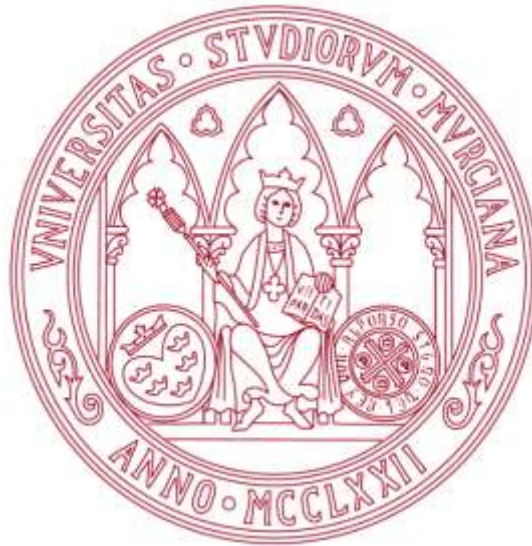


UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

**Morfotipo Sagital Integral del Raquis en Deportistas
Amateurs y su Relación con la Cortedad Isquiosural y
el Dolor de Espalda**

**D. José María Centenera Centenera
2022**



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Morfotipo Sagital Integral del Raquis en Deportistas Amateurs y su Relación con la Cortedad Isquiosural y el Dolor de Espalda

D. José María Centenera Centenera

Directores:

Fernando Santonja Medina

Antonio Cejudo Palomo

2022

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA, PEDIATRÍA,
OBSTETRICIA Y GINECOLOGÍA
Facultad de Medicina

D. Fernando 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: “Morfotipo Sagital Integral del Raquis en Deportistas Amateurs y su Relación con la Cortedad Isquiosural y el Dolor de Espalda”, realizada por D. José María Centenera Centenera, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta 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 cuatro de julio dos mil veintidós.

D. Fernando Santonja Medina

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
Facultad de Ciencias del Deporte

D. Antonio Cejudo Palomo

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y profesor del Departamento de
Actividad Física y Deporte de la Universidad de Murcia

AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: “Morfotipo Sagital Integral del Raquis en Deportistas Amateurs y su Relación con la Cortedad Isquiosural y el Dolor de Espalda”, realizada por D. José María Centenera Centenera, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta 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 cuatro de julio dos mil veintidós.

D. Antonio Cejudo Palomo

Dedico este trabajo a mi familia, lo mejor que tengo, lo que hace que cada día sea irrepetible.

Para los que no están y seguro que también querrían compartir estos momentos.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo como este no se hace solo, muchas personas han intervenido en ello, a todas y cada una de ellas quiero agradecerles su interés y su esfuerzo.

Quiero hacer algunas menciones muy especiales para mí:

Al Profesor Santonja, Fernando, al que tengo el orgullo de considerar mi amigo, el auténtico motor de este trabajo, con quien tantos momentos de todo tipo hemos compartido. Te agradezco que hayas insistido hasta el final, para que todo haya llegado a buen fin.

A la Profesora Pilar Sainz de Baranda, Pi, muchas gracias por tu ayuda y tu fe, si la fe mueve montañas, esta se ha movido, en buena parte, por ti.

A Antonio Cejudo, que ha sabido convertir, por arte de magia, unas interminables listas de números en los datos que ahora aportamos y ha sido otro de los motores necesarios para que todo haya cogido forma.

A todos los compañeros de ACTUA, que han colaborado conmigo y han sufrido mis ausencias.

A Juanma Huerta, que también colaboró en el inicio del trabajo, y a quien sería ingrato no reconocer su aportación.

A mi mujer Anna y a mis hijos, que me han prestado su apoyo siempre y a los que he tenido al lado en los momentos de euforia y en los muchos de desánimo.

ÍNDICE

ABREVIATURAS.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	11
1. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	13
1.1. Justificación.....	15
2.2. Hipótesis.....	22
1.3. Objetivos.....	23
2. INTRODUCCIÓN.....	25
2.1. Biomecánica.....	27
2.2. Desarrollo y Crecimiento.....	30
2.3. Morfotipo Sagital y Deporte.....	31
Morfotipo Sagital Integral.....	33
2.4. Instrumentos de Medición.....	39
Inclinómetro.....	39
Isquiogoniómetro.....	40
LumboSant.....	41
TKK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante”.....	43
2.5. Extensibilidad Isquiosural.....	45
Maniobras de flexión de la cadera.....	45
Ángulos lineales o longitudinales.....	47
Ángulo lumbo-horizontal en flexión.....	48
2.6. Estudio radiográfico de la columna vertebral.....	51

2.7. Dolor lumbar, extensibilidad de isquiosurales y morfotipo sagital del raquis.....	52
3. MATERIAL Y MÉTODO.....	53
3.1. Diseño del estudio.....	55
3.2. Población objeto de estudio.....	57
3.3. Cuestionario autoadministrado.....	58
3.4. Instrumentos de exploración.....	59
3.5. Metodología.....	60
3.6. Análisis Estadístico.....	72
3.7. Análisis de fiabilidad.....	74
4. RESULTADOS.....	75
5. DISCUSIÓN.....	91
6. CONCLUSIONES.....	101
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

ABREVIATURAS
↑: hiper (cifosis o lordosis)
↓: hipo (cifosis o lordosis)
Alta-EI: alta extensibilidad de los isquiosurales
Baja-EI: baja extensibilidad de los isquiosurales
BIP: Bipedestación
C: Control
CI: Cortedad Isquiosural
EI: Extensibilidad Isquiosural
EPR: Elevación de la pierna recta
FLK: hipercifosis lumbar funcional
FTH: hipercifosis torácica funcional
LBP: Lumbalgia
L-H fx: ángulo lumbo-horizontal en flexión (maniobra de DD-P)
L-H-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica
L-H Tónica: Ángulo lumbo-horizontal en postura Tónica-I y en postura Tónica- II
MTF: máxima flexión del tronco
MSI: Morfotipo Sagital Integral
n: tamaño de la muestra.
ROM: Rango de movimiento

ABREVIATURAS
SA: posición sedentación asténica
SIC: Síndrome de Isquiosurales Cortos
SP: Bipedestación
SSP: posición de sentado relajado

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios realizados en diferentes deportes y población general sobre la disposición sagital del raquis y el Morfotipo Sagital Integral.

Tabla 2. Autores y sus límites de cortedad y normalidad de la extensibilidad isquiosural con el test EPR.

Tabla 3. Relación de límites de normalidad y cortedad según diferentes autores del test DDP (Tomado de Santonja- Renedo, 2020).

Tabla 4. Distribución del ángulo lumbo-horizontal por grupos según extensibilidad isquiosural a partir del test EPR (Martínez Victorio, 2005).

Tabla 5. Clasificación diagnóstica del "Morfotipo Sagital Integral" para la curva torácica.

Tabla 6. Clasificación diagnóstica del "Morfotipo Sagital Integral" para la curva lumbar.

Tabla 7. Datos relacionados con la participación deportiva, la posición pélvica sagital y las curvaturas sagitales del raquis en deportistas amateurs de competición.

Tabla 8. Frecuencias absolutas y relativas de los 94 deportistas amateurs dentro de cada categoría de curvatura en las tres posturas según referencias de normalidad (Santonja-Medina et al., 2020).

Tabla 9. Frecuencias absolutas y relativas de desalineaciones del Morfotipo Sagital Integral (SIM) para la curvatura torácica en deportistas amateurs de competición.

Tabla 10. Frecuencias absolutas y relativas de desalineaciones Morfotipo Sagital Integral (SIM) para la curvatura lumbar en deportistas amateurs de competición.

Tabla 11. Resultados de las diferentes variables evaluadas en deportistas amateurs con antecedentes de lumbalgia (dolor lumbar) y sin antecedentes (sin dolor lumbar).

Tabla 12. Clasificación de las desalineaciones del Morfotipo Sagital Integral (SIM) de las curvaturas torácica y lumbar de deportistas amateurs con antecedentes de dolor lumbar (n=36).

Tabla 13. Datos relacionados con la extensibilidad de los isquiosurales, la posición pélvica sagital y las curvas raquídeas sagitales en deportistas amateurs según el sexo.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 14. Análisis comparativo entre los grupos de extensibilidad isquiosural (EI) baja (n=27) y alta (n=34) con la posición de la pelvis sagital y la curvaturas sagitales de la columna vertebral en jugadores de fútbol y baloncesto.

Tabla 15. Análisis comparativo entre grupos de extensibilidad isquiosural baja (n=8) y alta (n=27) sobre la posición de la pelvis sagital y la curvaturas sagitales de la columna vertebral en jugadoras de futbol y baloncesto.

Tabla 16. Variables asociadas (frecuencia esperada mayor a 5) con la alta o baja extensibilidad isquiosural en jugadores masculinos de fútbol y baloncesto.

Tabla 17. Variables asociadas (frecuencia esperada superior a 5) con la alta o baja extensibilidad isquiosural en jugadoras de fútbol y baloncesto.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Isquiogoniómetro. Dispositivo que consta de un goniómetro que se desliza a través de un riel y que se ajusta en altura para hacerlo coincidir con el eje de giro de la coxo-femoral. Tiene una barra extensible adosada en la camilla para facilitar la determinación de la bisectriz del miembro inferior. Abajo, realización de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta. La varilla se despliega hasta el maléolo peroneal. Esta deportista, tiene 75° de EPR, lo que indica extensibilidad isquiosural dentro de la normalidad.

Figura 2. LumboSant. Es un soporte curvo que se coloca bajo la zona lumbar para limitar el grado de basculación de la pelvis y evitar el aplanamiento de la lordosis lumbar.

Figura 3. Medición de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta utilizando el LumboSant y el Isquiogoniómetro. Obsérvese la concavidad del soporte para que la lordosis lumbar que existe en decúbito, no se aplane al realizar esta maniobra y evitar que se sobrestime la extensibilidad isquiosural.

Figura 4. Dispositivo TKK-5003 para realizar la maniobra Distancia Dedos-Suelo que precisa colocarlo sobre un cajón de exploración con una altura de al menos 35 cm.

Figura 5. Utilización del dispositivo TKK-5003 para la maniobra Distancia Dedos-Planta. El explorador debe hacer contrapresión en el dispositivo para evitar la flexión plantar de los pies.

Figura 6. Referencias para la medición del ángulo Lumbo-horizontal en Flexión (L-H fx). Las referencias son las espinosas de L5-S1 y la horizontal, siendo el ángulo de apertura anterior. Tomado de Santonja et al. (1994).

Figura 7. La medición del ángulo L-H fx en la espalda proporciona mayor reproducibilidad al permitir apoyar una rama del goniómetro sobre las espinosas de L5 y de S1. La utilización de burbuja de nivel adosada al goniómetro para determinar la horizontalidad, mejora la precisión de este ángulo.

Figura 8. Medición del ángulo de lordosis lumbar. Tras determinar el máximo grado de cifosis dorsal, se pone el inclinómetro a 0° y se vuelve a medir el máximo valor de lordosis lumbar.

Figura 9. Medición de la curvatura dorsal y lumbar en máxima flexión del tronco. Sobre las espinosas de T1-T2, se coloca el inclinómetro que se ajusta a 0°. A continuación, se desplaza hasta la marca de la transición tóraco-lumbar, obteniendo el grado de cifosis dorsal. En este punto se vuelve a colocar el inclinómetro a 0° y se desliza hasta las espinosas de L5-S1, obteniendo el grado de la cifosis lumbar.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 10. Medición de la curvatura dorsal y lumbar en sedentación asténica (SA). Se coloca el inclinómetro sobre las espinosas de T1-T2 y se ajusta a 0°. A continuación, se desplaza hasta la marca de la transición tóraco-lumbar, obteniendo el grado de cifosis dorsal. En este punto se vuelve a colocar el inclinómetro a 0° y se desliza hasta las espinosas de L5-S1, obteniendo el grado de cifosis lumbar. Este deportista tiene hipercifosis dorsal y lumbar.

