumbar en máxima flexión del tronco de 28,68⁰±6,26⁰.

En el estudio de kayakistas y canoistas de categoría infantil, López-Miñarro et al. (2008), encontraron una mayor cifosis lumbar en los kayakistas (27,91⁰±6,21⁰) respecto a los canoistas (25,70⁰±6,15⁰), aunque sin diferencias significativas entre ambos grupos.

Por último, Muyor (2010) evalúa a 180 ciclistas y 60 sedentarios (30,6±10,4 años). En la tabla V.6 se muestran los resultados obtenidos para la cifosis lumbar en máxima flexión del tronco.

Tabla V.6. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).

	Sénior/Élite	Máster 30	Máster 40/50	Control
Cifosis lumbar en flexión máxima del tronco	33,8 ⁰ ±9,5 ⁰	30,5 ⁰ ±8,5 ⁰	27,5 ⁰ ±9,8 ⁰	30,5 ⁰ ±9,1 ⁰

Categorización de la curva lumbar en flexión máxima del tronco

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, para la curva lumbar en flexión máxima del tronco, se han utilizado las referencias descritas por Rodríguez-García (1998), que sitúan el límite entre la normalidad y la hipercifosis lumbar en 30°.

En el presente estudio, al clasificar los valores angulares de la cifosis lumbar en máxima flexión del tronco, respecto a las referencias de normalidad, se encuentra que: a) tanto el grupo de gimnasia estética como el grupo de gimnasia rítmica presentan un porcentaje de normalidad del 64,9% y un 69,5% respectivamente; b) el grupo control presenta mayores porcentajes de normalidad, con el 74,7% de los morfotipos dentro de la normalidad.

Con relación a los morfotipos alterados, en el grupo de gimnasia estética se observó un 30,9% de cifosis lumbares leves y un 4,3% de cifosis lumbares moderadas; en el grupo de gimnasia rítmica se observó un 29,3% de cifosis lumbares leves y un 1,2% de cifosis lumbares moderadas; y en el grupo control un 24,1% de cifosis lumbares leves y un 1,3% de cifosis lumbares moderadas.

Martínez-Gallego (2004) en su estudio con gimnastas de rítmica observa similares porcentajes de normalidad, tanto en el grupo de competición como en el grupo de base. Así, dentro del grupo de gimnastas de rítmica de escuela observa un 33% de cifosis lumbares dentro de la normalidad, un 54% de cifosis lumbares leves y un 13% de cifosis lumbares moderadas. Para el grupo de gimnastas de competición observan un 34% de cifosis lumbares dentro de la normalidad, un 45% de cifosis lumbares leves y un 18% de cifosis lumbares moderadas.

Gómez-Lozano (2007) en su estudio con bailarinas observa un mayor porcentaje de morfotipos lumbares dentro de la normalidad. En el grupo de clásico, observa un 63,6% de normalidad, un 30,3% cifosis lumbares leves y un 6,1% de cifosis lumbares moderadas. En el grupo de español observa un 63,5% de normalidad, un 27,3% de cifosis lumbares leves y un 9,2% de cifosis lumbares moderadas. Y en el grupo control observa un 87,9% de cifosis lumbares dentro de la normalidad y un 12,1% de cifosis lumbares leves.

Otros deportes en los que han categorizado los morfotipos en flexión máxima del tronco son la natación (Pastor, 2000), el piragüismo (López-Miñarro et al., 2008, 2009) y el ciclismo (Muyor, 2010).

Pastor (2000), tras estudiar el morfotipo en flexión del tronco en nadadores, observa en el raquis lumbar un 50,6% de los morfotipos dentro de la normalidad, un 37,6% de los morfotipos con cifosis leve y un 11,8% con cifosis moderada.

Muyor (2010), observa que solo el 16,9% de los ciclistas tienen un morfotipo lumbar dentro de la normalidad, un 37,5% presentan una cifosis lumbar leve y un 45,6% presentan una cifosis lumbar moderada. Cuando compara los resultados por modalidades observa que el grupo máster 40/50 es el que presenta mayor porcentaje de normalidad (26,7%), seguido del grupo máster 30 y del senior. El grupo control es el que tiene menor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad, y más casos de cifosis lumbar marcada.

Todos estos estudios, demuestran como el deporte y la modalidad deportiva juegan un papel clave en las adaptaciones de la disposición sagital del raquis, no solo en la estática sino también en la dinámica, y en este caso en concreto sobre la curva lumbar.

V.2. ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD GLOBAL DEL RAQUIS

No han sido muchos los estudios que han analizado el comportamiento de la movilidad de la espalda en gimnastas (Öhlén et al., 1989a; Gómez-Lozano, 2007), a pesar de que sea necesario un importante rango de movimiento del tronco para su práctica.

En el presente estudio, para la movilidad total se han obtenido valores medios de $246,26^0 \pm 25,09^0$ para el grupo de gimnastas de estética. Estos resultados son inferiores a los encontrados por Gannon y Bird (1999) que observaron en un grupo de bailarinas valores medios de $256,5^0 \pm 19,8^0$. También, Gómez-Lozano (2007) para un grupo de bailarinas encuentra mayores valores con una media de $261,18^0 \pm 15,67^0$ para el grupo de clásico y de $253,03^0 \pm 17,05^0$ para el grupo de español. En ambos trabajos las bailarinas obtienen mejores resultados cuando son comparados con el grupo control (tabla V.7).

Tabla V.7. Valores medios de la movilidad total y parcial en diferentes investigaciones.

Estudio	Movilidad total	Flexión máxima	Extensión máxima
Gimnastas de Estética	$246,3^0 \pm 25,1^0$	$156,2^0 \pm 13,1^0$	$90,1^0 \pm 12^0$
Ballet Clásico Gómez-Lozano (2007)	$261,18^0 \pm 15,7^0$	$167,06^0 \pm 7,2^0$	$94,12^0 \pm 13,4^0$
Español Gómez-Lozano (2007)	$253,03^0 \pm 17,1^0$	$162,21^0 \pm 8,1^0$	$90,81^0 \pm 12^0$
Grupo control Gómez-Lozano (2007)	$220,87^0 \pm 15,7^0$	$141,81^0 \pm 9,8^0$	$79,06^0 \pm 9,4^0$
Bailarines Gannon y Bird (1999)	$256,5^0 \pm 19,8^0$		
Grupo control Gannon y Bird (1999)	$191,7^0 \pm 22,6^0$		

Cuando se analizan los resultados en función del movimiento, para el grupo de gimnasia estética se han encontrado valores medios de $156,2^0 \pm 13,1^0$ para la flexión máxima y de $90,1^0 \pm 12^0$ para la extensión máxima. Cuando se analizan los resultados en función de la edad, se observa como la flexión máxima aumenta con la edad, mientras que la extensión máxima disminuye con la edad.

Para la flexión máxima se han obtenidos valores medios de $153,43^{\circ} \pm 11,40^{\circ}$ para el grupo de hasta 11 años; de $155,95^{\circ} \pm 13,56^{\circ}$ para el grupo de 11 a 14 años y $162,63^{\circ} \pm 11,82^{\circ}$ para el grupo de 15 o más años. Este aumento progresivo de la flexión conforme va aumentando la edad, corrobora el estudio realizado por Klemp y Chalton (1989), en el que concluyen que la flexión del tronco es habitualmente adquirida y desarrollada tras más de cuatro años de entrenamiento.

Respecto a la media de la extensión máxima, se han obtenido valores medios de $96^{\circ} \pm 11,72^{\circ}$ para el grupo de hasta 10 años; $89,91^{\circ} \pm 11,10^{\circ}$ para el grupo de 11 a 14 años, y $83,30^{\circ} \pm 14,34^{\circ}$ para el grupo de 15 años o más.

Widhe (2001) realizó un estudio longitudinal, valorando la evolución de diferentes parámetros de la columna vertebral con el paso de los años. Seleccionó una muestra de 90 niños de 5-6 años y, 10 años después, los volvió a valorar cuando tenían entre 15 y 16 años. Analizó la disposición sagital de la columna vertebral en bipedestación, así como la movilidad de la curva dorsal y lumbar en flexión y extensión, utilizando el Cifómetro de Debrunner. Tras el análisis de los resultados, observa como la postura cambia de forma significativa durante el crecimiento, aumentando la cifosis torácica y la lordosis.

Con relación a la movilidad de la columna, para la columna dorsal, la flexión disminuye 9° y la extensión disminuye 18° . Para la columna lumbar, la flexión disminuye 9° y la extensión aumenta 5° . Por tanto, la movilidad sagital total disminuye durante un periodo de 10 años en la región dorsal unos 27° y en la región lumbar 4° . Este autor concluye que cuando la flexión y extensión del tronco no es entrenada, el rango de esta movilidad se reduce significativamente durante el crecimiento (Widhe, 2001).

Hay que tener en cuenta que la edad de las gimnastas de estética es menor a las de las bailarinas evaluadas por Gómez-Lozano (2007). Por tanto, las diferencias en la movilidad pueden deberse a los años de entrenamiento y a las diferentes técnicas y movimientos utilizados en cada uno de los deportes.

Por otro lado, destacar los estudios de Nilsson et al. (1993) y Öhlén et al. (1989a) que valoran el rango de movimiento sagital de la curva dorsal y de la curva lumbar (tabla V.8).

Tabla V.8. Valores medios del rango de movimiento sagital de la curva dorsal y lumbar.

Estudio	Movilidad total Curva dorsal	Flexión máxima	Extensión máxima
Bailarines Nilsson et al. (1993)		71,1° (25°-101°)	95,6° (56°-123°)
Gimnastas Öhlén et al. (1989)	57°	28,5°	28,5°

Estudio	Movilidad total Curva lumbar	Flexión máxima	Extensión máxima
Gimnastas Öhlén et al. (1989)	113°	75,3°	37,8°

V.3. ANÁLISIS DE LA EXTENSIBILIDAD DE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL

La flexibilidad es uno de los componentes básicos de la condición física y, en función del deporte practicado, tendrá una mayor o menor relevancia para el deportista (Canda et al., 2004; Irurtia et al., 2010).

En la literatura científica se pueden leer algunos trabajos sobre la valoración de la flexibilidad en deportistas, observándose gran diferencia en los resultados en función del deporte evaluado. En este sentido, es necesario destacar el estudio realizado por Canda et al. (2004) donde valoran a través del test DD-P a 1391 deportistas (385 mujeres y 1006 varones), con una edad media de 23,3±4,6 años (rango de 16 a 40 años). Todos los deportistas competían a nivel nacional y/o internacional, siendo la mayoría integrantes de los respectivos equipos y selecciones nacionales.

En las tablas V.9 y V.10 se presentan los valores medios obtenidos para cada modalidad deportiva y por sexo. Tras el análisis de los resultados, observan como las chicas presentan mejores resultados. Cuando analizan las diferentes modalidades deportivas, observan como las especialidades de gimnasia y los saltos de natación son las que muestran mayores niveles de flexibilidad.

Tabla V.9. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos-planta por modalidad deportiva en chicas. Tomado de Canda et al. (2004).

Modalidad deportiva	distancia alcanzanda	Modalidad deportiva	distancia alcanzanda
Tiro olímpico	8,8±8,3	Triatlón	15,14±6,07
Padel	9,23±6,13	Halterofilia	15,15±6,61
Maratón	11,19±6,29	Salto de altura	16,1±6,19
Atletismo. Velocidad	11,25±7,32	Beisbol	16,1±4,8
Hockey hierba	11,37±7,35	Salto de pértiga	16,1±7,64
Atletismo. Fondo	11,42±6,82	Atletismo. Pruebas combinadas	16,42±6,97
Badminton	11,7±7,17	Esquí alpino	16,68±5,31
Judo	12,41±7,23	Lanzamientos	17
Voleibol	12,44±6,68	Natación	17,63±9,52
Karate	13±2,51	Remo	18,9±1,82
Baloncesto	14,14±5,86	Piragüismo	18,96±5,76
Ciclismo	14,56±6,35	Gimnasia rítmica	23,27±3,83
Atletismo. Medio fondo	14,7±2,31	Gimnasia artística	25,23±3,2
Salto longitud	14,88±4,27	Natación saltos	27,56±1,45
Esgrima	15,1±4,84		

En el presente estudio, los resultados del test DD-P muestran como la flexibilidad es dependiente de la práctica deportiva. Encontrando un mayor grado de flexibilidad en los grupos de gimnastas cuando se comparan con el grupo control ($p=0,000$). Así, en el grupo de gimnasia de estética se observan valores medios de $15,8\pm 7,4$ cm., en el grupo de gimnasia rítmica se observan valores medios de $15,5\pm 7,7$ cm. y en el grupo control valores medios de $-5,7\pm 10,7$ cm.