Figura 11. Medición de la curvatura dorsal y lumbar en sedentación asténica (SA) en un deportista con lordosis en la transición tóraco-lumbar. En estos casos se mide la máxima cifosis dorsal y en este punto se coloca el inclinómetro a 0° y se mide la máxima concavidad (en ese caso tiene una lordosis T10-L1= -10°). Se coloca nuevamente a 0° y se mide la curva lumbar hasta L5-S1. Este deportista tiene una curva lumbar plana (0°).

Figura 12. Medición de la máxima flexión de la cadera con la rodilla extendida (EPR), con el LumboSant y con el Isquiogoniómetro. Esta deportista tenía 78° de EPR, lo que indica una extensibilidad isquiosural normal.

Figura 13. Test de Distancia Dedos – Planta. Un explorador coloca su palma de la mano sobre la cara anterior de ambas rodillas para evitar que las flexione y la otra en la parte posterior del dispositivo para mantener los tobillos en ángulo recto y se mide la distancia entre la planta y los dedos de la mano. En este caso tenía -3 cm lo que indica extensibilidad normal. Simultáneamente, se le está midiendo el ángulo L-H fx y presenta 98° lo que indica también una extensibilidad isquiosural normal.

Figura 14. Pruebas que se realizan para la evaluación del Morfotipo Integral Sagital en bipedestación, sedentación asténica y en flexión máxima del tronco. Se muestra los valores obtenidos para cada una de la curvaturas. Este sujeto tenía 42°, 36° y 48° de cifosis dorsal, en bipedestación, sedentación asténica y en flexión máxima del tronco, lo que indica cifosis normal. La curva lumbar, tiene 44°, 30° y 38°, lo que indica hipermovilidad lumbar. Tomado de Cejudo, Centenera-Centenera y Santonja, 2021.

Figura 15. Medición del ángulo lumbo–horizontal en sedentación asténica (L-H SA), en un paciente con lordosis lumbar, por lo que la rama que se apoya en la espalda se ha de colocar más caudal.

Figura 16. Análisis de árbol de decisión de las variables medidas en jugadores de fútbol y baloncesto masculinos (a) y femeninos (b). Los valores de corte para hombres y mujeres fueron 71 ° y 75 °, respectivamente.

RESUMEN

Esta Tesis está formada por dos trabajos realizados con deportistas de equipo amateurs (fútbol y baloncesto) y cuyos objetivos están relacionados con el Morfotipo Sagital Integral de la Columna Vertebral, la Extensibilidad Isquiosural y el Dolor de Espalda (Estudio 1 y Estudio 2).

Estudio 1: La relación entre el dolor de espalda y el Morfotipo Sagital Integral de la Columna Vertebral (SIM) no ha sido evaluada en deportistas amateurs (CAA). El objetivo del presente estudio fue determinar el SIM en una muestra de deportistas amateurs para identificar desalineaciones sagitales del raquis asociadas al dolor recurrente (LBP). Un estudio observacional fue desarrollado con 94 deportistas. Se midieron las curvaturas torácica y lumbar de la columna vertebral en bipedestación, sedentación y en flexión máxima del tronco. Un análisis asociativo (Chi-cuadrado de Pearson y la prueba V de Cramér) fue realizado para identificar las desalineaciones del SIM asociadas con el dolor de espalda (LBP). El tamaño del efecto se calculó utilizando la g de Hedges. Los morfotipos torácicos más habituales fueron la hipercifosis total (chicos=59,02%; chicas=42,42%) y la hipercifosis estática (chicos=11,48%; chicas=6,06%). Los morfotipos lumbares más habituales fueron la actitud hiperlordótica (chicas=30,30%; chicos=4,92%), la hipercifosis funcional estática (chicos=16,39%; chicas=3,03%) y la hiperlordosis estructurada (chicas=21,21%; chicos=1,64%). Los morfotipos actitud hiperlordótica, hipercifosis funcional estática y la hiperlordosis estructurada fueron asociados con el dolor lumbar.

Estudio 2: En la bibliografía actual se asume que la corteza de la musculatura isquiosural modifica la alineación del plano sagital de la columna vertebral-pelvis-miembro inferior y altera el ritmo lumbopélvico predisponiendo al dolor lumbar (LBP). Sin embargo, esta asociación no está del todo clara. Se realizó un estudio de cohorte transversal prospectivo para determinar la influencia de la extensibilidad isquiosural (HE) sobre la disposición sagital de la pelvis, las curvaturas sagitales raquídeas y el dolor lumbar en 94 deportistas amateurs de fútbol y baloncesto (61 chicos y 33 chicas) con ($n=36$) y sin dolor de espalda recurrente ($n=58$). El análisis de los resultados mostró diferencias significativas entre sexos para la extensibilidad isquiosural, la disposición sagital/inclinación pélvica y la curvatura lumbar. Las diferencias fueron encontradas entre los dos grupos (baja y alta extensibilidad isquiosural) en el ángulo lumbosacro en la máxima flexión del tronco (LH-MTFP). La baja-HE se asoció con la LH-MTFP, la curva lumbar y el LBP en los chicos ($p \leq 0,023$). En las chicas, la LH-MTFP y la curva lumbar se asociaron con la baja-HE ($p \leq 0,020$). La baja-HE predijo la LH-MTFP ($p=0,000$; $OR=65,6950$) y la curva lumbar ($p=0,028$;

OR=13,915) en los chicos. El análisis del árbol de decisión mostró que el 50,8% de los jugadores fueron clasificados con LH-MTFP restringida, y el 77,4% con baja-HE entre los chicos, observándose que el 100% de los chicos con LBP recurrente tenían baja HE. El 65% de las chicas con baja HE tenían restringida la LH-MTFP. Por tanto, la medición de la HE, la curva lumbar y la LH-MTFP son importantes para tomar decisiones de entrenamiento para reducir la incidencia de LBP recurrente en jugadores de fútbol y baloncesto.

ABSTRACT

This Thesis is made up of two studies carried out consecutively and related to the Integral Sagittal Morphotype, hamstring extensibility and back pain in Team Sports Players (soccer and basketball) (Study 1 and Study 2).

Study 1: Athletes have higher thoracic and lumbar curvature in standing than the reference values of the non-athletic population. The sagittal integral morphotype method (SIM) assessment has not previously been applied to competitive amateur athletes (CAA). The propose of the present study was to determine the SIM of CAA treated at a sports-medicine center and to identify spinal misalignments associated with recurrent low back pain (LBP). An observational analysis was developed to describe the SIM in 94 CAA. The thoracic and lumbar curvatures of the CAA were measured in standing, sitting, and trunk forward flexion. Association analysis (Pearson's chi-square and Cramér's V tests) was then performed to identify the SIM misalignments associated with LBP. Effect size was analyzed based on Hedges' g. The most common thoracic SIMs in CAA were total hyperkyphosis (male=59.02%; female = 42.42%) and static hyperkyphosis (male=11.48%; female=6.06%). Hyperlordotic attitude (female=30.30%; male=4.92%), static-functional hyperkyphosis (male=16.39%; female=3.03%), and structured hyperlordosis (female=21.21%; male=1.64%) were the most common lumbar SIMs. Hyperlordotic attitude, static functional lumbar hyperkyphosis, and structured hyperlordosis were associated with LBP in male and female athletes.

Study 2: It is assumed that mechanical restriction of hamstring tightness disrupts sagittal spine-pelvis-leg alignment and alters the lumbar-pelvic rhythm predisposing to low back pain (LBP) in athletes; however, this association is not clear. A prospective cross-sectional cohort study was conducted to determine the influence of hamstring extensibility (HE) on sagittal pelvic tilt, sagittal spinal curves, and LBP in 94 soccer and basketball players (61 man and 33 woman) with (n=36) and without recurrent LBP (n=58). Descriptive analysis displayed significant gender differences for HE, sagittal pelvic tilt, and lumbar curve. Differences were found between the low-HE and high-HE groups in lumbosacral angle in for the maximum trunk forward flexion (LH-MTFP). Low-HE was associated with LH-MTFP, lumbar curve and LBP in male players ($p \leq 0.023$). In female players, LH-MTFP and lumbar curve were associated with low-HE ($p \leq 0.020$). Low-HE predicted LH-MTFP ($p = 0.000$; OR=65.6950) and LBP ($p = 0.028$; OR=13.915) in male players. The decision tree analysis showed that 50.8% of the players were classified with restricted LH-MTFP, 77.4% with low-HE among male players. The 100% of male players with recurrent

LBP had low-HE. The 65% of female players with low-HE had restricted LH-MTFP. Measurement of HE, lumbar curve, and LH-MTFP are important in making training decisions for to reduce the incidence of recurrent LBP in soccer and basketball players.

1.

Justificación, Hipótesis y Objetivos

Solo el conocimiento previo de lo investigado, permite acercarse al verdadero problema de la investigación
(FSM)

1.1. Justificación

La pelvis es la base sobre la que se sustenta el raquis. La musculatura isquiosural se ancla a la pelvis a través de la tuberosidad isquiática, pudiendo repercutir indirectamente en la disposición pélvica y, por tanto, en la de la columna vertebral (Kapandjii. 2007).

Lambrinudi, en 1934, ya señaló que en los individuos que tienen o desarrollan una falta de extensibilidad en la musculatura isquiosural, se puede favorecer alteraciones del plano sagital de la columna vertebral, lo que ratificó Bado (1977).

Esta cortedad o acortamiento isquiosural (depende del caso), puede ser favorecida por la posición de sedentación con rodillas flexionadas, la bipedestación o el decúbito, posiciones en las que el hombre pasa la mayor parte de su tiempo y que no favorecen la extensibilidad de la musculatura posterior del muslo (Yasukouchi y Isayama, 1995; Gajdosik et al., 1994).

Con unos ejercicios adecuados de estiramiento, la cortedad puede ser reversible con relativa facilidad en el niño, siendo más problemático en el adulto (Sullivan et al., 1992; Andújar et al., 1996).

La "Brevedad" (Bado et al., 1964; Espiga, 1993), "Acortamiento" (Santonja y Martínez, 1992) o "Cortedad" (Santonja et al., 1995) isquiosural, ha sido poco estudiada en general a lo largo de los años, pero se reconoce como una afectación muy común, con prevalencia que puede alcanzar hasta un 60% (Hellsing, 1988), e incluso un 95% de la población estudiada (Milne y Mierau, 1979).

Los distintos límites de normalidad descritos (Stokes y Aberly, 1980; Santonja, 1992; Espiga, 1993; Halbertsma y Göeken, 1994; Ferrer, 1998; Martínez Victorio, 2005) dificultan el análisis y la valoración de los resultados aportados.

Santonja et al. (1995), diferencian entre Cortedad isquiosural (CI) y el Síndrome de isquiosurales cortos (SIC), evidenciándose en este último caso repercusiones clínicas y radiológicas en pelvis y raquis, a consecuencia de esa falta de extensibilidad muscular.

Lambrinudi en 1934 fue el primero en reseñar la relación entre musculatura isquiosural corta con la cifosis dorsolumbar del adolescente. Bado et al., en 1964, describieron la "retracción de los isquiosurales" en niños y adolescentes y estudiaron su repercusión sobre el raquis en forma de "dorso curvo", relación que confirmaron igualmente Fisk y Baigent (1981) o Espiga (1993), entre otros.

Como consecuencia de esta situación en la columna lumbar, se ha informado de rectificaciones e inversiones de la lordosis en bipedestación (Jordá, 1971; Milne y Mierau, 1979), en sedentación (Stokes y Aberly, 1980; McCarthy y Betz, 2000) y en posición dinámica (García de la Rubia et al., 1996; Ferrer, 1998; Sainz de Baranda, 2002), acuñamientos vertebrales en niños (Ferrer, 1998), en adultos (Santonja y

Genovés, 1992; Martínez Victorio, 2005; Martínez Victorio et al., 2013) y alteraciones vertebrales en forma de espondilólisis y listesis (Phalen y Dickson, 1961; Bado, 1970; Jordá, 1971; Cacayorin et al., 1987; Standaert y Herring, 2000; McGill, 2002). En el disco intervertebral, se ha relacionado con la aparición de discopatías secundarias (Bado et al., 1964; Somhegyi y Ratko, 1993) e inversiones de espacios discales (Santonja y Martínez, 1992; Santonja y Genovés, 1992; Ferrer, 1998; Martínez Victorio et al., 2013).

Aunque los cambios degenerativos en el disco intervertebral lumbar son con mucha frecuencia asintomáticos (Boden et al., 1990; Elfering et al., 2002; Jarvik et al., 2001; Tertti et al., 1990), existe relación entre ciertos tipos de lesión degenerativa discal y la sintomatología clínica, siendo tanto más estrecha esta relación cuanto más severa es la degeneración (Jarvik y Deyo, 2000; Lundon y Bolton, 2001; Yu et al., 2003), alcanzando grados capaces de provocar las manifestaciones clínicas propias de las lesiones discales, como es la lumbalgia y la ciatalgia. Una sobrecarga continua y mantenida sobre un disco intervertebral puede acelerar el proceso degenerativo (Elfering et al., 2009).

La asociación de alteraciones estructurales, tanto a nivel óseo como discal, y de alteraciones funcionales debidas a la falta de extensibilidad, darán como consecuencia una mayor predisposición a la aparición de dolor lumbar (Biering-Sorensen, 1984; Hellsing, 1988; Józwiak et al., 1997), lo que lleva a considerar a la cortedad isquiosural como una entidad patológica propia, que originará en los individuos que la presenten una mayor proporción de lesiones y alteraciones vertebrales, que podrán producir en consecuencia, una mayor frecuencia de patología y sintomatología vertebral.

Las curvaturas sagital torácica y lumbar deben mantenerse dentro de un rango de normalidad, para permitir un equilibrio estático y dinámico óptimo, así como una adecuada actividad muscular para una correcta distribución del peso corporal (Kapandjii, 2007). Estas curvaturas sagitales de la columna vertebral son fisiológicamente dinámicas y flexibles para permitir una variedad de posturas como estar de pie, flexionar el tronco, sentarse en distintas posturas, acostarse... (Kendall et al., 2005). Por ejemplo, la flexión del tronco reduce la curvatura lumbar y aumenta la cifosis torácica.

Numerosas investigaciones han demostrado que los deportistas tienen valores de curvatura torácica y lumbar superiores a los valores de referencia de la población general o no deportista. Se ha publicado que existe una mayor curvatura torácica en jugadores de fútbol sala (Chromik et al., 2017), jugadores de fútbol (Wodecki et al., 2002), jinetes ecuestres (Ginés-Díaz, et al., 2019), jugadores de voleibol (Grabara, 2015), luchadores de estilo libre (Rajabi et al., 2008), jugadores de hockey sobre

hierba (Rajabi et al., 2012), o jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda et al., 2020).

En cuanto a la curvatura lumbar en bipedestación, los futbolistas (Wodecki et al., 2002), jugadores de fútbol sala (Chromik et al., 2017), jugadores de hockey sobre hierba (Rajabi et al., 2012), jugadores de baloncesto (Grabara, 2016), jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda, et al., 2020) y jinetes (Ginés-Díaz, et al., 2019), presentan mayores lordosis que la población no deportista.

El grado de curvatura difiere entre deportes. En este sentido, la curvatura torácica de los jugadores de voleibol adultos (Lichota et al., 2011), jugadores adolescentes de baloncesto (Boldori et al., 1999), gimnastas rítmicas adolescentes (Kums et al., 2007) y la curvatura lumbar de los jugadores adolescentes de voleibol (Grabara, 2015) y gimnastas de rítmica adolescentes (kums et al., 2007), son significativamente más planas que las publicadas en los estudios anteriores.

La mayoría de estos autores sugieren que las desalineaciones en las curvaturas sagitales del raquis en estos deportistas, son el resultado de programas de entrenamiento específicos del deporte (Sanz-Mengibar et al., 2018) y de las posturas predominantes para un deporte en particular (Hobbs et al., 2014; Grabara, 2016; Alricsson et al., 2016). Las cargas de entrenamiento pesadas y repetitivas provocan hipertrofia muscular, desequilibrio muscular, asimetría y rigidez, así como cambios posturales o desalineación de la columna vertebral (Dionne et al., 2008; Foss et al., 2012; Sanz-Mengibar et al., 2018; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz, 2020). Estas adaptaciones vertebrales son más habituales en deportes con altas demandas de la columna vertebral (Chromik et al., 2017; Grabara, 2016; Boldori et al., 1999).

Estudios previos han demostrado asociaciones entre las desalineaciones de la columna y las patologías de la columna, y asociaciones entre las patologías de la columna y el dolor de espalda. Así la hipercifosis torácica (Christie et al., 1995) e hiperlordosis lumbar (Christie et al., 1995; Salminen et al., 1993; Roncarati y McMullen, 1988; Norton et al., 2004) se han asociado con el dolor lumbar (DL) en no deportistas.

La hiperlordosis lumbar se ha correlacionado con el dolor lumbar en gimnastas (Ohlen et al., 1989), bailarines (Cejudo et al., 2021), jugadores de hockey (Sivanich et al., 2018), jugadores de fútbol (Wodecki et al., 2002; Lawrence et al., 2016) y jugadores de baloncesto (Congeni et al., 1997; Standaert et al., 2007; Lawrence et al., 2016).

La hipercifosis torácica y la hiperlordosis lumbar también se han asociado con patologías de la columna (Been y Kalichman, 2014). La hipercifosis torácica se ha relacionado con la enfermedad degenerativa del disco en gimnastas (Katz y Scerpella, 2003).

La hiperlordosis lumbar se ha relacionado con la espondilólisis en gimnastas (Purcell y Micheli, 2009; Kruse y Lemmen, 2009), bailarines (Ambegaonkar et al., 2014), jugadores de hockey (Sivanich et al., 2018), jugadores de fútbol (Wodwchi et al., 2002; Lawrence et al., 2016) y jugadores de baloncesto (Congeni et al., 1997; Standaert et al., 2007).

La mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la espondilólisis, la espondilolistesis, la enfermedad de Scheuermann y la patología del disco intervertebral como la hernia discal y la degeneración del disco lumbar, son las principales causas de dolor de espalda en varios deportes (Kruse y Lemmen, 2009; Kobayashi et al., 2013; Lawrence et al., 2016; Ball et al., 2019; Bezuglov et al., 2021).

Con todos estos argumentos de que la práctica continuada de un determinado deporte puede afectar al morfotipo sagital de la columna vertebral, consideramos de interés evaluar la disposición sagital integral de deportistas amateurs de dos deportes muy practicados, como es el fútbol y el baloncesto.

Los estudios citados anteriormente evaluaron el morfotipo sagital de la columna en posición de pie; sin embargo, este tipo de medición no tiene en cuenta las adaptaciones de la columna a otras posturas (sentado y flexión del tronco). Teniendo esto en cuenta, Santonja, Collazo, Martínez-Romero et al., en 2020 describieron una clasificación más actualizada del Morfotipo Sagital Integral de la columna vertebral, ya descrito por Santonja en 1996, que consiste en la evaluación del morfotipo sagital de la columna en las dos posiciones estáticas más adoptadas (de pie y sentado) y en una postura "dinámica", claramente cifosante, como es la flexión del tronco), al representar posturas muy comunes de la vida diaria y de la práctica deportiva.

La combinación de estos tres morfotipos de la columna sagital, permiten clasificar según el novedoso concepto del Morfotipo Sagital Integral (MSI) (Santonja et al. 2020) cuya principal ventaja es el permitir una detección más precoz de las desalineaciones de la columna vertebral y diagnosticar otras nuevas. Este método de evaluación mediante el MSI, no se ha utilizado en deportistas de deportes de equipo amateurs (DEA).

El dolor lumbar (DL) es una de las patologías más comunes en la población general (Serranheira et al., 2020; Santos et al., 2021; Rooh et al., 2021; Bhojraj et al., 2021; Zanatelli et al., 2021). Revisiones sistemáticas anteriores han informado que la prevalencia de dolor lumbar en estos atletas varía del 17% al 94% (Trompeter et al., 2017; Farahbakhsh et al., 2018). Específicamente, la prevalencia del dolor lumbar en los últimos 12 meses se ha informado del 6,5% al 47% en jugadores de fútbol (Eirale et al., 2012; Grosdent et al., 2015; Noormohammadpuor et al., 2019) y del 12,8% al 44% en jugadores de baloncesto (Pasanen et al., 2016; Yabe et al.,

2020; Hagiwara et al., 2020). Es interesante el estudio de Wilson et al (2021) en el que indican que un episodio previo de dolor lumbar suele predecir una futura lesión de espalda, que afectará a la participación y al rendimiento deportivo. La prevención del dolor lumbar en jugadores de fútbol y de baloncesto de competición es importante para los profesionales de la salud y del deporte.

Factores de riesgo como una elevada masa corporal (Raza et al., 2017; Trompeter et al., 2017), la experiencia deportiva (Trompeter et al., 2017), la debilidad muscular (Cho et al., 2014; Araujo et al., 2020), la tensión muscular (Halbertsma et al., 2001; Patel y Kinsella, 2017; Cejudo, Gines-Díaz, Sainz de Baranda, 2020), una desalineación lumbo-pélvica sagital (Congdon et al., 2005; Araujo et al., 2020) y las desalineaciones sagitales de la columna vertebral (Esola et al., 1996; Sainz de Baranda, Andújar, Collazo et al., 2020), se han propuesto como posibles predictores del dolor lumbar en deportistas y en la población general. En este sentido, la hiperlordosis lumbar en bipedestación (Nourbakhsh y Arab, 2002; Daniels et al., 2011; Sarcevic y Tepavcevic, 2020) y la hipolordosis o hipocifosis lumbar al flexionar el tronco (Cejudo, Gómez-Lozano, Sainz de Baranda et al., 2021) se han asociado con el dolor lumbar.

Las desalineaciones de la columna junto a la sobrecarga mecánica de los movimientos repetitivos específicos del deporte (flexión, extensión y rotaciones del tronco), ocasionan estrés mecánico y microtraumatismos en los diferentes tejidos, que pueden causar patologías de la columna vertebral (Swärd et al., 1990; Baranto et al., 2009; Neumann, 2013). Los estudios radiológicos y de resonancia magnética en jugadores han mostrado una correlación entre la hiperlordosis lumbar y la patología discogénica (Dunn et al., 2006; Baranto et al., 2009; Drakos et al., 2010), como la hernia lumbar (Trainor y Trainor, 2004; Dunn et al., 2006) y la degeneración vertebral (Micheli y Wood, 2004; Hangai et al., 2009; Daniels et al., 2011). En ocasiones, los movimientos de flexo-extensión pueden facilitar fracturas por estrés de la pars interarticularis, dando lugar a espondilólisis (Micheli y Wood, 2004; Dunn et al., 2006; Hangai et al., 2009; Purcell y Micheli, 2009). La mayoría de los investigadores coinciden en que las patologías degenerativas y discales de la columna, así como la hiperlordosis lumbar son causas comunes de dolor lumbar en jugadores de baloncesto (Congeni et al., 1997; Baranto et al., 2009; Hangai et al., 2009; Drakos et al., 2010; Deleo et al., 2015; Lawrence et al., 2016;) y fútbol (Swärd et al., 1990; Wodecki et al., 2002; Hangai et al., 2009; Purcell y Micheli, 2009; Lawrence et al., 2016).

La alineación sagital normal de la columna, requiere una posición pélvica neutra en las principales posturas que se suelen adoptar en la práctica deportiva (bipedestación y flexión del tronco). Se ha observado que los cambios en la

inclinación pélvica afectan al grado de lordosis lumbar, pudiendo ocasionar hipolordosis o hiperlordosis (Kapandjii, 2007).