Cuando se comparan estos resultados con los de Canda et al. (2004), se observa como en las chicas, 14 modalidades deportivas presentan valores más bajos y 15 modalidades presentan valores similares o mayores. Mientras que en los chicos, 34 modalidades presentan valores menores y 8 modalidades presentan mayores valores.

Tabla V.9. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos planta por modalidad deportiva en chicos. Tomado de Canda et al. (2004).

Modalidad deportiva	distancia alcanzanda	Modalidad deportiva	distancia alcanzanda
Maratón	$-1,39\pm 7,93$	Salto longitud	$10,44\pm 7,03$
Waterpolo	$1,9\pm 7,59$	Rugby	$10,54\pm 7,36$
Tiro olímpico	$3,78\pm 8,52$	Judo	$11,42\pm 8,04$
Escalada	$4,57\pm 11,54$	Esgrima	$11,44\pm 7,91$
Alpinismo	$6,35\pm 6,01$	Lucha	$11,5\pm 6,68$
Atletismo medio fondo	$6,56\pm 8,18$	Voleibol	$11,62\pm 7,05$
Esquí de fondo	$7,3\pm 9,01$	Piragüismo	$11,88\pm 7,19$
Tiro con arco	$7,38\pm 9,84$	Atletismo. Velocidad	$12,66\pm 7,23$
Baloncesto	$7,94\pm 9,84$	Triatlón	$13,27\pm 7,3$
Golf	$8,25\pm 10,81$	Badminton	$13,29\pm 5,4$
Tenis	$8,25\pm 7,17$	Lanzamiento de Jabalina	13,5
Hockey hierba	$8,51\pm 7,44$	Salto de pértiga	$13,69\pm 9,12$
Atletismo. Pruebas combinadas	$8,89\pm 8,05$	Halterofilia	$14,45\pm 6,74$
Fútbol	$8,98\pm 6,63$	Natación	$15,06\pm 8,27$
Lanzamientos	$9,08\pm 5,41$	Ciclismo	$15,61\pm 8,73$
Fútbol sala	$9,13\pm 5,79$	Karate	$16,17\pm 4,76$
Boxeo	$9,44\pm 8,11$	Salto altura	$16,22\pm 9,17$
Atletismo. Fondo	$9,66\pm 6,66$	Esquí alpino	$16,29\pm 5,79$
Padel	$9,96\pm 6,83$	Trampolín	$17,31\pm 2,22$
Esquí de montaña	$10,25\pm 6,66$	Natación saltos	$24,79\pm 2,51$
Remo	$10,43\pm 7,23$	Gimnasia artística	$28\pm 2,81$

En concreto, tanto los gimnastas de artística ($28\pm 2,81$ cm.) y trampolín ($17,31\pm 2,22$ cm.), como las gimnastas de rítmica ($23,27\pm 3,83$ cm.) y artística ($25,23\pm 3,2$ cm.) evaluadas por Canda et al. (2004), presentan mayores valores que las gimnastas de rítmica y estética del presente estudio.

Las diferencias pueden deberse tanto al nivel competitivo como a la edad, ya que la edad media de los deportistas evaluados por Canda et al. (2004) es de $23,3\pm 4,6$ años y el rango de edad de los 16 a los 40 años. La media de años de entrenamiento fue de $9,5\pm 4,5$ años, con una frecuencia de entrenamiento de $5,6\pm 1,1$ días a la semana y $3,5\pm 1,9$ horas al día.

Cuando se analizan los resultados de otras investigaciones, se observa como el resultado es dependiente del deporte analizado, de la modalidad deportiva dentro de un mismo deporte y del nivel de los deportistas. Así, los deportes con mejores valores en el test DD-P son la gimnasia y la danza.

Arazi et al. (2013) tras evaluar a 20 gimnastas profesionales de la especialidad de gimnasia artística ($15,20\pm 3,4$ años) encuentran unos valores medios de $45,7\pm 5,6$ cm.

Oreb et al. (2006), tras valorar a 51 bailarinas, 30 del Ballet Nacional de Croacia ($30,70\pm 8,33$ años) y 21 del Ballet Nacional de Folclore ($32,94\pm 8,32$ años), encuentran valores medios de $22,80\pm 4,12$ cm. en el grupo de danza clásica y de $12,41\pm 6,45$ cm. en el grupo de folclore, con diferencias significativas entre grupos ($p=0.000$).

Gómez-Lozano (2007) tras evaluar a 66 bailarinas, 33 de danza clásica (edad: $22\pm 3,79$ años) y 33 de danza española (edad: $22,12\pm 4,21$ años), observa valores medios de $23,97\pm 5,13$ cm. en el grupo de clásico y de $19,18\pm 6,20$ cm. en el grupo de español. El grupo de clásico presenta, de forma significativa, mayores valores de flexibilidad que el grupo de español, y ambos grupos de bailarinas, obtienen mayores valores de flexibilidad que el grupo control ($3,04\pm 7,10$ cm.).

Martínez-Gallego (2004) tras medir a 163 gimnastas de Rítmica, 82 gimnastas de competición y 81 gimnastas de escuelas de base, observa valores medios de $15,47\pm 7,72$ cm en el grupo de competición y de $3,74\pm 9,27$ cm en el grupo de escuela, siendo las diferencias significativas. Para el grupo control encuentra valores medios de $-5,71\pm 10,71$ cm.

Muyor (2010), en ciclistas, observa valores medios de $6,7 \pm 10,8$ cm. en la categoría Sénior/Élite (23,2 \pm 4,4 años), $2,5 \pm 8,3$ cm. en la categoría Máster 30 (34,2 \pm 3 años), $1,3 \pm 9$ cm. en la categoría Máster 40/50 (45,3 \pm 5,2 años) y de $-6,1 \pm 8,1$ cm. en el grupo control (20,8 \pm 2,3 años).

Pastor (2000) en nadadores encuentra rangos que van desde $1,3 \pm 8,1$ cm. en la categoría promesas chicos (12,86 \pm 0,55 años) a los $8,4 \pm 8,2$ cm. en la categoría infantiles chicas (12,75 \pm 0,61 años), observando mejores valores de flexibilidad en las chicas. Además, cuando analiza los resultados en función de la edad, observa una mayor extensibilidad isquiosural en los nadadores de menor edad (categoría promesa) en comparación con los de mayor edad (categoría infantil).

Los resultados del presente estudio con relación a la edad, no concuerdan con los de Pastor (2000), ya que en los dos grupos de gimnastas se ha encontrado un aumento de los valores conforme aumenta la edad. Esta discrepancia en la evolución de la flexibilidad puede deberse al deporte evaluado y a la presencia o no de un trabajo de flexibilidad específico dentro de las rutinas de entrenamiento. Por ello, aquellos autores que encuentran bajos valores de flexibilidad en sus deportistas recomiendan realizar un correcto trabajo de estiramientos en los entrenamientos (López-Miñarro et al., 2008; Pastor, 2000; Sanz, 2002).

Para determinar la distribución de los sujetos en base a unas referencias de normalidad, se han utilizado las referencias propuestas por Ferrer (1998), que sitúan el límite de normalidad para el test DD-P en valores superiores a -2 cm., la cortedad grado I en valores entre -3 cm. y -9 cm., y la cortedad grado II en valores menores a -10 cm.

En el presente estudio, al clasificar los valores respecto a las referencias de normalidad, se ha encontrado casi un 100% de valores dentro de la normalidad en ambos grupos de gimnastas. Por el contrario, solo el 36,7% de las niñas del grupo control presentan valores dentro de la normalidad.

Estas diferencias respecto al grupo control son similares a las encontradas por Gómez-Lozano (2007) y Martínez-Gallego (2004).

Gómez-Lozano (2007), cuando categoriza los valores de flexibilidad, encuentra que el 100% de las bailarinas tienen valores dentro de la normalidad. Mientras que en el grupo control un 18,8% de las chicas tienen cortedad moderada, un 9,9% cortedad marcada y un 71,3% tienen valores dentro de la normalidad. Tras el análisis de los

resultados, Gómez-Lozano (2007) concluye que las bailarinas de danza clásica y danza española poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, no existiendo ningún caso de cortedad isquiosural en esta población. La extensibilidad isquiosural es notablemente mayor en las bailarinas de danza clásica que en las de danza española debido a que las bailarinas de danza española suelen dedicar menos tiempo al trabajo de esta cualidad.

Martínez-Gallego (2004), cuando categoriza los valores de flexibilidad observa que el 98% de las gimnastas de competición y el 74% de las gimnastas de escuela tienen valores dentro de la normalidad. El grupo de gimnastas de escuela presenta un 17% de cortedad grado I y un 9% de cortedad grado II. En el grupo control disminuyen los casos dentro de la normalidad (37%) y se observa un 63% de casos con cortedad.

En la presente investigación se han utilizado para valorar la extensibilidad isquiosural un test lineal (DD-P), y dos tests angulares que valoran la flexión de la pelvis durante la máxima flexión del tronco (L-V y L-H fx) (Cornbleet y Woolsey, 1996; Ferrer, 1998; Santonja y Genovés, 1992; Santonja et al., 1995a). Con los ángulos L-H fx y L-V se elimina una causa de error, al valorar únicamente la flexión de la pelvis sobre las coxofemorales, con respecto a la horizontal o la vertical en máxima flexión del tronco.

Los ángulos L-H fx y L-V son un complemento indispensable a las mediciones lineales (DD-P o DD-S) y al test EPR, por ser los únicos que cuantifican la retroversión de la pelvis, y al demostrarse radiográficamente la trascendencia de las basculación de la pelvis en la génesis de las repercusiones lumbares (Ferrer, 1998).

En el presente estudio, utilizando los límites propuestos por Santonja et al. (1995c) y Ferrer (1998), se ha encontrado una homogeneidad en los resultados, de tal forma que con todos los tests de valoración se ha catalogado a las gimnastas de manera similar.

Sin embargo, en muchas ocasiones, los resultados que se obtienen al realizar los test lineales tienden a infravalorar la extensibilidad isquiosural cuando existe hipercifosis dorsal (postural o estructurada, estática o dinámica), hiper movilidad lumbar (Somhegyi y Ratko, 1993) o actitud cifótica lumbar dinámica (Santonja, 1992; Santonja y Ferrer, 2000). Siendo esta “mejora” en los valores obtenidos, debida a la hiperflexión del segmento dorsal y/o lumbar. En estos casos, cuando se utilizan los test lineales se pueden incrementar los falsos negativos, es decir catalogar a un deportista como normal cuando en realidad presenta cortedad de la musculatura isquiosural, por lo que se recomienda realizar la valoración por medio de los test de recorrido angular (Pastor, 2000).

V.4. ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DEL VOLUMEN DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA CONFIGURACIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

Uetake et al. (1998) afirman que el plano sagital raquídeo de un deportista puede ser modificado con el entrenamiento intensivo a lo largo del tiempo, sobre todo en niños y adolescentes (Gozdziewski et al., 1989; Iwakami, 1987; Voutsinas y MacEwen, 1986; Willner y Jonson, 1983).

Desde las primeras observaciones publicadas por Scheüermann's (1920, 1921), se ha demostrado una asociación entre la hiperCIFOSIS torácica y el trabajo repetitivo requerido en deportes. Hafner y Surrey (1952), Micheli (1979), Endler et al. (1980), Falter et al. (1981), Wilson y Lindseth (1982) y Sward (1992) observaron que existía asociación entre la hiperCIFOSIS y algunas actividades deportivas, como la gimnasia, el remo y la natación, al ser deportes que implican flexiones repetitivas y extremas de la columna vertebral.

Para controlar la posible contaminación que podían ejercer las horas y los años de entrenamiento en los resultados del presente estudio, se ha realizado un control por diseño, complementado con un control por análisis estadístico con el fin de comprobar la posible influencia que estos parámetros han ejercido en las gimnastas de GEG, encontrando solo significación para la variable DD-P, el ángulo L-H fx y la flexión y extensión máxima.

Wojtys et al. (2000) tras analizar a una muestra de deportistas adolescentes, encuentran una asociación entre el aumento de las horas de entrenamiento con el aumento del grado cifosis dorsal y lordosis lumbar. Así, observan como el incremento en las curvaturas de los deportistas es proporcional al tiempo de entrenamiento para la cifosis torácica y para la lordosis lumbar en bipedestación.