El aumento de la anteversión pélvica en bipedestación provoca hiperlordosis lumbar, lo que puede ser debido a la tracción del psoas ilíaco (Bogduk et al., 1992; Kendall et al., 2005; Kolbert y Fiebert, 2005), a unos potentes extensores de tronco, a unos débiles flexores de tronco (Kendall et al., 2005; Kim et al., 2006) o a la debilidad del glúteo mayor (Van Wingerden et al., 2004).

La hipercifosis lumbar funcional o "actitud cifótica lumbar", descrita por Santonja en 1992, es causada principalmente por una inadecuada postura que adopta la columna lumbar durante el crecimiento, para lo que precisa unos ligamentos longitudinales posteriores laxos, y se facilita cuando exista cortedad en los isquiosurales al limitar la flexión de la pelvis (Fasuyi et al., 2017; Norris y Matthews, 2006).

La inclinación pélvica posterior se puede originar por la flexión de la cadera (Kolber y Fiebert, 2005; Kapandjii, 2007). Janda, (2013) y Morris et al. (2015) han señalado que el desequilibrio muscular debido a la tensión y debilidad muscular puede condicionar la alineación lumbopélvica y puede causar un "Síndrome Cruzado Inferior", desalineación de la columna vertebral (Day et al., 1984; Kendall et al., 2005; Rockey, 2008) y dolor lumbar (Nourbakhsh y Arab, 2002; Kendall et al., 2005). Por esta razón, varios estudios han informado que los jugadores y no jugadores con dolor lumbar tienen mayor inclinación pélvica anterior que los asintomáticos (Day et al., 1984; Ashmen et al., 1996; Youdas et al., 2000; Kolbert y Fiebert, 2005).

De todos los músculos que afectan a la posición pélvica, la extensibilidad de los isquiosurales se considera que es el factor con mayor importancia. La cortedad de los isquiosurales limita la flexión de la pelvis durante la flexión del tronco (Kendall et al., 2005; Norris y Matthews, 2006). Estudios previos han observado que la cortedad de los isquiosurales, restringe la inclinación pélvica en los jugadores de fútbol (Wodecki et al., 2002; Small et al., 2009) y baloncesto (Kayacan et al., 2014), limitando el rango de flexión del tronco a menos que se compense con un aumento en la cifosis lumbar (Gajdosik et al., 1992; Esola et al., 1996; Li et al., 1996; López-Miñarro y Alacid, 2010). Estos estudios informan que la extensibilidad de los isquiosurales puede tener un impacto en la posición pélvica, las curvas sagitales del raquis y en el dolor lumbar en los atletas de competición.

Existen diferencias relacionadas con el sexo en los factores de riesgo para el dolor lumbar. La hiperlordosis lumbar predomina en las deportistas y la hipercifosis torácica en los deportistas (Vialle et al., 2005; Sainz de Baranda et al., 2009; Sainz de Baranda et al., 2010; Grabara, 2014; Sanz-Mengíbar et al., 2018; Ginés-Díaz et al., 2019; Arampatzis et al., 2019; Alvero et al., 2021). En general, las deportistas

muestran una mejor alineación pélvica en posturas estáticas y dinámicas (Vialle et al., 2005; Sanz-Mengíbar et al., 2018; Ginés-Díaz et al., 2019;) que los deportistas, posiblemente debido a una mayor extensibilidad de los isquiosurales (Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno et al., 2020).

En los últimos años, se ha observado una alta prevalencia de jugadores de fútbol y baloncesto de competición con dolor lumbar recurrente que precisan atención médica (Cugusi et al., 2021; Yabe et al., 2021). Para desarrollar estrategias de prevención, los profesionales de la salud y del deporte, han de analizar la conexión de los factores de riesgo del dolor lumbar y comprender cómo interactúan durante la secuencia de movimiento del ritmo lumbo-pélvico, especialmente en posturas estáticas y dinámicas.

1.2. Hipótesis

La presencia de cortedad isquiosural en deportistas amateur federados de fútbol y baloncesto, condiciona una anómala disposición sagital de la columna vertebral, sobre todo durante la flexión del tronco, predisponiendo a desalineaciones sagitales como la hipercifosis dorsal funcional y la hipercifosis lumbar funcional, así como al dolor lumbar.

1.3. Objetivos

Los objetivos del presente estudio relativos al estudio del morfotipo sagital raquídeo, la extensibilidad isquiosural y el dolor de espalda en deportistas de Competición Aficionados masculinos y femeninos, han sido:

1. Determinar la influencia de la extensibilidad isquiosural sobre los morfotipos sagitales integrales del raquis en deportistas amateurs federados de fútbol y baloncesto de ambos sexos.

2. Obtener los morfotipos sagitales integrales en razón del sexo y su relación con el dolor de espalda en los deportistas de Competición Aficionados de fútbol y baloncesto.

2.

Introducción

Solo el conocimiento previo de lo investigado, permite acercarse al verdadero problema de la investigación
(FSM)

2.1. Biomecánica

El disco intervertebral es la parte fundamental de la unidad de movimiento de la columna vertebral (Schmorl y Junghanns, 1968) en la que participan todas las estructuras vecinas.

La función estática del raquis permite mantener el equilibrio de la cabeza y del tronco, junto a resistencia para soportar el peso del cuerpo y el de las cargas adicionales, aportando estabilidad para proteger la médula espinal. La función dinámica permite, gracias a su flexibilidad, orientar el tronco y la cabeza en los diferentes planos del espacio (Kapandjii, 2007).

La columna vertebral recibe en su pilar anterior las fuerzas de compresión, que se equilibran con las fuerzas de tensión que se aplican al pilar posterior (Kapandjii, 2007). Cuando alguno de los elementos anteriores o posteriores se altera, aparece la deformidad cifótica o lordótica.

El incremento de la curvatura dorsal o lumbar supone un aumento del momento de la fuerza que está actuando sobre el raquis, lo que facilita que la acción de fuerzas compresivas siga aumentando (Roaf, 1960; White et al., 1971; McGill, 2002).

Las modificaciones estructurales óseas que pueden intervenir en la instauración de la cifosis están sujetas al Principio de Wolff, al Principio de Heuler - Volkmann y a la Ley de Delpech (Tribastone, 1991).

Según el Principio de Wolff los elementos óseos se juntan o se separan según la dirección de las fuerzas y aumentan o disminuyen su masa proporcionalmente a las mismas.

El Principio de Heuler-Volkmann describe el efecto de la carga asimétrica sobre una placa de crecimiento en un niño en desarrollo. A presión homogénea, crecimiento simétrico. Una mayor presión, enlentece o disminuye el crecimiento, que será asimétrico, produciendo una deformidad.

La Ley de Delpech afirma que "cuando los cartílagos de las diartrosis transmiten una presión anormalmente disminuida, los cartílagos de conjunción entran en actividad y viceversa". El crecimiento en altura de la vértebra se retrasa en el lado cóncavo donde la presión es más fuerte y se acelera en el convexo donde el efecto del peso es menor. El resultado, al final de la osificación será el acuñamiento (Tribastone, 1991).

El sacro y los huesos ilíacos se mueven como una unidad. La pelvis se equilibra sobre un eje transversal entre las articulaciones coxofemorales lo que permite un movimiento rotatorio en un plano anteroposterior, descendiendo (retroversión pélvica) o ascendiendo (anteversión pélvica) el sacro. Este ángulo tiene un promedio de 30° (Borenstein y Wiesel, 1989) y está correlacionado con la lordosis lumbar (Jackson y McManus, 1994), su disminución produce la disminución de la lordosis y

su aumento el incremento de la misma. La disposición de la pelvis producirá alteraciones compensatorias en las curvas torácica y cervical para mantener la cabeza sobre el centro de gravedad.

El "ritmo lumbo-pélvico" (Farfan, 1978), es la relación de la pelvis y la columna lumbar al flexionar el tronco. Sigue una secuencia determinada que se inicia con la flexión del raquis lumbar hasta los 45° (Cailliet, 1990) o 60° (Farfan, 1978) y se continúa con el predominio de la flexión de la pelvis sobre la flexión del raquis lumbar, lo que permite un movimiento adicional final de máxima flexión del raquis lumbar para alcanzar la máxima flexión del tronco.

La flexión total de la pelvis se restringe sobre todo por la extensibilidad de los isquiosurales (Milne y Mierau, 1979), que si están acortados la fijarán precozmente al flexionar el tronco con las rodillas extendidas, afectando al ritmo lumbo-pélvico normal. Por tanto, un movimiento completo e indoloro de esta región requiere que la extensibilidad de los músculos isquiosurales permita una adecuada flexión de la pelvis sobre la cadera.

El regreso a la posición vertical debe efectuarse de manera sincrónica e inversa (Farfan, 1975; Cailliet, 1990).

La disposición de la columna lumbar en sedentación es diferente a la de bipedestación (Andersson et al., 1979), debido a que la flexión de las caderas al sentarse provoca una basculación de la pelvis hacia atrás (Stokes y Aberly, 1980).

La mayoría de los dolores lumbares tienen su inicio en factores posturales de la columna lumbar baja. Keegan (1953) puso de manifiesto la importancia de preservar la lordosis lumbar al estar sentado.

Conforme el disco intervertebral envejece, pierde progresivamente la capacidad de absorber las cargas compresivas y las fuerzas de torsión y flexión (Jarvic y Deyo, 2000), sobre todo en las zonas de mayor estrés mecánico.

La ejecución de flexiones de tronco, tanto en bipedestación como en sedentación, impone niveles de carga compresiva de más de 3000 Newton sobre la zona lumbar (McGill, 1995), aumentando más de 3 veces la presión intradiscal (Wilke et al., 2001), comprometiendo la capacidad y resistencia de los discos intervertebrales (McGill, 2002).

Existen diversos trabajos (Reynolds, 1975; Farfan, 1978; Moe et al., 1982; Cosentino et al., 1982; Balius y Espiga, 1982; Cosentino, 1985; Mellin, 1986; Salisbury y Porter, 1987; Öhlen et al., 1989; Borenstein y Wiesel, 1989; Moll y Wright, 1989; Cailliet, 1990; Paquet et al., 1991; Mellin y Poussa, 1992; Edmonston et al., 2000; Kapandji, 2007) que hacen referencia a la amplitud de los movimientos del raquis. Los rangos normales considerados son:

- Cervical: 40° de flexión, 75° de extensión, 45° de inclinación lateral y 60° de rotación.
- Dorsal: flexo-extensión de 20° en cada una de las direcciones, 20° de inclinación lateral y 35° de rotación
- Lumbar: flexión entre 40° y 60°, extensión de 30° a 45°, realizándose el 75% de la misma en el espacio L5-S1.

2.2. Desarrollo y Crecimiento

Las vértebras se osifican a partir de tres núcleos primarios (uno para el cuerpo y otros dos para cada mitad del arco vertebral) y dos secundarios que son las dos crestas marginales óseas en las caras superior e inferior de cada cuerpo vertebral o "listel" (Cosentino, 1985; Williams y Warwick, 1986).

El crecimiento vertebral recuerda al de los huesos largos, el cuerpo se desarrolla como una diáfisis y los platillos vertebrales lo hacen como una epífisis (Dimeglio, 1991).

La osificación de las epífisis ilíacas (test de Risser), mantiene una relación con el ritmo de crecimiento del niño y su maduración, siendo estos centros visibles en las radiografías de la pelvis y la columna vertebral. El crecimiento de la columna cesa a una edad media de 14 y 1/3 años para las chicas y 16 y 1/3 para los chicos (Risser, 1958).