Alicsson y Werner (2006) encontraron un incremento significativo de la cifosis torácica en esquiadores tras un período de 5 años de entrenamiento (de $33,5^0 \pm 7,9^0$ a $42,9 \pm 8,1^0$). Este aumento se asoció al volumen de entrenamiento. Por ello, estos autores recomiendan que es necesario incorporar a la planificación del entrenamiento de los deportistas, un programa de educación postural para mejorar la disposición sagital de su columna vertebral.

Förster et al. (2009) analizaron el morfotipo raquídeo en escaladores de élite en función de su nivel y volumen de entrenamiento. Los escaladores de más alto nivel entrenaban más horas que los escaladores recreativos. Encontraron que la cifosis torácica

y lordosis lumbar en bipedestación fueron significativamente mayores en los escaladores de mayor nivel, aunque en la lordosis las diferencias no alcanzaron significación estadística. Posteriormente, se realizó otro análisis dividiendo al grupo de élite a su vez en otros dos grupos en función del nivel, en donde hallaron que los escaladores que poseían mayor cifosis torácica eran aquellos de mayor nivel. Por tanto, el cambio del morfotipo raquídeo puede estar influido también por el nivel.

Por el contrario, como ocurre en nuestro estudio, Rajabi et al. (2008) tras analizar la cifosis torácica de dos grupos de elite de lucha greco romana y estilo libre, no observan relación entre el tiempo de entrenamiento y la cifosis ($r=0,36$).

Sainz de Baranda et al. (2010) analizan la asociación entre el tiempo de entrenamiento y el morfotipo sagital raquídeo de 81 gimnastas de trampolín, no encontrando asociación entre el volumen de entrenamiento y el grado de cifosis dorsal pero sí un aumento de la lordosis lumbar en bipedestación y una disminución de la cifosis lumbar en flexión del tronco y en sedentación asténica.

Respecto a la relación entre el volumen de entrenamiento y los valores de extensibilidad isquiosural, Sanz (2002) encontró en el test de distancia dedos-planta, resultados similares en dos grupos de nadadores cuyo volumen de entrenamiento era diferente.

Muyor (2010), en cuanto al grado de extensibilidad en función del número de horas de entrenamiento al día, no encontró diferencias significativas en el test angular EPR, aunque sí las hubo en los test de distancia DD-P y DD-S, de modo que a más horas de entrenamiento, mayor distancia alcanzada.

Estas diferencias entre los estudios podrían explicarse por la gran variedad de deportes incluidos, la diferencia en la edad, los años de entrenamiento, el tamaño de la muestra, la forma de calcular el volumen total y la metodología (protocolo, sistemas de medición y referencias de normalidad utilizadas).

V.5. PERSPECTIVAS Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Sería conveniente realizar un seguimiento longitudinal a las gimnastas de este estudio para conocer la evolución de su raquis y el efecto que la GEG educativa ha efectuado sobre el mismo a lo largo de los años de entrenamiento.

Otra posibilidad, sería el diseño de investigaciones con gimnastas principiantes en esta actividad, comprobando a través de radiografías el estado de su raquis desde el comienzo al final de su vida deportiva.

Consideramos también apropiado valorar el efecto de un programa de concienciación raquídea sobre la postura corporal que se adopta en los ejercicios propios de la GEG.

Nos parece interesante plantear un estudio que permita conocer el comportamiento del raquis en el momento de realización de los elementos corporales de hiperflexión e hiperextensión característicos de la GEG.

VI.

CONCLUSIONES



1ª. La cifosis dorsal en bipedestación en el grupo de GEG se encuentra dentro del rango de normalidad, con valores similares a los del grupo de GRD, e inferiores a los del grupo control. Existe una mayor prevalencia de rectificaciones en el grupo de GEG, lo que puede ser debido a las diferencias técnicas entre la GEG y la GRD.

2ª. La curva lumbar en bipedestación en el grupo de GEG se encuentra dentro del rango de normalidad, con valores inferiores a los del grupo de GRD y el grupo control. Los mayores porcentajes de normalidad se han registrado en el grupo de GEG, así como un mayor porcentaje de hiperlordosis en el grupo de GRD. Estos resultados pueden ser debidos a las diferencias en el entrenamiento y la prohibición por parte del código de Gimnasia Estética de Grupo de las dificultades con hiperextensión del tronco.

3ª. La cifosis dorsal en sedentación asténica en el grupo de GEG se encuentra por encima de los valores de normalidad, con diferencias significativas en función de la modalidad deportiva. Se observa igualmente que tan solo el 29% de las gimnastas de estética presentan cifosis dorsal dentro del rango de normalidad en sedentación. El grupo de GRD y el grupo control muestran la misma prevalencia de normalidad (54,3% y 54,4% respectivamente) y patología (45,7% y 45,6% respectivamente).

4ª. Las gimnastas de GEG y GRD, al sentarse en postura asténica, disponen su región lumbar con mayores curvas cifóticas que las del grupo control, de tal forma que el grupo control presenta un mayor porcentaje de normalidad (59,5%), en comparación con la GEG (40,9%) y la GRD (40,7%). Estos datos demuestran que ambas modalidades de gimnasia no presentan una transferencia positiva hacia la correcta actitud postural en sedentación.

5ª. La cifosis dorsal en máxima flexión del tronco para el grupo de GEG se encuentra por encima de los valores de normalidad, presentando diferencias significativas en función de la modalidad deportiva. Así, se aprecia un mayor grado de cifosis dorsal en el grupo de GEG ($69,1^0 \pm 12,1^0$), seguido del grupo control ($59,6^0 \pm 10,6^0$) y del grupo de GRD ($50,4^0 \pm 11,3^0$), lo que demuestra la influencia del deporte sobre la curva dorsal. Con relación a la categorización del morfotipo, se observa en el grupo de GEG un gran porcentaje de morfotipos alterados (58,5%), mientras que en el grupo de GRD se aprecia un 95,1% cifosis dorsales dentro de la normalidad.

6ª. Los valores de cifosis lumbar en máxima flexión del tronco que presentan las gimnastas de GEG y de GRD son mayores que los encontrados en el grupo control. En este sentido, el grupo control presenta un mayor porcentaje de morfotipos dentro de la normalidad (74,7%) en comparación con las gimnastas de GEG (64,9%) y de GRD (69,5%). Estos datos muestran que ambas modalidades de gimnasia no colaboran en el desarrollo armónico de la dinámica del raquis en la zona lumbar.

7^a. Tanto las gimnastas de Estética de Grupo como las gimnastas de Rítmica poseen amplios rangos de extensibilidad isquiosural, con elevados porcentajes de normalidad (98,9% y 97,6% respectivamente), sin encontrar diferencias significativas entre ambas modalidades de gimnasia.

8^a. No se ha encontrado una asociación entre el volumen de entrenamiento y el morfotipo raquídeo sagital, ya sea para la curva dorsal o lumbar, en ninguna de las tres posiciones analizadas. Por el contrario, sí que se ha observado una correlación positiva entre el volumen de entrenamiento y los valores de flexibilidad y movilidad raquídea. Estos resultados sugieren que a mayor volumen de entrenamiento mayor flexibilidad y movilidad raquídea.

VII.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Visión sagital del raquis.	18
Figura II.2. Evolución de la cifosis y lordosis con la edad durante las etapas de crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004).	20
Figura II.3. Evolución del IC durante el crecimiento. Tomado de Andújar (2010).	22
Figura II.4. Evolución del IC durante el crecimiento diferenciando por sexos. Tomado de Andújar (2010).	23
Figura II.5. Evolución del IL durante el crecimiento. Tomada de Andújar (2010).	24
Figura II.6. Evolución del IL durante el crecimiento. Tomada de Andújar (2010).	24
Figura II.7. Diferentes disposiciones del raquis en el plano sagital. Tomado de Serna et al. (1996).	25
Figura II.8. Hilma Jalkanen creadora de la Gimnasia Moderna Finlandesa (1889-1964).	65
Figura II.9. Gimnasia escolar austriaca (1856-1915).	66
Figura II.10. Logo de la Federación Internacional de Gimnasia Estética de Grupo.	67
Figura II.11. Campeonato del Mundo de Gimnasia Estética de Grupo celebrado en Cartagena en 2012.	68
Figura II.12. Elevación de una gimnasta dentro de una rutina de Gimnasia Estética de Grupo.	71
Figura II.13. Reglamento de competición para infantiles. http://www.ifagg.com/	72
Figura II.14. Equilibrio a una pierna.	75

Figura II.5. Elemento corporal con hiperextensión lumbar.	77
Figura II.16. Postura corporal básica.	79
Figura II.17. Equilibrio en una pierna, pierna libre en la horizontal (min. 90°), frontal con inclinación hacia delante durante el equilibrio.	81
Figura II.18. Equilibrio en una pierna, pierna libre levantada estirada o doblada hasta la horizontal (90°), detrás (sin ayuda de las manos).	81
Figura II.19. Equilibrios sobre una pierna, pierna libre levantada recta o doblada hacia atrás con la ayuda de una o dos manos.	82
Figura II.20. Salto en “Corzo”.	73
Figura II.21. Salto Zancada en círculo con flexión.	73
Figura III.1. Distribución de la muestra por grupos.	91
Figura III.2. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la cifosis.	97
Figura III.3. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la cifosis.	97
Figura III.4. Colocación del inclinómetro en la zona craneal de la lordosis.	97
Figura III.5. Colocación del inclinómetro en la zona caudal de la lordosis.	97
Figura II.6. Estudio del morfotipo en sedentación asténica. Valoración con inclinómetro.	98
Figura III.7. Ángulo Lumbo-Horizontal en Sedentación Asténica (L-H SA).	99
Figura III.8. Medición con inclinómetro de la curva dorsal en posición del test DD-P.	101
Figura III.9. Medición con inclinómetro de la curva lumbar en posición del test DD-P.	101
Figura III.10. Movilidad de flexión máxima del Tronco en T5-T7.	102
Figura III.11. Movilidad global de extensión del tronco en T5-T7.	103

Figura III.12. Test de Distancia Dedos-planta.	104
Figura III.13. Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión (L-H fx).	105
Figura III.14. Ángulo Lumbo-Vertical (L-V).	106
Figura IV.1. Porcentaje según los valores de normalidad de la Cifosis Dorsal en Bipedestación.	114
Figura IV.2. Porcentaje según los valores de normalidad en Lordosis en Bipedestación.	118
Figura IV.3. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis dorsal en sedentación.	122
Figura IV.4. Porcentaje según los valores de normalidad en cifosis lumbar en sedentación.	126
Figura IV.5. Porcentaje según los valores de normalidad del ángulo lumbo horizontal en sedentación asténica.	130
Figura IV.6. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Dorsal en DD-P.	135
Figura IV.7. Porcentaje según los valores de normalidad en Cifosis Lumbar en DD-P.	139
Figura IV.8. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test DD-P.	146
Figura IV.9. Porcentaje según los valores de normalidad en el ángulo L-H fx.	150
Figura IV.10. Porcentaje según los valores de normalidad en el Test del Ángulo L-V.	154
Figura IV.11. Relación entre el volumen de entrenamiento y (A) resultados del Test Dedos-Planta, (B) grados de Flexión Máxima, (C) ángulo Lumbo-Horizontal en flexión y (D) grados de Extensión Máxima para el grupo de Gimnastas Estética de Grupo.	156

VIII.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Cifosis dorsal y lordosis lumbar durante el crecimiento. Tomado de Cil et al. (2004).	19
Tabla II.2. Valores medios del plano sagital del raquis en función de la edad. Tomado de Mac-Thiong et al. (2004).	20
Tabla II.3. Valores de la columna dorsal y lumbar en flexión, cifosis, lordosis y extensión. Tomado de Widhe (2001).	21
Tabla II.4. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en bailarinas. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	31
Tabla II.5. Número de casos según valores de normalidad de la cifosis dorsal en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	31
Tabla II.6. Número de casos según valores de normalidad de la lordosis lumbar en bipedestación. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	32
Tabla II.7. Variables antropométricas y volumen de entrenamiento en función de la categoría. Tomado de Pastor (2000).	39
Tabla II.8. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).	39
Tabla II.9. Distribución por sexos según el grado de cifosis medido con inclinómetro. Tomado de Pastor (2000).	40
Tabla II.10. Valores medios de las curvas sagitales del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).	46
Tabla II.11. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al tiempo de entrenamiento anual en gimnastas especialistas en trampolín. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2009).	47
Tabla II.12. Valores medios de las curvas sagitales del raquis con relación al volumen total de entrenamiento. Tomado de Sainz de Baranda et al. (2010).	48
Tabla II.13. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).	56
Tabla II.14. Valores para el test EPR en jugadores de fútbol sala. Tomado de Cejudo et al. (2014).	57

Tabla II.15. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Muyor (2010).	59
Tabla II.16. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Pastor (2000).	60
Tabla II.17. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Gómez-Lozano (2007).	62
Tabla II.18. Datos descriptivos de la valoración de la extensibilidad isquiosural. Tomado de Martínez-Gallego (2004).	63
Tabla III.1. Valores medios de la población estudiada, para la disposición del raquis dorsal y lumbar en las tres posiciones estudiadas sin modificaciones de la postura.	89
Tabla III.2. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los test de valoración del plano sagital de la columna vertebral.	89
Tabla III.3. Coeficientes de fiabilidad intraexplorador de los diferentes test de flexibilidad.	90
Tabla III.4. Distribución de la muestra por grupos de edad.	92
Tabla III.5. Distribución de casos por horas semanales de entrenamiento para los grupos de gimnastas.	92
Tabla III.6. Distribución de casos por años de entrenamiento para los grupos de gimnastas.	92
Tabla III.7. Datos descriptivos correspondientes a la talla de los sujetos de la muestra.	94
Tabla III.8. Datos descriptivos correspondientes al peso de los sujetos de la muestra.	94
Tabla IV.1. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en bipedestación.	111
Tabla IV.2. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en bipedestación.	113
Tabla IV.3. Datos Tabla descriptivos del grado de lordosis en bipedestación.	115
Tabla IV.4. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de	117

lordosis en bipedestación.

Tabla IV.5. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en sedentación.	119
Tabla IV.6. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en sedentación.	121
Tabla IV.7. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en sedentación.	123
Tabla IV.8. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en sedentación.	125
Tabla IV.9. Datos descriptivos del ángulo lumbo-horizontal en sedentación.	127
Tabla IV.10. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica.	129
Tabla IV.11. Datos descriptivos del grado de cifosis dorsal en DD-P.	131
Tabla IV.12. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis dorsal en DD-P.	134
Tabla IV.13. Datos descriptivos del grado de cifosis lumbar en DD-P.	136
Tabla IV.14. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad de cifosis lumbar en DD-P.	138
Tabla IV.15. Datos descriptivos del grado de flexión del tronco en T5-T7.	140
Tabla IV.16. Datos descriptivos del grado de extensión del tronco T5-T7.	140
Tabla IV.17. Datos descriptivos de los test de valoración de la movilidad global del tronco en T5-T7.	141
Tabla IV.18. Datos descriptivos en la prueba Distancia Dedos-Planta en centímetros.	143
Tabla IV.19. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Test DD-P.	145
Tabla IV.20. Datos descriptivos del Ángulo L-H fx.	147
Tabla IV.21. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del ángulo L-H fx.	149

Tabla IV.22. Datos descriptivos del Ángulo L-V.	151
Tabla IV.23. Número de casos y porcentajes según los valores de normalidad del Ángulo L-V.	153
Tabla IV.24. Correlaciones entre las variables objeto de estudio y el volumen de entrenamiento.	153
Tabla V.1. Valores medios del grado de cifosis dorsal en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).	164
Tabla V.2. Valores medios del grado de lordosis en nadadores por sexo y por estilo. Tomado de Pastor (2000).	170
Tabla V.3. Valores medios del grado de cifosis dorsal dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).	183
Tabla V.4. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis dorsal en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).	184
Tabla V.5. Valores medios del grado de cifosis lumbar dinámica en nadadores por sexo y por estilos. Tomado de Pastor (2000).	187
Tabla V.6. Datos descriptivos de la valoración de la cifosis lumbar en flexión máxima del tronco. Tomado de Muyor (2010).	187
Tabla V.7. Valores medios de la movilidad total y parcial en diferentes investigaciones.	190
Tabla V.8. Valores medios del rango de movimiento sagital de la curva dorsal y lumbar.	192
Tabla V.9. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos-planta por modalidad deportiva en chicas. Tomado de Canda et al. (2004).	193
Tabla V.10. Valores medios obtenidos en el test distancia dedos planta por modalidad deportiva en chicos. Tomado de Canda et al. (2004).	194

IX.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Aggrawal, N. D., Kaur, R., Kumar, S., & Mathur, D. N. (1979). A study of changes in the spine in weight lifters and other athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 13(2), 58-61.
- ✓ Aguado, X., Izquierdo, M., & González, J. L. (1997). *Biomecánica fuera y dentro del laboratorio*. León: Universidad de León.
- ✓ Ali, R. M., Green, D. W., & Patel, T.C. (2000). Scheuermann's kyphosis. *Current opinion in Orthopedics*, 11(2), 131-136.
- ✓ Alier, A. (1990). Cifosis. En R. Viladot, O. Cohi y S. Clavell (Eds.), *Ortesis y Prótesis del Aparato Locomotor*. Tomo I. Columna vertebral (pp. 69-76). Barcelona: Masson.
- ✓ Alricsson, M., & Werner, S. (2004). The effect of pre-season dance training on physical indices and back pain in elite cross-country skiers: a prospective controlled intervention study. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 148-153.
- ✓ Alricsson, M., & Werner, S. (2006). Young elite cross-country skiers and low back pain. A 5 year study. *Physical Therapy in Sport*, 7(4), 181-184.
- ✓ Andersen, J. C. (2006). Flexibility in performance: Foundational concepts and practical issues. *Athletic Therapy Today*, 3, 9-12.
- ✓ Andrade, R., Previnaire, J. G., & Sturbois, X. (1990). Crecimiento y ejercicio físico. *Archivos de Medicina del Deporte*, VII (27), 285-293.
- ✓ Andreotti, L., & Mauric, A. (1989). *Atlas de semiología reumatológica. Columna vertebral*. Barcelona: Grass.
- ✓ Andújar, P. (1992). Indicaciones sobre la prevención y el tratamiento de las alteraciones del desarrollo del aparato locomotor. En F. Santonja e I. Martínez (Eds.), *Valoración Médico-Deportiva del Escolar* (pp.303-314). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Andújar, P. (2010). *Prevalencia de las desalineaciones del raquis en edad escolar en el Municipio de Murcia*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.

- ✓ Andújar, P., & Santonja, F. (1996). Higiene postural en el escolar. En: V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Eds.), *Escolar: Medicina y Deporte* (pp.342-367). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.
- ✓ Aramendi, J., Terrados, N., Poza, J., Crespo, R., & Usabiaga, J. (1998). La columna vertebral lumbar en las diferentes posiciones del ciclismo profesional en ruta. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(66), 343-347.
- ✓ Arazi, H., Faraji, H., & Mehrtash, M. (2013). Anthropometric and physiological profile of iranian junior elite gymnasts. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, 11(1), 35-41.
- ✓ Arendt, Y. D., & Kerschbaumer, F. (2003). Injury and overuse pattern professional ballet dancers. *Z Orthop Grenzgeb*, 141(3), 349-356.
- ✓ Ashton-Miller, J. A. (2004). Thoracic hyperkyphosis in the young athlete: a review of the biomechanical issues. *Current Sports Medicine Report*, 3, 47-52.
- ✓ Ayala, F., Sainz de Baranda, P., Cejudo, A., & Santonja, F. (2012). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 5, 67-74.
- ✓ Bachrach R. M. (1988). Team physician #3. The relationship of low back/pelvic somatic dysfunctions to dance injuries. *Orthopaedic Review*, 17(10), 1037-1043.
- ✓ Bado, J. L. (1977). *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor.
- ✓ Bado, J. L., Barros, P.C., Ruiggero, A., & Navillat, M. (1964). Análisis estadístico de la frecuencia del Síndrome de "Retracción de los Isquiotibiales" estudiando en colectividades infantiles sanas y su relación con el Dorso Curvo. *Anales de la Facultad de Medicina. Montevideo*, 49(1), 328-337.
- ✓ Balius, R., Balius, R., & Balius, X. (1987). Columna vertebral y deporte. *Apunts*, 24, 223-9.
- ✓ Barreto, C. M. (2006). Arquitectura corporal: pasiones deportivas e identificaciones estéticas. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, 61(2), 59-77.
- ✓ Battista, R. A., Pivarnik, J. M., Dummer, G. M., Sauer, N., & Malina, R. M. (2007). Comparisons of physical characteristics and performances among female collegiate rowers. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 651-657.

-
- ✓ Bejjani F. J. (1987). Occupational biomechanics of athletes and dancers: a comparative approach. *Clinical Pediatric Medicine Surgery*, 4(3), 671-711.
 - ✓ Bejjani, F. J., Halpern, H., & Pavlidis, L. (1990). Spinal motion and strength measurements of flamenco dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 5(3), 121-126.
 - ✓ Bernhardt, M., & Bridweell, K. H. (1989). Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*, 14, 717-721.
 - ✓ Biering-Sorensen, F. (1984). Physical Measurements as Risk Indicator for Low-back trouble over a one year period. *Spine*, 9(2), 106-119.
 - ✓ Blanco, E. (1997). Historia de la Gimnasia en Langreo. Langreo (Asturias). Langreo: Patronato Deportivo del Ayuntamiento de Langreo.
 - ✓ Boldori, L., Da Soldá, M., & Marelli, A. (1999). Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in young athletes. *Minerva Pediatrica*, 51, 259-264.
 - ✓ Borenstein, D. G., & Wiesel, S. W. (1989). Dolor lumbar: Diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Ancora.
 - ✓ Boseker, H., Moe, H., Winter, R. B., & Koop, E. (2000). Determination of "Normal" thoracic kyphosis: a reontgenographic study of 121 "Normal" children. *Spine*, 20 (6), 796-798.
 - ✓ Bradford, D. S. (1977). Juvenile Kyphosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 128, 45-55.
 - ✓ Brereton, L. C., & McGill, S. M. (1999). Effects of physical fatigue and cognitive challenges on the potential for low back injury. *Human Movement Science*, 18, 839-857.
 - ✓ Bressel, E., & Larson, B. J. (2003). Bicycle seat designs and their effect on pelvic angle, trunk angle, and comfort. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 327-332.
 - ✓ Briggs, A. M., Van Dieën, J. H., Wrigley, T. V., Greig, A. M., Phillips, B., Lo, S. K., & Bennell, K. L. (2007). Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force. *Physical Therapy*, 87(5), 595-607.

- ✓ Bronner, S., & Ojofeitimi, S. (2011). Pelvis and hip three-dimensional kinematics in grand battement movements. *Journal of Dance Medicine & Science*, 15(1), 23-30.
- ✓ Bueno, M., Sarria, A., Bueno-Lozano, M., & Bueno-Lozano, G. (1993). *Crecimiento y Desarrollo Humanos y sus trastornos*. Madrid: Ediciones Ergón.
- ✓ Burnett, A. F., Cornelius, M. W., Dankaerts, W., & O'Sullivan, P. B. (2004). Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects—a pilot investigation. *Manual Therapy*, 9(4), 211-219.
- ✓ Burns, J., Keenan, A., & Redmonf, A. (2003). Factors associated with triathlon-related overuse injuries. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*, 33(4), 177-184.
- ✓ Cailliet, R. (1988). *Low back pain syndrome*. Philadelphia: Davis, FA.
- ✓ Calais-Germain, B. (2010). *Anatomía para el Movimiento. Introducción para el análisis de las técnicas corporales, tomo I*. Barcelona: Los libros de la liebre de Marzo.
- ✓ Caldwell, B., & Peters, D. (2009). Seasonal variation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1370-1377.
- ✓ Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2001). Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics*, 44(3), 280-294.
- ✓ Canda, A. S., Heras, E., & Gómez, A. (2004). Valoración de la flexibilidad de tronco mediante el test del cajón en diferentes modalidades deportivas. *Selección*, 13(4), 148-154.
- ✓ Casais, L. (2008). Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts de Medicina de L'Esport*, 157, 30-39.
- ✓ Casimiro, A. J. (1999). *Comparación, evolución y relación de hábitos saludables y nivel de condición física-salud en escolares, al finalizar los estudios de Educación Primaria (12 años) y de Educación Secundaria Obligatoria (16 años)*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada.
- ✓ Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2013). Rango de movimiento de la extremidad inferior en atletas de Duatlón. *SporTK*, 2 (2), 31-40.