2.3. Morfotipo Sagital y Deporte

Se han descrito morfotipos raquídeos específicos como posible adaptación al intenso entrenamiento de diversos deportes como sucede en gimnastas artísticos (Sanz Mengíbar et al., 2018), gimnastas de trampolín (Sainz de Baranda et al., 2010), nadadores (Uetake et al., 1998; Pastor et al., 2002), culturistas (Uetake et al., 1008; Segura, 2009), esquiadores (Alricsson et al., 2016), bailarines (Gómez Lozano et al., 2013), jinetes (Ginés-Díaz et al., 2019) y también remeros (Alvero et al., 2021). Las curvaturas sagitales de la columna también se han estudiado en deportes de equipo, como es en el caso de futbolistas y jugadores de rugby (Uetake et al., 1998), jugadores de hockey (Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno et al., 2020), voleibol, baloncesto y balonmano (Grabara, 2014).

El acuñamiento de los cuerpos vertebrales inmaduros es otra consecuencia potencial en deportistas de alto rendimiento (Pastor, 2000; Wojtys et al., 2000; Ashton-Miller, 2004) debido a movimientos repetitivos de flexión del tronco (Harringe et al., 2007).

Pastor (2000) comparó el diagnóstico de hipercifosis torácica, realizado con un inclinómetro, con los hallazgos radiográficos en nadadores jóvenes y encontró una sensibilidad del 81,6% y una especificidad del 100%, con un ICC de 0,86 en nadadores masculinos y de 0,84 en mujeres. Encontró mayor porcentaje de acuñamientos vertebrales anteriores en los nadadores de competición que en la población control que no realizaba deporte de competición.

Se ha informado de hipercifosis dorsal en jugadores de fútbol sala (Chromik et al., 2017), jugadores de fútbol (Wodecki et al., 2002), jinetes (Ginés-Díaz et al., 2019), jugadores de voleibol (Grabara, 2015), luchadores de estilo libre (Rajabi et al., 2008) y jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda et al., 2020). En cuanto a la curvatura lumbar, la hiperlordosis lumbar es mayor en los jugadores de fútbol (Wodecki et al., 2002), jugadores de fútbol sala (Chromik et al., 2017), jugadores de hockey (Rajabi et al., 2012), jugadores de baloncesto (Grabara, 2016), jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda et al., 2020) y jinetes (Ginés-Díaz et al., 2019) que los no practicantes. Además, el grado de curvaturas sagitales difiere entre deportes. La mayoría de estos autores sugieren que estas variaciones anormales en las desalineaciones vertebrales en estos deportistas son el resultado de los programas de entrenamiento específicos del deporte (Wojtys et al., 2000; Sainz de Baranda et al., 2010; Sanz-Mengibar et al., 2018) y las posturas predominantes para un deporte en particular (Grabara, 2016; Alricsson et al., 2016). Las cargas de entrenamiento pesadas y repetitivas provocan hipertrofia muscular, desequilibrio muscular, asimetría y tensión, así como cambios posturales o desalineaciones de la columna (Dionne et al., 2008; Foss et al., 2012). Estas adaptaciones vertebrales son

más habituales en deportes con altas demandas para la columna vertebral (Boldori et al., 1999; Grabara 2016).

En remeros (Alvero-Cruz et al., 2021), sorprende la muy baja frecuencia de hipercifosis torácica en los hombres (1,2 %) que es algo superior en las mujeres (3,4 %) y todos los casos de hipercifosis torácica fueron flexibles (actitudes hipercifóticas dorsales) cuando se evaluaron con la maniobra de autocorrección (Santonja et al., 2006). Esta adecuada disposición de la columna dorsal en bipedestación sugiere que el remo es un deporte protector contra la hipercifosis torácica en hombres y en mujeres. Por el contrario, se ha notificado un 51,8 % de hipercifosis en nadadores de alto nivel menores de 15 años (Pastor, 2000; Pastor et al., 2002).

Respecto a la lordosis lumbar, también se ha observado una baja frecuencia de hiperlordosis lumbar en remeros (3,7 %), lo que indica que el remo puede ser beneficioso en hombres con hiperlordosis lumbar, aunque la frecuencia de hiperlordosis lumbar sea seis veces mayor en mujeres que practican remo de competición (20,7% vs 3,7%). Todas las hiperlordosis lumbares de los remeros fueron posturales.

La cifosis y la lordosis se adaptan al entrenamiento de la técnica de remo. Se observó un alto porcentaje de hipercifosis torácica funcional [57,4% en los remeros varones; tres veces menos en las mujeres [17,1%9] Se observó hipercifosis lumbar funcional en el 34,1% de los remeros masculinos, mientras que solo la mitad de las remeros femeninas presentaban esta adaptación de la columna lumbar (17,2%). El sexo femenino parecía jugar un papel protector para la adaptación dinámica de la columna vertebral.

2.3.1. Morfotipo Sagital Integral

Santonja, describió su primer morfotipo derivado de una anómala postura al sentarse y al flexionar el tronco en 1992, en su libro de Valoración Médico Deportiva del Escolar. Esta observación, así como la cifosis funcional de Bado (1977), fueron las semillas del concepto del “Morfotipo Sagital Integral”, que fue descrito en 1996 por Santonja y que consiste en una evaluación más completa de las curvaturas torácica y lumbar. Clásicamente, las desalineaciones sagitales del raquis se evalúan en bipedestación, siendo curiosamente esta la postura que menos se adopta o se suele adoptar en la vida. En cambio, la postura de sentado es la que con más frecuencia se suele adoptar en vigilia. Durante las actividades físicas, la flexión del tronco, es la postura que más se realiza.

Por ello, Santonja defiende que es preciso valorar la columna vertebral al menos en estas tres posturas, porque la simple valoración en bipedestación, nos llevará a no diagnosticar anómalas disposiciones vertebrales que son frecuentes en la población sedentaria y deportista (Santonja et al., 2020; Sainz de Baranda et al., 2020; Santonja et al., 2022). Esta evaluación no invasiva de las curvaturas sagitales con el inclinómetro en posición de pie, sentado y en la máxima flexión del tronco proporciona una buena reproducibilidad, fiabilidad y correlación con las mediciones radiográficas (Saur et al., 1996; Ng et al., 2001).

La evaluación de la columna vertebral integrada del morfotipo sagital, ha demostrado ser útil en la evaluación de la disposición sagital de la columna de diferentes deportistas (Sainz de Baranda y Santonja, 2009; Segura, 2009; Sainz de Baranda et al., 2010; Gómez Lozano et al., 2013; Sanz Mengíbar et al., 2018, Ginés Díaz et al., 2019; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz et al., 2020; Santonja et al., 2020; Cejudo, Gómez-Lozano, Sainz de Baranda et al., 2021; Alvero et al., 2021), así como en escolares (Sainz de Baranda, 2002; Collazo, 2015; Santonja-Renedo, 2017; Santonja et al., 2020; Sainz de Baranda et al., 2020) y en adolescentes (Peña, 2010). La ventaja de esta evaluación estandarizada es la posible comparación de las adaptaciones vertebrales entre diferentes técnicas deportivas. Las curvas sagitales de la columna tienden a aumentar con el tiempo, especialmente en la adolescencia (Ferrer, 1998; Pastor, 2000; Sainz de Baranda, 2002; Peña, 2010; Santonja et al., 2020).

Las investigaciones realizadas hasta la fecha de la disposición de las curvas sagitales en bipedestación y del morfotipo sagital integral, quedan reflejadas en la tabla 1.

El método más utilizado para cuantificar los morfotipos sagitales integrales, es el inclinómetro (Uetake et al., 1998; Pastor, 2000; Wojtys et al., 2000; Sainz de Baranda, 2002; Pastor et al., 2002; Sainz de Baranda y Santonja, 2009; Segura,

2009; Sainz de Baranda et al., 2010; Peña, 2010; López-Miñarro y Alacid, 2010; Fernández Campos, 2011; Ríos de Moya, 2012; Gómez-Lozano et al., 2013; Muyor et al., 2013; Collazo, 2015; Consea, 2015; Vaquero-Cristóbal et al., 2015; Alricsson et al., 2016; Santonja-Renedo, 2017; Sanz-Mengibar et al., 2018; Ginés-Díaz et al., 2019; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno et al., 2020; Santonja et al., 2020; Sainz de Baranda, Cejudo, Martínez-Romero et al., 2020; Cejudo, Moreno, Sainz de Baranda et al., 2021; Alvero-Cruz et al., 2021).

Tabla 1. Estudios realizados en diferentes deportes y población general sobre la disposición sagital del raquis y el Morfotipo Sagital Integral.

Deporte-Autores/Variable	Sexo	Curva Dorsal			Morfotipo Torácico				Curva Lumbar			Morfotipo Lumbar				Muestra Edad, media o rango (años) n	
		BIP	SED	FLEXT	↓	Normal	↑	Cifosis Funcional	BIP	SED	FLEXT	↓	Normal	↑	Actitud Lumbar		
Remeros (Alvero-Cruz et al., 2021)	Chicos	30,2°	47,8°	63,7°	7,5%	91,3%	1,2%	57,5%	27°	20,1°	29,3°	12,5%	83,8%	3,7%	46,3%	17,2 (14 a 35)	82
	Chicas	30,6°	39,5°	59,3°	10,3%	86,2%	3,4%	27,6%	33,1°	14°	24,3°	3,4%	75,9%	20,7%	20,7%	17,8 (14 a 26)	29
Escolares (Santonja-Medina et al., 2020)	Ambos				2,2%	70,4%	27,4%	36,8%				1,9%	89,1%	9%	82,3%	8 a 12	731
Hockey Línea (Sainz de Baranda et al., 2020)	Chicos	38,5°	45°	53,7	1,4%	60,8%	37,8%	18,9%	28,7°	28,7°	31,5°	9,5%	89,2%	1,4%	66,1%	8 a 15	74
Jinetes Doma (Ginés Díaz et al., 2019)	Ambos	39,2°	34,9°	50,7°	0	61,5%	38,5%	23,10%	40,4°	10°	27,4°	0	46,10%	53,9%	38,50%	9 a 17	13
Jinetes Salto (Ginés Díaz et al., 2019)	Ambos	43,8°	44,4°	54,2°	0	50%	50%	40%	43,2°	15,4°	27°	0	50%	50%	40%	9 a 17	10
Gimnasia Artística (Sanz-Mengibar et al., 2018)	Chicos	39,6°	26°	62,9°	0%	73,9%	26%	65,2%	27,7°	15,5°	26°	4,3%	78,2%	17,3%	13%	8 a 30	24
	Chicas	31,8°	49,3°	61,4°	8,3%	87,5%	4,16%	75%	30,5°	15,7°	27,7°	0%	83,3%	16,6%	29%		24
Escolares (Santonja-Renedo, 2017)	Ambos	35,7°	41,9°	53,9°		71,3%	28,7%	-	32,9°	24,4°	33,4°		73,6%	26,4%	-	8 a 13	688
Esquiadores (Alicsson et al., 2016)	Ambos	41,2°							33,4°							16 a 19	51
Gimnasia Estética (Conesa, 2015)	Chicas	29,3°	47,9°	69,1°	22,3%	67%	9,6%	25,4%	32,9°	15,9°	26,4°	6,4%	77,7%	16%	-	10 a 18	94
Escolares (Collazo, 2015)	Chicos	36,8°	43,7°	55,4°	2,3%	70,2%	27,4%	-	30,9°	26,4°	33,1°	1,9%	89,1%	9%	-	10 a 18	741
	Chicas	35,4°	41,8°	54,9°					33,2°	23°	33,5°						