-
- ✓ Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014a). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14 (55), 509-525.
 - ✓ Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014b). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores senior de balonmano. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(2), 111-120.
 - ✓ Cil, A., Yazici, M., Uzumcugil, A., Kandemir, U., Alanay, A., Alanay, Y., Acaroglu, E., & Surat, A. (2004). The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. *Spine*, 30, 93-100.
 - ✓ Cohen, J. L., Segal, K. R., & McArdle, W. D. (1982). Heart rate response to ballet stage performance. *The Physician and Sports Medicine*, 10, 120-133.
 - ✓ Cornbleet, S. L., & Woolsey, N. (1996). Assesment of hamstring muscle lenght in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Physical Therapy*, 76(8), 850-855.
 - ✓ Cosentino, R. (1985). *Raquis: semiología con consideraciones clínicas y terapéuticas*. Buenos Aires: El Ateneo.
 - ✓ Croisier, J. L., Forthomme, B., Namurois, M. H., Vanderthommen, M., & Crielaard, J. M. (2002) Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*, 30(2), 199-203.
 - ✓ Cuadrado, R., López, T., & Reñones, B. (1993). Higiene postural en la etapa escolar. *Fisioterapia*, 15(3), 97-126.
 - ✓ Cupisti, A., D'Alessandro, C., Evangelisti, I., Piazza, M., Galetta, F., & Morelli, E. (2004). Low back pain in competitive rhythmic gymnasts. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1), 49-53.
 - ✓ Cupisti, A., D'Alessandro, C., Evangelisti, I., Umbri, C., Rossi, M., Galetta, F., Panicucci, E., Lopes-Pegna, S., & Piazza, M. (2007). Injury survey in competitive sub-elite rhythmic gymnasts: results from a prospective controlled study. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(2), 203-207.

- ✓ Chandler, T. J., Kibler, W. B., Uhl, T. L., Wooten, B., Kiser, A., & Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of the junior elite tennis players to other athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 18(2), 134-136.
- ✓ Chang, D., Buschbacher, L., & Edlich, R. (1988). Limited joint mobility in power lifters. *The American Journal of Sports Medicine*, 16(3), 280-284.
- ✓ Chopin, D., & David, T. (1989). Cyphoses pathologiques, *Enciclopedia Médico Quirúrgica. Aparato Locomotor*, 15872, A10, 10.
- ✓ Christie, H. J., Kumar, S., & Warren, S.A. (1995). Postural aberrations in low back pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 218-224
- ✓ Dannenberg, A., Needle, S., Mullady, D., & Kolodner, K. (1996). Predictors of injury among 1638 riders in a recreational long-distance bicycle tour: cycle across Maryland. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 747-753.
- ✓ Deighton, C. (2005). The updated BSR guidelines for anti-TNF in adults with RA: What has changed and why? *Musculoskeletal Care*, 3(3), 122-130.
- ✓ Devís, J. (2000). *Actividad física, deporte y salud*. Barcelona: INDE.
- ✓ Di Tullio, M., Wilczek, L., Paulus, D., Kiriakatis, A., Pollack, M., & Eisenhardt, J. (1989). Comparison of hip rotation in female classical ballet dancers versus female no dancers. *Medical Problems of Performing Artists*, 4(4), 154-158.
- ✓ Doers, T. M., & Kang, J. D. (1999). The biomechanics and biochemistry of disc degeneration. *Current Opinion in Orthopedics*, 10(2), 117-121.
- ✓ Dolan, P., & Adams, P. (2001). Recent advances in lumbar spinal mechanics and their significance for modelling. *Clinical Biomechanics*, 1, S8-S16.
- ✓ Domisse, G. F. (1990). The vulnerable, rapidly growing thoracic spine of the adolescent. *South African Medical Journal*, 78(4), 211-213.
- ✓ Ekstrand, J., & Guillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *American Journal of Sport Medicine*, 10(2), 75-78.

-
- ✓ Ekstrand, J., Wiktorsson, M., Öberg, B., & Gillquist, J. (1982). Lower Extremity Goniometric Measurements: A Study to Determine Their Reliability. *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 171-175.
 - ✓ Endler, M., Haber, P., & Hofner, W. (1980). Spinal deformities and their mechanopathology in oarsmen. *Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete*, 118(1), 91-100.
 - ✓ Enemark-Miller, E., Seegmiller, J., & Rana, S. (2009). Physiological profile of women's lacrosse players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(1), 39-43.
 - ✓ Ensink, F. M., Saur, P. M., Frese, K., Seeger, D., & Hildebrandt, J. (1996). Lumbar range of motion: influence of time of day and individual factors on measurements. *Spine*, 21(11), 1339-1343.
 - ✓ Esola, M. A., McClure, P. W., Fitzgerald, G. K., & Siegler, S. (1996). Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine*, 21(1), 71-78.
 - ✓ Esparza, F. (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: GREC-FEMEDE.
 - ✓ Falter, E. W., Aigner, R., Hellerer, O., & Frey, K. W. (1981). Spinal lesions following modified exercises in adolescent high performance gymnasts. *Fortschritte der Medizin*, 99(5), 145-148.
 - ✓ Faria, E., Parker, D., & Faria, I. (2005a). The science of cycling. Physiology and training. Part 1. *Sports Science*, 35(4), 285-312.
 - ✓ Faria, E., Parker, D., & Faria, I. (2005b). The science of cycling. Factors affecting performance. Part 2. *Sports Science*, 35(4), 313-337.
 - ✓ Fasting, K., Pfister, G., & Vázquez, B. (2000). *Experiencia y significado del ejercicio físico en la vida de las mujeres de algunos países europeos*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales: Instituto de la Mujer. Madrid.
 - ✓ Fernández, E. (2001). Algunos interrogantes sobre la práctica de actividad físico-deportiva en las mujeres adolescentes y su abandono. En *Actas del Congreso Mujer y Deporte*. Bilbao.

- ✓ Fernández-Campos, M.J. (2011). *Efecto de un programa de educación postural en Educación Física en Primaria: Tres años de seguimiento*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Ferrer, V. (1998). *Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis lumbar*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Ferrer, V., Santonja, F., & Carrión, M. (1996). Síndrome de isquiosurales cortos y actividad física. En: V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Coords.). *Escolar: Medicina y Deporte* (pp. 283-296). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.
- ✓ Förster, R., Penka, G., Bösl, T., & Schöffl, V.R. (2009). Climber's back-form and mobility of the thoracolumbar spine leading to postural adaptations in male high ability rock climbers. *International Journal of Sports Medicine*, 30(01), 53-59.
- ✓ Gajdosik, R., Albert, C., & Mitman, J. (1994). Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle and thoracic angle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(4), 213-219.
- ✓ Gamboian, N., Chatfield, S. J., & Woollacott, M. H. (2000). Further effects of somatic training on Pelvis Tilt and Lumbar Lordosis Alignment during quiet stance and Dynamic Dance Movement. *Journal Dance Medicine Science*, 4(3), 90-98.
- ✓ Gannon, L.M., & Bird, H.A. (1999). The quantification of joint laxity in dancers and gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 17(9), 743-50.
- ✓ Garcés, G. (1994). Espondilolisis y espondilolistesis en el deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, XI (42), 181-186.
- ✓ Gelabert R. 1986. Dancer's Spinal Syndromes. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 7(4), 180-191.
- ✓ Giles, L. V., Rhodes, E. C., & Taunton, J. E. (2006). The physiology of rock climbing. *Sports Medicine*, 36, 529-545.
- ✓ Goertzen, M., Ringelband, R., & Schultiz, K. P. (1989). Injuries and damage caused by excessive stress in classical ballet. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 127(1), 98-107.
- ✓ Gómez-Lozano, S. (2007). *Estudio sagital del raquis en bailarinas de danza clásica y danza española*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.

-
- ✓ Gómez-Lozano, S., Vargas-Macías, A., Santonja, F., & Canteras, M. (2013). Estudio descriptivo del morfotipo raquídeo sagital en bailarinas de flamenco. *Revista del Centro de Investigación Flamenco Telethusa*, 6(7), 19-28.
 - ✓ Gozdziwski, S., Porwollik, K., Suder, E., Porwollik, M., & Trzaska, M. (1989). Occupationally conditioned antero-posterior spinal curvatures among manual workers. *Medycyna Pracy*, 40, 177-182.
 - ✓ Grabara, M., & Hadzik, A. (2009). Postural variables in girls practicing volleyball. *Biomedical Human Kinetics*, 1, 67-71.
 - ✓ Green, E. M., & Nelham, R. L. (1991). Development of sitting ability, assessment of children with a motor handicap and prescription of appropriate seating system. *Prosthetics and Orthotics International*, 15, 203-216.
 - ✓ Green, J. P., Grenier, S. G., & McGill, S. M. (2002). Low back stiffness is altered with warm-up and bench rest: implications for athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(7), 1076-1081.
 - ✓ Gunning, J. L., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (2001). Spinal posture and prior loading history modulate compressive strength and type of failure in the spine: a biomechanical study using a porcine cervical spine model. *Clinical Biomechanics*, 16(6), 471-480.
 - ✓ Haff, G. (2006). Roundtable Discussion: Flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, 28(2), 64-85.
 - ✓ Hafner, R. H., & Surrey, C. (1952). Localised osteochondritis (Scheuermann's disease). *Journal Bone Joint Surgery*, 34B, 38-40.
 - ✓ Hahn, T., Foldspang, A., Vestergaard, E., & Ingemann-Hansen, T. (1999). Active knee joint flexibility and sports activity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 9(2), 74-80.
 - ✓ Hald, R. D. (1992). Dance Injuries. *Primary Care*, 19(2), 393-411.
 - ✓ Hamilton, W. G., Hamilton, L. H., Marshall, P., & Molnar, M. (1992). A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *The American Journal Sports Medicine*, 20(3), 267-273.
 - ✓ Hamill, J., & Knutzen, K. M. (1995). *Biomechanical basic of human movement*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- ✓ Handley, J. (1986). Posture education: an essential component of the health based physical education programme. *British Journal of Physical Education*, 17, 1, 37-38.
- ✓ Harbourne, R. T., Giulina, C., & Neela J. (1993). A kinematic and electromyographic analysis of the development of sitting posture in infants. *Developmental Psychobiology*, 26(1), 51-64.
- ✓ Harringe, M. L., Nordgren, J. S., Arvidsson, I., & Werner, S. (2007). Low back pain in young female gymnasts and the effect of specific segmental muscle control exercises of the lumbar spine: a prospective controlled intervention study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 15, 1264-1271.
- ✓ Hellström, M., Jacobsson, B., Swärd, L., & Peterson, L. (1990). Radiologic abnormalities of the thoraco-lumbar spine in athletes. *Acta Radiologica*, 31, 127-132.
- ✓ Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2000). *Metodología de la Investigación*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- ✓ Herrera, E., Pavía, C., & Yturriaga, R. (1994). *Actualizaciones en Endocrinología-1. La pubertad*. Madrid: Díaz de Santos.
- ✓ Howell, D. W. (1984). Musculoskeletal profile and incidence of musculoskeletal injuries in lightweight women rowers. *The American Journal of Sports Medicine*, 12(4), 278-282.
- ✓ Howley, H. T., & Franks, B. D. (1995). *Manual del técnico en salud y fitness*. Paidotribo: Barcelona.
- ✓ Howse J. (2002). *Técnica de la danza y prevención de lesiones*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- ✓ Hutchinson, R. (1999). Low back pain in elite rhythmic gymnasts. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(11), 1686-1688.
- ✓ International Federation of Aesthetic Group Gymnastics (IFAGG) (2012). Recuperado el 10 de septiembre de 2014 de <http://www.ifagg.com/wp-content/uploads/2013/10/Competition-rules-2013-2014.pdf>
- ✓ Ireland, M. L., & Micheli, L. J. (1987). Bilateral stress fracture of the lumbar pedicles in a ballet dancers. A case report. *Journal of Bone & Joint Surgery*, 69(1), 140-142.

-
- ✓ Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., & Marina, M. (2010). Control de la flexibilidad en jóvenes gimnastas de competición mediante el método trigonométrico: un año de seguimiento. *Apunts Medicine de L'Sport*, 45(168), 235-242.
 - ✓ Iwakami, T. (1987). Studies on posture of the healthy Japanese child: A classification of postures and their relation to changes in different age groups. *Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, 61, 185-196.
 - ✓ Jackson, J., Solomonow, M., Zhou, B., Baratta, R. V., & Harris, M. (2001). Multifidus EMG and tension-relaxation recovery after prolonged static lumbar flexion. *Spine*, 26(7), 715-723.
 - ✓ Jackson, R. P., & Hales, C. (2000). Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers. *Spine*, 25, 2808-2815.
 - ✓ Jiménez, J. F., & Villa, J. G. (2001). Mononucleosis infecciosa en ciclista profesional. *Archivos de Medicina del Deporte*, 18(86), 631-634.
 - ✓ Joyce, M. (1987). *Técnica de danza para niños*. Barcelona: Martínez Roca.
 - ✓ Kapandji, I. A. (2002). *Cuadernos de Fisiología Articular. Tronco y raquis*. (Tomo 3º, 2ª edición). Barcelona: Masson.
 - ✓ Katz, D. A., & Scerpella, T. A. (2003). Anterior and middle column thoracolumbar spine injuries in young female gymnasts. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 611-616.
 - ✓ Keller, T. S., Colloca, C. J., Harrison, D. E., Harrison, D. D., & Janik, T. J. (2005). Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: implications for the ideal spine. *Spine Journal*, 5, 297-300.
 - ✓ Kendall, F. P., & Kendall, E. (1985). *Músculos: pruebas y funciones*, 2ª ed. Barcelona: Jims.
 - ✓ Kibler, W. B., & Chandler, T. J. (2003). Range of movement in junior tennis player participating in an injury risk modification program. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 51-62.

- ✓ Kippers, V., & Parker, A. W. (1987). Toe-tuch test. A mesures of its validity. *Physical Therapy*, 67(11), 1680-1684.
- ✓ Kirby, R., & Roberts, J. A. (1985). *Introductory Biomechanics*. Ithaca, NY: Mouvement Publications.
- ✓ Kleenola, I (1996). *Naiskliikuntaa. 100 Vuotta*. Helsinki: Otava.
- ✓ Klemp P., & Chalton. D. (1989). Articular mobility in ballet dancers: a follow-up study after four years. *The American Journal of Sports Medicine*, 17, 72-75.
- ✓ Klemp, P., & Learmonth, I. D. (1984). Hypermobility and Injuries in a professional Ballet Company. *British Journal of Sports Medicine*, 18(3), 143-148.
- ✓ Klemp, P., Stevens, J. E., & Isaacs, S. (1984). A hypermobility study in ballet dancers. *The Journal of Rheumatology*, 11(5), 692-696.
- ✓ Kolehmainen, I., Harms-Ringdhal, K., & Lanshammart, H. (1989). Cervical spine position and load moments during bicycling with different handlebars positions. *Clinical Biomechanics*, 4(2), 105-110.
- ✓ Kraemer, W. J., & Gómez, A. L. (2001). Establisihing a Solid Fitness Base. In B. Foran (ed). *High-Performance Sports Conditioning*, (pp.3-17). Champaign, IL: Human Kinetics.
- ✓ Krämer, J. (1989). Síndrome Lumbar. Patología del disco intervertebral. Barcelona: Doyma.
- ✓ Kujala, U. M., Salminenn, J. J., Taimela, S., Oksanen, A., & Jaakkola, L. (1992). Subject characteristics and low back pain in young athletes and nonathletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 627-632.
- ✓ Kujala, U. M., Taimela, S., & Oksanen, A. (1997). Lumbar mobility and low back pain during adolescence. *American Journal of Sports Medicine*, 25, 363-368.
- ✓ Kums, T., Ereline, J., Gapeyeva, H., Pääsuke, M., & Vain, A. (2007). Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2-3, 87-95.
- ✓ Kuo, L., Chung, W., Bates, E., & Stephen, J. (1997). The hamstring index. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 17(1), 78-88.

- ✓ Lalande, G., Kalifa, G., & Dobousset, J. (1984). Les déformations sagitales. *Enciclopedia Médico Quirúrgica*, Paris, Radiodiagnostic II, 31671 B50: 4.
- ✓ Lambrinudi, C. (1934). Adolescent and senile kiphosis. *British Medical Bulletin*, 2, 800-804.
- ✓ Langlade, A. & Langlade, N. (1986). *Teoría general de la gimnasia*. Editorial Stadium SRL.
- ✓ Lapierre, A. (1996). *La reeducación física*. Tomo I. Madrid: Dossat 2000.
- ✓ Ledoux, P. (1992). L'extensibilité des ischio-jambiers. *Kinésithérapie Scientifique*, 313, 6-8.
- ✓ Lesur, J. (1969). *La gimnasia médica en pediatría*. Barcelona: Toray-Masson.
- ✓ Levine, D., & Whittle, M. W. (1996). The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24, 130-135.
- ✓ Lindsay, D., & Horton, J. (2002). Comparison of spine motion in elite golfers with and without low back pain. *Journal of Sports Sciences*, 20(8), 599-605.
- ✓ Lisitskaya, T. (1995). *Gimnasia Rítmica: Deporte y Entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- ✓ López, N., Albuquerque, F., Quintana, E., Dominguez, R., Rubens, J., & Calvo J. I. (2005). Evaluación y Análisis del morfotipo raquídeo del futbolista juvenil y amateur. *Fisioterapia*, 27(4), 192-200.
- ✓ López Miñarro, P. A., Alacid, F., & Casimiro, A. J. (2012). Disposición sagital del raquis torácico en el ciclista de élite. *Revista Española de la Educación Física y Deportes*, 23, 53-62.
- ✓ López-Miñarro, P. A. (2003). *Análisis de ejercicios de acondicionamiento muscular en salas de musculación. Incidencia sobre el raquis en el plano sagital*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ López-Miñarro, P. A., Alacid, F., & Muyor, J. M. (2009). Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores.

- Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 9(36), 379-392.
- ✓ López-Miñarro, P. A., Alacid, F., Ferragut, C., & García, A. (2008). Valoración y comparación de la disposición sagital del raquis entre canoistas y kayakistas de categoría infantil. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 9, 171-176.
 - ✓ López-Miñarro, P. A., Sánchez, J., Yuste, J. L., & Sainz de Baranda, P. (2007). Valoración de la extensibilidad isquiosural y morfotipo raquídeo en jugadores de fútbol sala. En *III Congreso de Ciencias del Deporte*. Pontevedra, España.
 - ✓ Lowe, T. G. (1990). Scheuermann's disease. *American Journal of Bone and Joint Surgery*, 72(6), 940-945.
 - ✓ Lowe, T. G., & Line, B.G. (2007). Evidence Based Medicine. Analysis of Scheuermann Kyphosis. *Spine*, 32(19S), S115-S119.
 - ✓ Luttgens, K., & Wells, K. F. (1982). Kinesiología. Bases científicas del movimiento humano (7ª ed.). Madrid: Saunders Collage publishing. Library of Congress.
 - ✓ Llanos, L. F., & Martín C. (1998). Anatomía funcional y biomecánica del raquis lumbar. En E. Cáceres y R. Sanmartí (Coords). *Lumbalgia y lumbociatalgia* (pp. 1-21). Barcelona: MASSON.
 - ✓ Mac-Thiong, J. M., Berthonnaud, E., Dimar, J.R., Betz, R. R., & Labelle, H. (2004). Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*, 29(15), 1642-1647.
 - ✓ Magnusson, P., & Renstrom, P. (2006). The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*, 6(2), 87-91.
 - ✓ Maller, T., Kondraske, G., Beals, S., & Gatchel, R. (1997). Spinal range the motion. Accuracy and sources of error with inclinometric measurement. *Spine*, 22(17), 1976-1984.
 - ✓ Maroon, J. C., & Bailes, J. E. (1996). Athletes with Cervical Spine Injury. *Spine*, 21(19), 2294-2299.
 - ✓ Martin, D.; Klaus, C.; Klaus, L. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Pidotribo: Barcelona.

-
- ✓ Martínez-Gallego, F. M. (2004). *Disposición del plano sagital y extensibilidad isquiosural en gimnasia rítmica deportiva*. [Tesis Doctoral]. Murcia. Universidad de Murcia.
 - ✓ Martínez Gallego, F., & Rodríguez García, P. L. (2005). *Metodología para una Gimnasia Rítmica saludable*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
 - ✓ Mata, H. (1999). *Adecuación del Código de Puntuación de Gimnasia Rítmica a la Iniciación*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
 - ✓ McEvoy, M. P., Wilkie, K., & Williams, M. T. (2007). Anterior pelvic tilt in elite cyclists—A comparative matched pairs study. *Physical Therapy in Sport*, 8(1), 22-29.
 - ✓ McGill, S. M. (1995). The mechanics of torso flexion: situps and standing dynamic flexion manoeuvres. *Clinical Biomechanics*, 10(4), 184-192.
 - ✓ McGill, S. M. (2002). *Low Back Disorders: Evidence based prevention and rehabilitation*. Champaign, IL: Human Kinetics.
 - ✓ McGill, S. M., & Brown, S. (1992). Creep response of the lumbar spine to prolonged full flexion. *Clinical Biomechanics*, 7, 43-46.
 - ✓ McGill, S. M., Hughson, R. L., & Parks, K. (2000). Lumbar erector spinae oxygenation during prolonged contractions: implications for prolonged work. *Ergonomics*, 43(4), 486-493.
 - ✓ Melrose, D., Spaniol, F., Bohling, M., & Bonnette, R. (2007). Physiological and performance characteristics of adolescent club volleyball players. *Journal Strength and Conditioning Research*, 21(2), 481-486.
 - ✓ Mellin, G. (1986). Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer. *Spine*, 11, 759-762.
 - ✓ Mellin, G. (1987). Correlation of spinal mobility with degree the degree of chronic low back pain after correction for age and anthropometric factors. *Spine*, 12, 464-468.
 - ✓ Mellin, G. (1988). Correlation of hip mobility with degree of back pain and lumbar spine mobility in chronic low-back pain patients. *Spine*, 13(6), 668-670.

- ✓ Mellin, G., & Poussa, M. (1992). Spinal mobility and posture in 8- to 16-years old children. *Journal Orthopedic Research*, 10(2), 211-216.
- ✓ Mendizábal, S. (2000). *Patología en gimnastas de rítmica de alto rendimiento retiradas*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- ✓ Micheli, L. J., & Solomon, R. (1987). Training the Young dancers. En: Ryan AJ, Stephens RE, edit. *Dance Medicine. A Comprehensive Guide*. Chicago: Pluribus Press. Inc-. P 51-72.
- ✓ Micheli, L.J. (1986). Overuse injuries in children's sports: the growth factor. *Orthopedic Clinics of North America*, 14(2), 337-360.
- ✓ Micheli, L. J. (1979). Low-Back pain in the adolescent: Differential diagnosis in low back pain in the athletes. *American Journal of Sport Medicine*, 7, 361-369.
- ✓ Micheli, L. J. (1983). Back Injuries in Dancers. *Clinics in Sports Medicine*, 2(3), 473-484.
- ✓ Micheli, L. J., Micheli, L. J., Solomon, R., Solomon, J., & Gerbino, P. J. (1999). Low back pain in dancers. *Medscape Orthopaed Sports Medicine*, 3, 5.
- ✓ Micheli, L. J., & Trepman, E. (1990). Spinal deformities. En: F. J. Torg, R. P. Welsh, y R. J. Shephard (eds.), *Current therapy in sports medicine*, segunda edición, (pp. 335-340). Philadelphia, PA: B.C. Decker.
- ✓ Mierau, D., Cassidy, J. D., & Yong-Hing, K. (1989). Low-Back pain and straight in children and adolescents. *Spine* 14(5), 526-528.
- ✓ Miralles, R. C., & Puig, M. (1998). Columna vertebral. En R.C. Miralles (Ed.). *Biomecánica clínica del aparato locomotor*. (pp.171-198). Barcelona: Masson.
- ✓ Miroshnychenko, T., & Martínez-Gallego, F. (2013). *Conferencia Científica sobre Gimnasia Estética de Grupo*. Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de San Petesburgo.
- ✓ Mirzaei, B., Curby, D., Rahmani-Nia, F., & Moghadasi, M. (2009). Physiological profile of elite Iranian junior Freestyle wrestlers. *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2339-2344.
- ✓ Moe, J. H., Winter, R. B., Bradford, D. S., & Lonstein, J. E. (1982). *Deformaciones de la columna vertebral*. Barcelona: Salvat.