Introducción

Deporte- Autores/Variable	Sexo	Curva Dorsal			Morfotipo Torácico				Curva Lumbar			Morfotipo Lumbar				Muestra	
		BIP	SED	FLEXT	↓	Normal	↑	Cifosis Funcional	BIP	SED	FLEXT	↓	Normal	↑	Actitud Lumbar	Edad, media o rango (años)	n
Bailarinas Danza (Vaquero-Cristobal et al., 2015)	Chicas	18,5°	6,3°	42,6°	48,6%	51,3%	0%	-	24,7°	1,7°	34,5°	23,7%	75%	1,3%	-	13,2	76
Escolares (Martínez, 2013)	Ambos	42,3°	48,1°	56,6°	5	65,9%	34,1%	-	34,8°	17,2°	28,1°	2,4%	87,8%	9,8%	-	10 a 18	741
Tenis (Muyor, 2013)	Chicos	43,8°			0%	37,5%	62,5%		27,5°			4,2%	83,35%	12,5%	-	13 a 18	40
	Chicas	36,1°							32,6°								
Adultos (Rios de Moya, 2012)	Ambos	46,7°		67,4°	0%	24,4%	75,6%	-	32,9°		22,6°	2,4%	81,9%	15,7%	-	19 a 22	126
Hockey (+control) (Rajabi, 2012)	Hockey	41,7°														18	37
	Control	36,7°														19,2	37
Escolares (Fernández-Campos, 2011)	Chicos	35,5°	43,1°	64,8°	0%	76,5%	23,5%	38,5%	33,9°	9,2°	19,5°	0%	88,2%	11,8%	20,5- 23,9%	11 a 12	39
	Chicas	37,5°	49°	68,8°					32,4°	8,7°	16,8°					11 a 12	46
Ciclistas (Muyor et al., 2011)	Chicos	48,2°							27,3°							22,9	60
	Chicas	47°							25,3°							34,2	60
Adolescentes (Peña, 2010)	Chicos	37,6/47°	43/55,1°	66/80,7°	0%	44,5%	54,5%	29,7%	29/35,7°	7,3/12°	16,6/23°	1,2%	90,5%	8,3%	26,2%	13 a 18	119
	Chicas	35/42,5°	37,2/43°	64/73,3°	2,6%	68,6%	29%		34/40,3°	5,8/10°	16,6-18°	3,5%	65,7%	30,8%		13 a 18	103
Gimnastas Trampolín. (Sainz de Baranda et al., 2010)	Chicos	46,9°	51,3°	62,8°					32°	21°	30,3°					14,9	34
	Chicas	43°	49,2°	53°					40,3°	14°	25,2°						35
Escolares (Andújar, 2010)	Ambos	49,4°			3,5%	24,1%	72,4%	-	49,3°			17,2%	65,5%	17,2%	-	6 a 14	58
Musculación (Segura, 2009)	Chicos	40,5°	42,7°	61,6°	0%	72,8%	27,2%	-	31,9°	15,4°	25,4°	0%		18,1%	47,5%	22,8	22

Piragüistas (Lopez-Miñarro et al., 2009)	Chicos	42,5°		72,2°					28,6°		35,8°						14 a 17	30
Corredores (Lopez-Miñarro et al., 2009)	Chicos	45,6°		63,5°					31,2°		27,4°						14 a 17	30
Voleibol (Chicas) (+control=C) (Grabara, 2009)	Chicas	27,2°-29,6°							25,5°-28°								13 a 16	42
	Control	28,5°-29°							29,3°-30,5°								13 a 16	43
Luchadores (+control) (Rajabi, 2008)	Estilo Libre	39°															23,5	30
	Greco Romano	24,3°															23,9	30
	Control	27,4°															23,2	30
Bailarinas (+control) Gómez-Lozano, 2007)	Ballet	28,3°	33,1°	49,7°	18,2%	85,8%	0%	-	35,1°	8,3°	19,8°	0%	84,8%	15,2%	24,3%	17 a 28 (22,7)	33	
	Español	22,8°	30,9°	49,4°	48%	52%	0%	-	33,8°	8,3°	19,4°	0%	93,9%	6,1%	12,2%	16 a 29 (22,1)	33	
	Control	37,5	39,7°	71,9°	0%	69,7%	30,3%	-	40,3°	5,5°	15,7°	0%	58,8%	41,2%	9,3%	17 a 29 (22,7)	33	
Gimnastas Ritmica (+control) (Martinez-Gallego, 2004)	Principiantes	33,4°	37,6°	56,7°	3,7%	82,5%	13,8%	-	40,3°	16,2°	25,1°	1.2%	57,5%	41,3%	-		81	
	Élite	28,3°	38,5°	50,4°	14,6%	80,5%	4,9%	-	35,8°	16,8°	26,3°	3.7%	62,2%	34,1%	-	6 a 18	82	
	Control	33,5°	39,5°	59,5°	55	70,9%	24,1%	-	35,3°	13,8°	22,9°	11.4%	63,3%	25,3%	-		79	
Musculación (Lopez-Minarro, 2003)	Chicos	46,3°			0%	42,5%	57,5%	-	32,3°			3.8%	83,9%	12,3%	-		18 a 24	772
Nadadores (+Rayos X) (Pastor, 2000)	Chicos	40,4°		78,4°	1,2%	47%	51,8%	-	31,2°		24,6°	2.3%	82,3%	15,4%	-		9 a 15	345
	Chicas	39,5°		73,4°					36,3°		21,6°							
Nadadores (+Rayos X) (Pastor, 2000)	Chicos	53,3°			0%	18%	82%	-	43,5°			0%	42%	58%	-		9 a 15	99
	Chicas	48,6°			0%	38,8%	61,2%	-	50,9°			0%	18,45	81,6%	-			
Adolescentes (Mújica, 2002)	Chicos			72,8°							21,8°						15 a 16	200
	Chicas			65,8°							19,2°							
Escolares (+Interve)	Ambos	34,1°	46°	60,4°	5,5%	77,8%	16,7%	43,2	29,1°	16,5°	24°	55%	94,5%	0%	59,7%	10 a 11	18	

Introducción

(Sainz de Baranda et al., 2002)	Interve	35,3-36°	42°	64°	6,1%	66,7%	27,2%	24,8-40°	15-16,5°	28°	7,4%	82,7%	9,95%	81
Hockey Hielo (Wotjs, 2000)	Ambos	38,1°						38,1°						8 to 18 189

Resumen de las investigaciones realizadas por año de publicación, incluyendo los valores medios de cifosis torácica en bipedestación, sedestación y flexión máxima del tronco en el test Sit and Reach

C= Grupo Control;

↑ = Hyper (Cifosis o lordosis); ↓ = Hypo (Cifosis o lordosis)

2.4. Instrumentos de Medición

2.4.1. Inclinómetro

Clásicamente, el inclinómetro se ha utilizado para la medición de las curvas sagitales de la columna en bipedestación y también para la medición de la flexo-extensión del raquis (Asmusen, 1959; Loeb1, 1967; Anderson, 1982; Portek et al., 1983; Mellin, 1986; Salisbury et al., 1987; Mellin, 1987; Mellin, 1988; Öhlen et al., 1988; Mellin y Poussa, 1992; Ensink et al., 1996; O'Brien et al., 1997; Ferrer, 1998; Rodríguez, 1998; Pastor, 2000; Sainz de Baranda, 2002; López Miñarro et al., 2007; Santonja et al., 2007; López Miñarro, 2008; Saínz de Barranda et al., 2020).

Loebl (1967) fue el primero en realizar un estudio riguroso con un inclinómetro diseñado por él, consistente en un dial dividido en grados y fijado a unos pies de plástico separados por 9 cm, utilizó a un grupo de 178 voluntarios tomando como referencias anatómicas las apófisis espinosas de T1, T12 y S1 y tomando otros puntos en lugares equidistantes de los anteriores.

Reynolds (1975) también utiliza el inclinómetro para sus mediciones, pero acerca los pies a 5 cm por estimar que la distancia existente en el inclinómetro de Loeb1 era excesiva.

Mellin (1986, 1987, 1988) utiliza el inclinómetro "Myrin" muy utilizado en la zona nórdica; es un dispositivo con una aguja pendulante y otra desplazable que se rasa con la anterior en la posición estática sobre un dispositivo circular de 38 mm que lleva una escala en ambas direcciones, conforme se produce el movimiento la aguja pendular se desvía de la fija, marcando en una escala circular los grados de desplazamiento. El inclinómetro está fijado sobre una superficie plástica de (3x70x100 mm) con dos pies distanciados 6 cm.

Mellin (1986) obtiene unos coeficientes de correlación muy elevados con error interobservador de $r = 0,83$ y un error intraobservador de $r = 0,92$ para la cifosis y un error interobservador $r = 0,89$ y un error intraobservador de $r = 0,94$ para la lordosis, con unos coeficientes de variación de 7,7% en ambos casos.

Pastor (2000) siguiendo las técnicas de intervención descritas por Wilner (1981), Mellin (1986) y Öhlen et al. (1989), mide la cifosis dorsal desde el inicio de la curvatura torácica (generalmente coincide con T1-T3) colocando a 0° el inclinómetro, hasta donde se obtenga el mayor valor angular (final de la curvatura cifótica) que generalmente coincide con T12-L1. La medición de la lordosis lumbar, se obtiene desde la zona en que se determina el mayor grado de cifosis dorsal, donde se nivela el inclinómetro a 0°, hasta donde se obtiene el máximo valor angular de la curvatura lordótica que suele coincidir con L5-S1. En su estudio obtiene unos coeficientes de correlación aceptables para la cifosis y lordosis, con un error

intraobservador interensayo para la cifosis de $r = 0,72$ en nadadores y de $r = 0,85$ en nadadoras y para la lordosis de $r = 0,82$ en nadadores y de $r = 0,78$ en nadadoras. Tomando como valor de referencia el obtenido en la radiografía, obtiene coeficientes de correlación de $r = 0,74$ para el grado de cifosis y de $r = 0,45$ para la lordosis (Pastor, 2000).

El inclinómetro aporta una medida no invasiva, reproducible y válida, con buena correlación con la medición radiográfica (Saur et al., 1996; Ng et al., 2001).

Ng et al. (2001) realizan un estudio sobre el rango de movimiento de la columna lumbar y de los valores de lordosis lumbar, utilizando el inclinómetro y un dispositivo para el movimiento pélvico, encontrando una reproducibilidad intraobservador alta ($r=0,95$) comparable con la encontrada en anteriores estudios. Al estudiar la sensibilidad y la especificidad encuentra valores muy significativos, lo que indica que es un buen método para la detección de las desalineaciones del raquis y para su seguimiento.

En resumen, el inclinómetro es un método recomendable por su buena reproducibilidad, sencillez de realización, facilidad de obtener el material y por la buena correlación con la medición radiográfica.

2.4.2. Isquiogoniómetro

Diseñado por Santonja (1994), es un dispositivo que facilita la obtención del grado de flexión de la cadera con o sin rodilla extendida. Consta de un goniómetro de unos 20 cm de diámetro que marca el ángulo real y el suplementario, que va fijado a un dispositivo que permite ajustar la altura del eje del giro del goniómetro y permite, a través de un riel, deslizar el goniómetro por la camilla para colocarlo en el eje de giro de la coxofemoral. Por último, tiene una varilla extensible de hasta 120 cm, para situar su extremo sobre el maléolo peroneal, lo que permite medir con elevada precisión (Figura 1).



Figura 1. Isquiogoniómetro. Dispositivo que consta de un goniómetro que se desliza a través de un riel y que se ajusta en altura para hacerlo coincidir con el eje de giro de la coxo-femoral. Tiene una barra extensible adosada en la camilla para facilitar la determinación de la bisectriz del miembro inferior. Abajo, realización de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta. La varilla se despliega hasta el maléolo peroneal. Esta deportista, tiene 75° de EPR, lo que indica extensibilidad isquiosural dentro de la normalidad.

2.4.3. LumboSant

Diseñado por Santonja (1992), es un soporte lumbar curvo con el objetivo de limitar la retroversión de la pelvis y el aplanamiento de la lordosis lumbar al realizar la máxima flexión de la cadera (Figura 2). Recientemente, ha sido demostrada su utilidad por Santonja-Renedo (2020) y Santonja, Santonja-Renedo, Cejudo et al. (2020).

El LumboSant ha sido utilizado en diferentes investigaciones. Santonja et al. (1995), estudiaron a 521 escolares obtenidos de forma aleatoria y estratificada por sexos y niveles educativos del Municipio de Murcia y encontraron una prevalencia de cortedad en los niños del 28% y en las niñas del 8,9%, utilizando el LumboSant y el isquiogoniómetro (Figura 3).