-
- ✓ Munuera, L. (1996). *Introducción a la Traumatología y Cirugía Ortopédica*. Madrid: Interamericana-McGraw-Hill.
 - ✓ Murray, D. W., & Bulstrode, C.J. (1996). The development of adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*, 5, 251-257.
 - ✓ Muyor, J. M. (2010). *Evaluación del morfotipo raquídeo en el plano sagital y grado de extensibilidad isquiosural del ciclista*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Almería.
 - ✓ Muyor, J. M., Sánchez-Sánchez, E., Sanz-Rivas, D., & López-Miñarro, P.A. (2013). Sagittal spinal morphology in highly trained adolescent tennis players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12, 588-593.
 - ✓ Nilsson, C., Wykma, A., & Leanderson, J. (1993). Spinal mobility and joint laxity in young ballet dancers. A comparative study between first-year students at the Swedish ballet school and a control group. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 1(3-4), 206-208.
 - ✓ Nóbrega, A. C., Paula, K. C., & Carvalho, A.C. (2005). Interaction between resistance training and flexibility training in healthy young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 842-846.
 - ✓ Oberg, B., Ekstrand, J., Möller, M., & Gillquist, J. (1984). Muscle strength and flexibility in different positions of soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 5(4), 213-216.
 - ✓ Öhlen, G., Spangfort, E., & Tingvall, C. (1989a). Measurement of spinal sagittal configuration and mobility with Debrunner's Kyphometer. *Spine*, 14(6), 847-850.
 - ✓ Öhlen, G., Wredmark, T., & Spangfort, E. (1989b). Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine*, 14(8), 847-850.
 - ✓ Oreb, G., Ruzic, L., Matkovic, B., Misigoj-Durakovic, M., Vlastic, J., & Ciliga, D. (2006). Physical fitness, menstrual cycle disorders and smoking habit in Croatian national ballet and national folk dance ensembles. *Collegium Antropologicum*, 30, 279-283.
 - ✓ Öztürk, A., Özkan, Y., Özdemir, R., Yaçın, N., Agöz, S., Saraç, V., & Aykut, S. (2008). Radiographic changes in the lumbar spine in former professional football players: a comparative and matched controlled study. *European Spine Journal*, 17(1), 136-141.

- ✓ Pamela, J., Salisbury, W., Richard, W., & Porter, M. (1987). Measurement of lumbar sagittal mobility a comparison of methods. *Spine*, 12(2), 190-193.
- ✓ Panjabi, M.M. (1985). *The human spine: story of its Biomechanical Functions*. Biomechanics IX-A, 219-223, Champaign: Human Kinetics.
- ✓ Paquet, N., Malouin, F., Richards, C., Dionne, J., & Comeau, F. (1991). Validity and reliability of a new electrogoniometer for the measurement of sagittal dorsolumbar movements. *Spine*, 16(5), 516-519.
- ✓ Pastor, A. (2000). *Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de élite españoles*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Pastor Pradillo, J.L. (1994). *Psicomotricidad escolar*. Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá de Henares.
- ✓ Peña, W.A. (2010). *Educación Física y Salud: Programa para la mejora del raquis en el plano sagital y la extensibilidad Isquiosural en Secundaria y Bachillerato*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Piazza, M., Di Cagno, A., Cupisti, A., & Santoro, G. (2009). Prevalence of low back pain in former rhythmic gymnast. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 49(3), 297-300.
- ✓ Polga, D.J., Beaubien, B.P., Kallemeier, P.M., Schellhas, K.P., Lew, W.D., Buttermann, G.R., & Wood, K.B. (2004). Measurement of in vivo intradiscal pressure in healthy thoracic intervertebral discs. *Spine*, 29, 1320-1324.
- ✓ Potvin, J.R. (1992). *The influence of fatigue on hypothesized mechanisms of injury to the low back during repetitive lifting*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Waterloo.
- ✓ Probst, M.M., Fletcher, R. & Seeling, D.S. (2007). A comparison of lower-boy flexibility strength, and knee stability between karate athletes and active controls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 451-455.
- ✓ Propst-Proctor, S.L., & Bleck, A.A. (1983). Radiographic Determination of Lordosis and Kyphosis Normal and Scoliotic Children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 3, 344-346.

-
- ✓ Rachbauer, F., Sterzinger, W., & Eibl, G. (2001). Radiographic abnormalities in the thoracolumbar spine of young elite skiers. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(4), 446-449.
 - ✓ Rahnema, N., Less, A., & Bambacichi, E. (2005). A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48(11-14), 1568-1575.
 - ✓ Rajabi, R., Alizadeh, M., & Mobarakabadi, L. (2007). Comparison of thoracic kyphosis in group of elite female hockey players and a group on on-athletic female subjects. 24th Universidade Banhkok. FISU Conference 9-12, August, pp. 366-370.
 - ✓ Rajabi, R., Doherty, P., Goodarzi, M., & Hemayattalab, R. (2008). Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic subjects. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 229-232.
 - ✓ Rajabi, R., Freemont, A., & Doherty, P. (2000a). The investigation of cycling position on thoracic spine. 2000 Pre-Olimpic Congress if Sports Medicine & Physical Education. 7-13 September, Australia.
 - ✓ Rajabi, R., Freemont, A., & Doherty, P. (2000b). The investigation of cycling position on thoracic spine (a novel method of measuring thoracic kyphosis in the standing position. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 108(1-2), 142-142.
 - ✓ Reid, D. C., Burnham, R. S., Saboe, L. A., & Kushner, S.F. (1987). Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 15(4), 347-352.
 - ✓ Reynolds, M. G. (1975). Measurement of spinal mobility: a comparison of three methods. *Rheumatology and Rehabilitation*, 14, 180-185.
 - ✓ Rodríguez Abreu, M. (2010). La evolución histórica de la gimnasia rítmica deportiva y su legado pedagógico. *Lecturas, Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 143. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/>
 - ✓ Rodríguez-García, P. L. (1998). *Educación Física y salud del escolar: programa para la mejora de la extensibilidad isquiosural y del raquis en el plano sagital*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Granada.

- ✓ Rodríguez-García, P. L. y Santonja, F. (2001). Repercusiones posturales con los estiramientos en flexión de tronco y las pruebas de distancia dedos-planta y distancia dedos-suelo. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 65, 64-70.
- ✓ Rodríguez-García, P. L., López-Miñarro, P. A., Yuste, J. L., & Sainz de Baranda, P. (2008). Comparison of hamstring criterion related validity, sagittal spinal curvatures, pelvic tilt and score between sit and reach and toe touch tests in athletes. *Medicina dello Sport*, 61(1), 11-20.
- ✓ Rodríguez-Marroyo, J. A., García-López, J., Ávila, C., Jiménez, F., Córdova, A., & Villa-Vicente, J.G. (2002). Influencia de la altitud moderada en el esfuerzo realizado por ciclistas profesionales. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(90), 289-295.
- ✓ Roncarati, A., & McMullen, W. (1988). Correlates of low back pain in a general population sample: A multidisciplinary perspective. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 11, 158-164.
- ✓ Ross, W. D., & Marfell-Jones, R. J. (1995). Cineantropometria. En J. Duncan, H. MacDougall, A. Wenger & H. J. Green (Eds.). *Evaluación fisiológica del deportista*. Barcelona: Paidotribo.
- ✓ Rouffet, D., & Hautier, C. (2008). EMG normalization to study muscle activation in cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(5), 866-878.
- ✓ Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimmet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30(3), 346-353.
- ✓ Sainz de Baranda, P. (2002). *Educación Física y Actividad Extraescolar: programa para la mejora del raquis en el plano sagital y la extensibilidad isquiosural en Primaria*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.
- ✓ Sainz de Baranda, P., Ayala, F., Cejudo, A., & Santonja, F. (2012). Descripción y análisis de la utilidad de las pruebas Sit and Reach para la estimación de la flexibilidad de la musculatura isquiosural. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 396, 119-133.
- ✓ Sainz de Baranda, P., Ferrer, V., Martínez, L., Santonja, F., Rodríguez, P. L., Andújar, P., Carrión, M., & García, M. J. (2001). *Morfotipo del futbolista profesional*.

- En Actas del II Congreso Internacional de Educación Física y Diversidad (pp.293-295). Murcia.
- ✓ Sainz de Baranda, P., Rodríguez, P. L., Santonja, F., & Andújar, P. (2006). *La columna vertebral del escolar*. Sevilla: Wanceulen editorial deportiva SL.
 - ✓ Sainz de Baranda, P., Santonja, F., & Rodríguez-Iniesta, M. (2009). Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 16(5), 21-33.
 - ✓ Sainz de Baranda, P., Santonja, F., & Rodríguez-Iniesta, M. (2010). Tiempo de entrenamiento y plano sagital del raquis en gimnastas de trampolín. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(40), 521-536.
 - ✓ Salai, M., Brosh, T., Blankstein, A., Oran, A., & Chechik, A. (1999). Effect of changing the saddle angle on the incidence of low back pain in recreational bicyclist. *British Journal of Sport Medicine*, 33(6), 398-400.
 - ✓ Salisbury, P.J., & Porter, R.W. (1987). Measurement of lumbar sagittal mobility. A comparison of methods. *Spine*, 12(2), 190-193.
 - ✓ Salminen, J. J., Oksanen, A., Maki, P., Pentti, J., & Kujala, U. M. (1993). Leisure time physical activity in the young: correlation with low back pain, spinal mobility, and trunk muscle strength in the 15 year old school children. *International Journal Sports Medicine*, 14, 406-410.
 - ✓ Salminen, J. J., Pentti, J., & Terho, P. (1992). Low back pain and disability in 14-year-old schoolchildren. *Acta Paediatrica*, 81, 1035-1039.
 - ✓ Sammarco, G. J. (1984). Diagnosis and Treatment in Dancers. *Clinical Orthopedics* 187, 176-187.
 - ✓ Santonja, F. (1990). *Alteraciones axiales sagitales del raquis. Estudio de la población deportista universitaria de Murcia*. [Trabajo fin de especialidad]. Escuela Profesional de Medicina de la Educación Física y el Deporte. Universidad Complutense de Madrid.
 - ✓ Santonja, F. (1996a). Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva. En V. Ferrer, L. Martínez y F. Santonja (Coords.), *Escolar: Medicina y Deporte* (pp. 251-268). Albacete: Diputación Provincial de Albacete.

- ✓ Santonja, F. (1996b). Desalineaciones del Raquis ¿Natación Terapéutica? En F. Santonja e I. Martínez (Eds.), *Deporte y Salud: Natación y Vela* (pp. 96-110). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., Andújar, P., & Martínez, I. (1994). Ángulo lumbo-horizontal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. *Apunts de Medicina del Deporte*, 31, 103-111.
- ✓ Santonja, F., & Ferrer, V. (2000). Síndrome de los isquiosurales cortos. En J.M. Arribas, N. Rodríguez, F. Santonja et al. *Cirugía Menor y Procedimientos en Medicina de Familia*. Vol. 1. (pp. 793-803) Madrid: Jarpyo.
- ✓ Santonja, F., Ferrer, V., & Canteras, M. (1995a). Alteraciones morfológicas raquídeas en la cortedad isquiosural. En *Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte* (pp.154).
- ✓ Santonja, F., Ferrer, V., & Martínez, I. (1995 b). Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección*, 4 (2), 81-91.
- ✓ Santonja, F., & Genovés, J. L. (1992). Radiología: Consideraciones en Ortopedia. En F. Santonja y I. Martínez (Eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp. 279-301). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., & Martínez, I. (1992a). Clínica y exploración de las alteraciones axiales del raquis y pelvis. En: F. Santonja y I. Martínez. *Valoración Médico-deportiva del escolar* (pp.207-221). Secretariado de Publicaciones: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., & Martínez, I. (1992b). Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En F. e I. Martínez (Eds.), *Valoración médico-deportiva del escolar* (pp. 245-258). Murcia: Universidad de Murcia.
- ✓ Santonja, F., & Martínez, I. (1995). Raquis y deporte ¿cuál sí y cuándo? *Selección*, 4(1), 28-38.
- ✓ Santonja, F., & Pastor, A. (2003). Cortedad isquiosural y actitud cifótica lumbar. *Selección*, 12(3), 150-154.
- ✓ Santonja, F., & Pastor, A. (2000). Cifosis y Lordosis. En J.M. Arribas, N. Rodríguez, F. Santonja et al. *Cirugía Menor y Procedimientos en Medicina de Familia*. Vol. 1. (pp. 783-792) Madrid: Jarpyo.