Figura 2. LumboSant. Es un soporte curvo que se coloca bajo la zona lumbar para limitar el grado de basculación de la pelvis y evitar el aplanamiento de la lordosis lumbar.

Ferrer et al. en 1996, valoraron a 926 deportistas (3-17 años), utilizando igualmente el LumboSant y el isquiogoniómetro, y encontraron cortedad isquiosural grado-I en el 41,5% y 19,8% y cortedad grado-II en 11,6% y 7% en chicos y chicas respectivamente.

Pastor (2000) valora la extensibilidad de los isquiosurales en nadadores promesas e infantiles de élite nacional. Obtiene que la frecuencia de cortedad se incrementa con la edad: Grado-I pasa del 30% al 48% y grado II se mantiene sobre el 20%.

Santonja et al. (2007), utilizan el LumboSant para determinar la frecuencia y los efectos de los estiramientos de la musculatura isquiosural, mediante la flexión de la cadera con la rodilla extendida en escolares.

Peña (2010) valora a 222 adolescentes de 3º y 4º de la ESO y de Bachillerato. Encuentra cortedad isquiosural en el 47% de sus alumnos de enseñanza secundaria y en el 20% de los alumnos de bachillerato.

Santonja-Renedo (2020), demostró con estudio radiográfico lateral de la columna lumbar al realizar la maniobra EPR con y sin el LumboSant y sin un explorador auxiliar, que la retroversión de la pelvis y la lordosis lumbar se reducían un 55%, cuando se utiliza este soporte, y que se sobrestima la extensibilidad de los isquiosurales en casi 14º, cuando se hace el EPR sin el soporte lumbar y sin el explorador auxiliar.



Figura 3. Medición de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta utilizando el LumboSant y el Isquiogoniómetro. Obsérvese la concavidad del soporte para que la lordosis lumbar que existe en decúbito, no se aplane al realizar esta maniobra y evitar que se sobrestime la extensibilidad isquiosural.

2.4.4. TKK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante”

Existen varios dispositivos comerciales para medir la distancia entre los dedos de la mano y los pies. El TKK-5003 está diseñado para medir la maniobra distancia dedos suelo (maniobra de pie -Figura 4-), pudiendo cuantificar distancias de -20 cm hasta 30 cm.

Este dispositivo puede utilizarse para la maniobra “Distancia Dedos-planta” para lo que se coloca el soporte sobre la camilla de exploración (Figura 5).



Figura 4. Dispositivo TKK-5003 para realizar la maniobra Distancia Dedos-Suelo que precisa colocarlo sobre un cajón de exploración con una altura de al menos 35 cm.

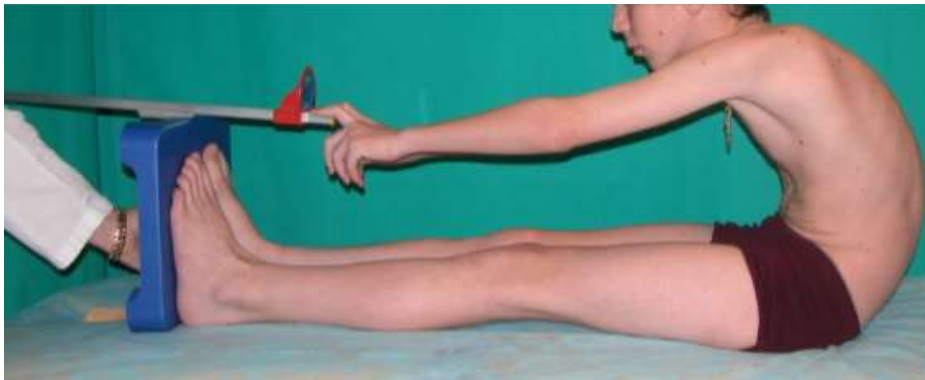


Figura 5. . Utilización del dispositivo TKK-5003 para la maniobra Distancia Dedos-Planta. El explorador debe hacer contrapresión en el dispositivo para evitar la flexión plantar de los pies.

2.5. Extensibilidad Isquiosural

La cortedad de los isquiosurales puede definirse como la disminución de la extensibilidad de la musculatura isquiosural aceptada como normal. Bado et al. (1964), describieron dos grados de cortedad isquiosural: grado I, cuando existe una pérdida moderada de la extensibilidad de la musculatura isquiosural (22,8% de la población de su estudio entre 6 y 19 años de edad) y grado II, cuando existe una marcada disminución de la extensibilidad isquiosural (4% de su población estudiada), pero no definió los límites entre ambos grados con ninguna de las maniobras clínicas que utilizó.

El diagnóstico de la cortedad isquiosural es fundamentalmente clínico y puede hacerse a través de cualquiera de las maniobras clínicas descritas (Elevación de la Pierna Recta, Poplíteo, Distancia-Dedos-Planta, Distancia Dedos-Suelo), si bien no existe un consenso a la hora de definir el ángulo o los centímetros a partir de cuando se diagnostica esta entidad clínica.

La prevalencia de la cortedad isquiosural es muy variable. Puede afectar desde el 10% (Napiontek y Czubak, 1998; Stokes y Aberly, 1980), hasta el 57%-65% de los varones entre 18 y 19 años (Bado et al., 1964) Santonja (1990) estudia la extensibilidad isquiosural a 700 universitarios con la maniobra EPR y obtiene un 24,2% de cortedad grado I (3 veces > varones) y un 4,7% de grado II (todos en varones). Ferrer, Santonja, Canteras et al. (1996) encontraron que existen diferencias entre ambos sexos, presentando cortedad el 41,5% en varones y el 19,6% en las mujeres de una población deportista entre 6 y 18 años.

2.5.1. Maniobras de flexión de la cadera

La medición de la extensibilidad isquiosural clásicamente se ha realizado con las maniobras del Test del Poplíteo (Reis y Macedo, 2015; Fasuyi et al., 2017; Alshammari et al., 2019) y del Test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) (Santonja et al., 2007; Santonja et al., 2022).

La maniobra EPR valora el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural a través del rango de movimiento (ROM) de la flexión de cadera con la rodilla extendida. Es descrita por primera vez por Lazarevic en 1880 (en serbio) y en 1884 (en alemán). Se suele atribuir a Forst en 1881 que era discípulo de Lasègue, la descripción original de esta maniobra para diagnosticar la radiculopatía lumbar. La maniobra EPR es similar al Lasègue, pero con distinto propósito, ya que su objetivo es valorar la extensibilidad de los isquiosurales.

Los límites de normalidad de la maniobra de Elevación de la Pierna Recta son variables dependiendo de los autores. Para Kendall et al. (2005) es de 80°, Hellsing

(1988) lo establece en $\geq 60^\circ$. Espiga (1992) en $\geq 70^\circ$. Santonja et al., (1995) y Ferrer (1998) en $\geq 75^\circ$. Jordá (1971) en $\geq 90^\circ$.

Santonja (1992) posiblemente sea el primer autor en aportar valores para diferenciar los dos grados de cortedad. Define la cortedad grado I cuando la flexión de la cadera está entre 61° - 74° y el grado II cuando son $<60^\circ$. Ferrer (1998), utiliza los mismos valores y con las curvas ROC con radiografías "Tónica-II", demuestra que estos límites son los que tienen utilidad clínica en escolares y adolescentes (Tabla 2).

Tabla 2. Autores y sus límites de cortedad y normalidad de la extensibilidad isquiosural con el test EPR.

	Normalidad	Grado I	Grado II
Jordá (1971)	$\geq 90^\circ$		
Hellsing (1988)	$\geq 60^\circ$	59° - 30°	$\leq 30^\circ$
Espiga (1993)	$\geq 70^\circ$	69° - 50°	49° - 30° G-III: $\leq 30^\circ$
Santonja (1992) Ferrer (1998)	$\geq 75^\circ$	74° - 61°	$\leq 60^\circ$

Ayala et al. (2012) obtienen una correlación intraclase (ICC) $r=0,95$ y concluyen que el EPR presenta una fiabilidad intersesión de 12 - 16° y una variabilidad intrasesión de 6 - 11° .

El problema de las maniobras de EPR y Poplíteo es la basculación de la pelvis. Santonja-Renedo (2020) y Santonja et al. (2020), demostraron mediante estudios radiográficos que la pelvis siempre bascula al realizar la maniobra de la elevación de la pierna recta y que el uso del soporte lumbar cóncavo denominado "LumboSant" y del explorador auxiliar reduce esta basculación. Cuando se utiliza un soporte lumbar que se adapta al grado de la curvatura lumbar (Lumbosant-2), se reduce aún más el grado de retroversión de la pelvis y de inversión de la curva lumbar (Santonja-Renedo, 2020).

Ferrer et al. (1994) compararon las maniobras de EPR y Poplíteo, utilizando en ambas el LumboSant, concluyeron que es más fiable la maniobra de EPR, por lo que recomiendan reservar la del poplíteo para pacientes con genu flexo.

La importancia clínica de la cortedad de los isquiosurales es su repercusión sobre la columna lumbar. Se ha relacionado con la hipercifosis (Lambrinudi, 1934; Bado et al., 1964; Fisk y Baigent, 1984; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno et al., 2020; Santonja, Collazo, Martínez et al., 2020), hipolordosis (Józwiak et al., 1997), espondilólisis y espondilolistesis (Phalen y Dickson, 1961; Barash et al., 1970;

Cacayorin y Hochlauser, 1987; Standaert y Herring, 2000; Sato et al., 2017), inversión del raquis lumbar (Santonja y Genovés, 1992; Somhegyi y Ratko, 1993), hernia discal (Harvey y Tanner, 1991; Brodersen et al., 1994; Takata y Takahashy 1994; Zhu et al., 2006), lumbalgia crónica (Biering-Sorensen, 1984; Miereau et al., 1989; Salminen et al., 1992; Minkler, 1994; Esola et al., 1996), con un mayor número de desórdenes músculo-esqueléticos (Napiontek y Czubak, 1998) y con diferentes lesiones por sobreesfuerzo (Cabry y Shiple, 2000).

La cortedad de los isquiosurales también se ha asociado con alteraciones en los patrones de la marcha (Whitehead et al., 2007), cambios en el ritmo lumbopélvico (Laird et al., 2014; Reis y Macedo, 2015; Zawadka et al., 2018), trastornos de la columna como la hipercifosis lumbar (Santonja et al., 1995; Ferrer, 1998; Martínez Victorio, 2005, Martínez Victorio et al., 2013; Mistry et al., 2014; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno et al., 2020; Santonja, Collazo, Martínez et al., 2020) y dolor lumbar (Fisk y Baigent, 1981; Halbertsma y Goëken, 1994). Además, en deportistas de equipo, se ha sugerido que un nivel inadecuado de extensibilidad de los isquiosurales es un factor de riesgo principal de distensiones musculares (Croisier et al., 2002; Chumanov et al., 2012; Opar et al., 2012), fascitis plantar (Bolivar y Munuera, 2013), lesiones de rodilla (Witvrouw et al., 2001; Witvrouw et al., 2006) y trastornos lumbares (Stutchfield y Coleman, 2006; McGill, 2015).

2.5.2. Test lineales o longitudinales

Destacan la maniobra Distancia Dedos-Planta (DD-P) o Sit-and Reach (SR) y sus variaciones, así como la maniobra que se realiza en bipedestación que se denomina Distancia Dedos-Suelo (DD-S).

El test Sit-and Reach fue descrito por Wells y Dillon en 1952. Se realiza indicando al explorado que se siente, con las rodillas extendidas y con los tobillos en ángulo recto y apoyados contra un cajón, y que flexione al máximo el tronco, con los brazos extendidos y una mano encima de la otra. Se mide los centímetros entre la punta del dedo más largo de las manos y la planta de los pies.

Fernández (2011), estudió a 85 escolares y obtuvo cortedad de grado I en 29,5% y cortedad grado II en el 13,63% de sus escolares al realizar esta maniobra.