-
- ✓ Santonja, F., Pastor, A., & Serna, L. (2000). Valoración radiográfica de las desalineaciones sagitales del raquis. *Selección*, 9(4), 216-229.
 - ✓ Santonja, F., Ramos, B., Martínez, I., & Canteras, M. (1995c). Estudio de la cortedad isquiosural en el municipio de Murcia. En *Abstracts del VIII Congreso Europeo de Medicina del Deporte* (pp.193).
 - ✓ Sanz, I. (2002). Natación y flexibilidad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 6, 128-142.
 - ✓ Scoliosis Research Society. (2006). *Clasificación*, en www.srs.org/ Extraído el 26 de Octubre de 2006.
 - ✓ Scrutton, D. (1991). The causes of developmental deformity and their implication for seating. *Prosthetics and Orthotics International*, 15, 199-202.
 - ✓ Schafle, M.D. (1990). The Child Dancer: Medical Considerations. *Pediatric Clinics of North America*, 37(5), 1211-1221.
 - ✓ Scheüermann, H. W. (1920). Kyfosis dorsalis juvenilis. *Ugeskrift for laeger*, 82, 385-393.
 - ✓ Scheüermann, H. W. (1921). Kyfosis dorsalis juvenilis. *Zeitschrift für Orthopädie Chirurgie*, 41, 305-317.
 - ✓ Serna, L., Santonja, F., & Pastor, A. (1996). Exploración clínica del plano sagital del raquis. *Selección*, 5(2), 36-50.
 - ✓ Sexton, P., & Chambers, J. (2006). The importance of flexibility for functional range of motion. *Athletic Therapy Today*, 3, 13-17.
 - ✓ Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420-428.
 - ✓ Sierra, E. (2008). La creatividad en la gimnasia estética de grupo. En A. Martínez Vidal y P. Díaz (Coord.), *Creatividad y deporte: consideraciones teóricas e investigaciones breves* (pp. 185-204). Sevilla: Wanceulen editorial deportiva.
 - ✓ Simunic, I., Broom, D., & Robertson, P. (2001). Biomechanical factors influencing nuclear disruption of the intervertebral disc. *Spine*, 26(11), 1223-1230.

- ✓ Sliwa, W., & Chlebicka, E. (1998). The changes in body posture and spinal curves under the influence of loads in volleyball players and sports acrobats. *16th Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports*. July 21-25, Germany.
- ✓ Smith, A., O'Sullivan, P., & Straker, L. (2008). Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain. *Spine*, 33(19), 2101-2107.
- ✓ Sohl, P., & Bowling, S. (1990). Injuries to dancers. Prevalence, treatment and prevention. *Sports Medicine*, 9(5), 317-322.
- ✓ Solomonow, M., Zhou, B., Baratta, R.V., Zhu, M., & Lu, Y. (2002). Neuromuscular disorders associated with static lumbar flexion: a feline model. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12, 81-90.
- ✓ Solomonow, M., Zhou, B., Barratta, R.V., Lu, Y., & Harris, M. (1999). Biomechanics on increased exposure to lumbar injury caused by cyclic loading: part 1. Loss of reflexive muscular stabilization. *Spine*, 24(23), 2426-2441.
- ✓ Somhegyi, A., & Ratko, I. (1993). Hamstring Tightness and Scheuermann's Disease. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72(1), 44.
- ✓ Sorensen, H. K. (1964). *Scheuermann Juvenile Kipnosis*. Copenhagen: Munksgaard.
- ✓ Sparger C. (1949). *Anatomy and Ballet: a handbook for teachers and Ballet*. Chapter 5. London: A&C Black.
- ✓ Srinivasan, J., & Balasubramanian, V. (2007). Low back pain and muscle fatigue due to road cycling-An sEMG study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11(3), 260-266.
- ✓ Stagnara, P. (1987). *Deformaciones del raquis*. Barcelona: Masson.
- ✓ Standaert, C. J., & Herring, S. A. (2000). Spondylolysis: a critical review. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 415-422.
- ✓ Steinberg, N., Hershkovitz, I., Peleg, S., Dar, G., Masharawi, Y., Heim, M., & Siev-Ner, I. (2006). Range of Joint Movement in Female Dancers and Nondancers Aged 8 to 16 years: Anatomical and Clinical implications. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(5), 814-823.

-
- ✓ Stutchfield, B. M., & Coleman, S. (2006). The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers. *European Journal of Sport Science*, 6(4), 255-260.
 - ✓ Sward, L. (1992). The thoracolumbar spine in young elite athletes. Current concepts on the effects of physical training. *Sport Medical Journal*, 13(5), 257-264.
 - ✓ Tanner, J. M. (1962). *Growth at adolescence*. Springfield: Thomas.
 - ✓ Thompson, C. W., & Floyd, R. T. (1996). *Manual de kinesiología estructural*. Barcelona: Paidotribo.
 - ✓ Toskovic, N., Blessing, D., & Williford, H. (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced Tae Kwon Do practitioners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 164-172.
 - ✓ Trehearn, T., & Buresh, R. (2009). Sit and reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 158-162.
 - ✓ Twitchett, E. A., Koutedakis, Y., & Wyon, M. A. (2009). Physiological fitness and professional classical ballet performance: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2732-2740.
 - ✓ Uetake, T., Ohtsuki, F., Tanaka, H., & Shindo, M. (1998). The vertebral curvature of sportsmen. *Journal of Sports Sciences*, 16(7), 621-628.
 - ✓ Van Dieën, J. H., Van der Burg, P., Raaijmakers, T. A., & Toussaint, H. M. (1998). Effects of repetitive lifting on kinematics: inadequate anticipatory control or adaptive changes?. *Journal of Motor Behavior*, 30, 20-32.
 - ✓ Ventura, N. (1986). Las desviaciones de la columna vertebral. *Medicina Integral*, 8(10), 461-467.
 - ✓ Voutsinas, S. A., & MacEwen, G. D. (1986). Sagittal profiles of the spine. *Clinical Orthopaedic*, 210, 235-42.
 - ✓ Wang, S. S., Whitney, S. L., Burdett, R. G., & Janosky J. E. (1993). Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 17(2), 102-107.

- ✓ Wenger, D. R., & Frick, S. L. (1999). Scheuermann kyphosis. *Spine*, 24(24), 2630-2644.
- ✓ Widhe, T. (2001). Spine: posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. *European Spine Journal*, 10, 118-123.
- ✓ Wilke, H. J., Neef, P., Hinz, B., Seidel, H., & Claes, L. E. (2001). Intradiscal pressure together with anthropometric data-a data set for the validation of models. *Clinical Biomechanics*, 1, S111-S126.
- ✓ Wilner, S., & Johnson, B. (1983). Thoracic kyphosis and lumbar lordosis during the growth period in children. *Acta Paediatrica Scandinavica*, 72, 873-878.
- ✓ Wilson, F. D., & Lindseth, R. E. (1982). The adolescent "swimmer's back". *American Journal of Sports Medicine*, 10(3), 174-176.
- ✓ Willner, S. (1981). Spinal pantograph: a non invasive technique for describing kyphosis and lordosis in the thoracolumbar spine. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 52, 525-529.
- ✓ Winter, R. B., & Hall, J. E. (1978). Kyphosis in childhood and adolescence. *Spine*, 3(4), 285-308.
- ✓ Winter, R. B., Carr, P., & Mattson, H. L. (1997). An study of functional spinal motion in woman after instrumentation and fusion for deformity or trauma. *Spine*, 22(15), 1760-1764.
- ✓ Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46.
- ✓ Wodecki, P., Guigui, P., Hanotel, M. C, Cardinne, L., & Deburge, A. (2002). Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities. *Revue de. Chirurgie. Orthopaedic et . Reparatrice de L'appareil Moteur*, 88, 328-36.
- ✓ Wojtys, E. M., Ashton-Miller, J. A., Huston, L. J., & Moga, P. J. (2000). The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(4), 490-498.

-
- ✓ Worrell, T. W., Smith, T. L., & Winegardner, J. (1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *The Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*, 20(3), 154-159.
 - ✓ Yingling, V. R., Callaghan, J. P., & McGill, S. M. (1997). Dynamic loading affects the mechanical properties and failure site of porcine spines. *Clinical Biomechanics*, 12(5), 301-305.
 - ✓ Young, W., Newton, R., Doyle, T., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, G., & Dawson, B. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333-345.
 - ✓ Zakas, A. (2005). The effect of warming up on the flexibility of adolescent elite tennis players. *Journal of Human Movement Studies*, 48, 133-146.
 - ✓ Zakas, A., Galazoulas, C., Zakas, N., Vamvakoudis, E., & Vergou, A. (2005). The Effect of stretching duration on flexibility during warming up in adolescent soccer players. *Physical Training*.
 - ✓ Zakas, A., Grammatikopoulou, M. G., Zakas, N., Zahariadis, P., & Vamvakoudis, E. (2006). The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(1), 57-61.
 - ✓ Zakas, A., Vergou, A., Zakas, N., Grammatikopoulou, M. G., & Grammatikopoulou, G.T. (2002). Handball match effect on the flexibility of junior handball players. *Journal of Human Movement Studies*, 43, 321-330.
 - ✓ Zakas, A., Vergou, M., Grammatikopoulou, N., Sentelidis, T., & Vamvakoudis, S. (2003). The effect of stretching during warming up on the flexibility of junior handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43, 145-149.

IX.

ANEXOS

ANEXO 1: REGISTRO DE DATOS

Gimnasta: _____	Edad: _____	Talla: _____
Club: _____	Años Entr.: _____	D/ss: _____
H/ss: _____		

PLANO SAGITAL

ESTÁTICA:

BIPEDESTACIÓN:	MORFOTIPO _____ Normal _____ Alterado
°Cif.D: ____.	°Lord.L: ____.

SEDENTACIÓN:	MORFOTIPO _____ Normal _____ Alterado	
°L-H SA: ____	°Cif. Dorsal (____/____°)	°Cif. Lumbar (____/____°)

DINÁMICA:

FLEXIÓN ANTERIOR DEL TRONCO:
°Cif. Dorsal DD-P (____/____°) °Cif. Lumbar DD-P(____/____°)
°Flexión máx. (____/____°) TEST DD-P: (+/-)____ cm.
°L-H fx _____ °LV: ____

EXTENSIÓN DEL TRONCO:
°Extensión máx. (____/____°)

UNIVERSIDAD DE MURCIA (ESPAÑA)

Nº _____.

NOMBRE: _____ FN: ____/____/____.

CLUB:

AÑOS DE NACIMIENTO: _____. horas semana: _____.

TALLA: _____ cm. PESO: _____ Kg.

RAQUIS SAGITAL EN BIPEDESTACIÓN:

CIF. DORSAL: _____°; LORDOSIS LUMBAR: _____°

FLEXIÓN MÁXIMA (T₅-T₇): _____°

RAQUIS SAGITAL EN SEDENTACIÓN:

CIF. DORSAL: _____°; CIFOSIS LUMBAR: _____°; °LH SA: _____°.

RAQUIS SAGITAL EN FLEXIÓN ANTERIOR:

CIF. DORSAL: _____°; CIFOSIS LUMBAR: _____°; °LH fx: _____°.

L-V: _____ DISTANCIA DEDOS SUELO: _____ cm

DECÚBITO PRONO:

EXTENSIÓN MÁXIMA (T₅-T₇): _____

DECLARATION OF CONSENT FORM

MR/MRS

YEARS OLD,

PASSPORT NUMBER

LEGAL GUARDIAN OF

Testifies having been informed of the benefits which come with the carrying out of study of **THE STRUCTURE OF THE SPINE AND EXTENSION OF THE HAMSTRINGS AMONGST GIRLS WHO PERFORM ESTHETIC GYMNASTICS.**

To achieve the objectives of the project called, **“STRUCTURE AND MOBILITY OF THE SAGITAL SPINE AND ASSESMENT OF EXTENSION OF THE HAMSTRINGS AMONGST SPORTSWOMEN WHO PRACTICE AESTHETIC GYMNASTICS .”**

I have been informed of the possible implications of the exploration of the spine and of the extension of the hamstrings.

I have also been informed that personal details given regarding this project will be protected and recorded. This is guaranteed under the Spanish law 15/ 1999, passed on 13th December.

Taking this into account and having the right to deny the use of this information at any time.

I AUTHORISE that this exploration takes place and is used to achieve the specified project objectives

(place) 14th November 2008

Signed.....

ANEXO 3: VARIABLES DE DISEÑO

1. Número de Sujeto: de 1 hasta 99
2. Grupo o especialidad: 1. estética, 2. rítmica y 3. control.
3. Edad: años.
4. Años de entrenamiento: número.
5. Horas a la semana.
6. Grupos de edad.
7. Talla: centímetros.
8. Peso: kilogramos
9. Inclínómetro cifosis bipedestación: grados.
10. Inclínómetro lordosis bipedestación: grados.
11. Inclínómetro amplitud flexión máxima T5-T7: grados.
12. Ángulo lumbo-vertical(L-V): grados
13. Ángulo lumbo-horizontal sedentación asténica (L-H sed): grados.
14. Inclínómetro cifosis dorsal sedentación asténica: grados.
15. Inclínómetro cifosis lumbar sedentación asténica: grados.
16. Pruebas dedos-planta (DD-P): centímetros.
17. Inclínómetro cifosis dorsal (posición DD-P): grados.
18. Inclínómetro cifosis lumbar (posición DD-P): grados.
19. Ángulo lumbo horizontal (L-H fx): grados.
20. Inclínómetro máxima extensión: T5-T7: grados.