Existen dispositivos comerciales para cuantificar la maniobra DD-P como el TKK-5003 "Medidor de flexibilidad hacia delante", que tiene el inconveniente que su brazo con la regla es corto lo que impide medir a quienes tengan una marcada limitación de la flexión de la pelvis (Figura 5).

La ventaja de realizar la manobra DD-P es su sencillez de realización ya que es muy fácil de cumplir las instrucciones a los explorados. Además, permite evaluar a muchas personas en poco tiempo (Hemmatinezhad et al., 2009).

La maniobra de DD-S tiene una alta fiabilidad absoluta con un índice de correlación intraclase (ICC) de 0,89 y un error típico de 5,9% (Ayala y Sainz de Baranda, 2011).

Como en casi todas las maniobras, no existe unanimidad respecto a los límites de normalidad y cortedad. Santonja-Renedo (2020) presenta una tabla que muestra los límites propuestos por cada autor (Tabla 3).

Tabla 3. Relación de límites de normalidad y cortedad según diferentes autores del test DDP (Tomado de Santonja- Renedo, 2020).

	Normalidad	Cortedad Moderada o Grado I	Cortedad Severa o Grado II
Jordá (1971)		No llegar al suelo + tirantez en corva	
Santonja (1992)	≥ -5 cm	-6 a 15 cm	≤ -15 cm
Espiga (1993)		≤ -10 cm	
García de la Rubia et al (1996)			≤ -12 cm
Kuo et al. (1997)			<-5 (≤ 6 a) <-15 (> 6 a)
Ferrer (1998)	≥ -4 cm	-5 a 11 cm	≤ -12 cm

La maniobra Distancia Dedos-Planta, tiene un rango de fiabilidad relativa intra-examinador de 0,89-0,99 (Sainz de Baranda et al., 2012).

Mayorga-Vega et al. (2014) concluyen con un meta-análisis que la prueba DD-P presenta un coeficiente de correlación de validez para estimar la extensibilidad isquiosural de grado moderado ($r_p=0,46-0,67$).

2.5.3. Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión

Los ángulos lumbo-horizontales fueron diseñados para medir la disposición de la pelvis en flexión máxima del tronco o estando sentado con las rodillas flexionadas. Cuando se mide con las rodillas extendidas se cuantifica de forma indirecta la extensibilidad de los isquiosurales, con la ventaja que reduce el número de palancas implicadas. Consiste en medir el ángulo de la apertura anterior entre la porción caudal del raquis lumbar con la horizontal. Están descritos el lumbo-horizontal en flexión (L-H fx), el lumbo-horizontal en postura Tónica-I y en postura Tónica- II (L-H Tónica), así como el L-H en sedentación asténica (L-H SA) (Santonja y Martínez,

1992; Santonja y Genovés, 1992; Santonja, Andújar y Martínez, 1994; Santonja, Ferrer y Martínez, 1995, Santonja et al., 2022).

Estas maniobras fueron descritas por Santonja y Martínez (1992), Santonja y Genovés (1992) y Santonja et al. (1994) y se utilizan por su facilidad de ejecución, rapidez y alta fiabilidad (Santonja et al., 2020; Sainz de Baranda et al., 2020; Santonja, Andújar y Sainz de Baranda, 2022). Es ampliamente aceptado que la selección de una prueba debe basarse primero en criterios de alta validez y confiabilidad y luego en su simplicidad y universalidad del procedimiento (Bierma-Zeinstra et al., 2001).

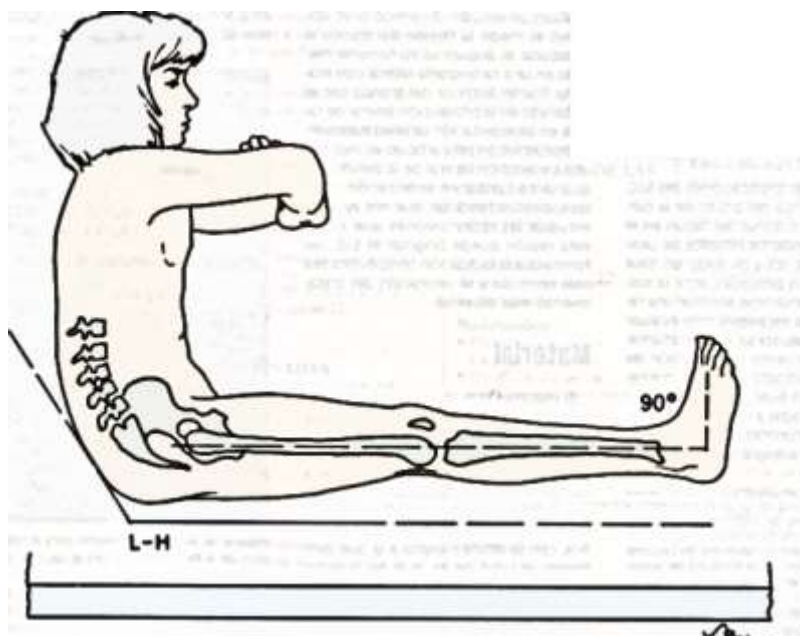


Figura 6. Referencias para la medición del ángulo Lumbo-horizontal en Flexión (L-H fx). Las referencias son las espinosas de L5-S1 y la horizontal, siendo el ángulo de apertura anterior. Tomado de Santonja et al. (1994).

El L-H fx se realiza con el deportista sobre la camilla con rodillas extendidas y los tobillos en ángulo recto. Se le indica que flexione al máximo el tronco tal y como se hace en la maniobra DD-P. Al alcanzar la máxima flexión del tronco se mide el ángulo entre la zona más caudal de la región lumbar y la pelvis con la horizontal (Figura 6 y 7). Se considera normal hasta 100° y cortedad marcada $> 115^\circ$ (Santonja, Ferrer y Martínez, 1995).

Martínez Victorio (2005) compara en 64 individuos, la capacidad diagnóstica entre el EPR y el L-H fx. En los 17 universitarios con cortedad grado II con la maniobra del EPR, su L-H fx medio fue de $107,88^\circ$ (Tabla 4). Destaca un 17,6% de los que presentan cortedad grado II en el EPR tienen el L-H fx $< 100^\circ$ ($X^2=53,49$; $p=0,00001$).



Figura 7. La medición del ángulo L-H fx en la espalda proporciona mayor reproducibilidad al permitir apoyar una rama del goniómetro sobre las espinosas de L5 y de S1. La utilización de burbuja de nivel adosada al goniómetro para determinar la horizontalidad, mejora la precisión de este ángulo.

Tabla 4. Distribución del ángulo lumbo-horizontal por grupos según extensibilidad isquiosural a partir del test EPR (Martínez Victorio, 2005).

L-H fx	Test EPR			Total
	Grado II	Grado I	Normal	
$\leq 100^\circ$	3 (17,6%)	2 (22,2%)		35+ (92,1%)
101 - 114°	11+ (64,7%)	5 (55,5%)	3 (7,9%)	19 (29,7%)
$\geq 115^\circ$	3 (17,6%)	2 (22,2%)	0	5 (7,8%)
Total	17	9	38	64
Media	107,88°±6,44	105,67°±8,18	83,08°±10,27	92,84°±14,93

L-H fx: Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión. EPR: Elevación Pierna Recta

2.6. Estudio Radiográfico de la Columna Vertebral

Los estudios radiográficos del raquis en bipedestación, en la postura "cero" no suelen mostrar alteraciones en la columna de pacientes con cortedad de isquiosurales. En 1992, Santonja y Genovés y Santonja y Martínez, describen la proyección "Tónica-II" para el estudio de la columna lumbar de estos pacientes. Estos autores apreciaron que cuando las radiografías eran tomadas en proyección lateral con el paciente sentado y flexionando el tronco con las rodillas estiradas, aparecían modificaciones en la curvatura lumbar y en la altura de los discos intervertebrales cuando el paciente tenía cortedad isquiosural. Dichas modificaciones no se apreciaban en esos pacientes cuando la radiografía se tomaba en bipedestación ni cuando el paciente tenía una extensibilidad isquiosural normal (Santonja et al., 1995).

En la tesis de Ferrer (1998), se demostró que en las radiografías tomadas en bipedestación no difirieron los hallazgos entre los deportistas en crecimiento que tenían cortedad de los que su extensibilidad isquiosural era normal. En las radiografías tomadas en proyección "Tónica II" la cortedad isquiosural se asoció con una inversión del raquis lumbar ($X^2 = 12,52$; $p < 0,001$). Esta "cifosis lumbar", mostró mayor valor angular ($X^2 = 14,46$; $p < 0,001$) en caso de cortedad de los isquiosurales y además mostró una significativa inversión de la apertura de los espacios discales desde T12 a L4 (p valor entre 0,02-0,001).

Fuentes (2017), es la primera en aportar frecuencias del Síndrome de Isquiosurales Cortos (SIC) y las obtiene en un estudio con más de cuatrocientos veinte escolares del "Programa ISQUIOS" y encuentra un 36,56% de SIC grado-I (doble en varones que en mujeres con $X^2=73,9$ $p < 0,0005$). El grado II es del 12,5% y casi todos son varones. Concluye que el 66,2% de los escolares con cortedad isquiosural presentan SIC, siendo la hipercifosis dorsal funcional y la hipercifosis lumbar funcional las desalineaciones más frecuentes.

2.7. Dolor Lumbar, Extensibilidad de Isquiosurales y Morfotipo Sagital del Raquis

Hasta ahora, se han establecido pocas asociaciones entre las desalineaciones sagitales del raquis y el dolor de espalda. La hipercifosis torácica (Christie et al., 1995) y la hiperlordosis lumbar (Christie et al., 1995; Salminen et al., 1993; Roncarati y McMullen, 1998; Norton et al., 2004) se han asociado con el dolor lumbar en personas que no son deportistas. La hiperlordosis lumbar se ha correlacionado con el dolor lumbar en gimnastas (Öhlen et al., 1989), bailarinas (Cejudo, Gómez-Lozano, Sainz de Baranda et al., 2021), jugadoras de hockey (Sivanich et al., 2018), jugadoras de fútbol (Wodecki et al., 2002 ; Lawrence et al., 2016) y jugadoras de baloncesto (Congeni et al., 1997; Standaert y Herring, 2007; Lawrence et al., 2016). Tanto la hipercifosis torácica como la hiperlordosis lumbar también se han asociado con patologías de la columna (Been y Kalichman, 2014). La hipercifosis torácica se ha relacionado con la enfermedad degenerativa del disco en gimnastas (Katz y Scerpella, 2003), mientras que la hiperlordosis lumbar se ha relacionado con la espondilólisis en gimnastas (Kruse y Lemmen, 2009), bailarines (Ambegaonkar et al., 2014), jugadores de hockey (Sivanich et al., 2018), futbolistas (Wodecki et al., 2002; Lawrence et al., 2016) y jugadores de baloncesto (Congeni, et al., 1997; Standaert y Herring, 2007). La mayoría de los investigadores coinciden en que la espondilólisis, la espondilolistesis, la enfermedad de Scheuermann y la patología discal, así como la hernia discal lumbar y la degeneración discal, son causas importantes de dolor de espalda en diferentes deportistas (Kobayashi et al., 2013; Lawrence et al., 2016; Ball et al., 2019; Bezuglov et al., 2021).

3.

Material y Método

*El diseño metodológico es la base de la adecuada investigación para minimizar los sesgos
(FSM)*

3.1. Diseño del Estudio

Se realizó un estudio de cohorte transversal prospectivo para determinar la influencia de la extensibilidad isquiosural sobre el morfotipo sagital integral del raquis e identificar las desalineaciones espinales sagitales asociadas con el dolor lumbar.

Este estudio se realizó con deportistas de Competición Amateur que jugaban regularmente a fútbol y baloncesto y que acudían a la Clínica Actúa de Girona (España) para realizarse el examen de aptitud deportiva que es perceptivo para poder federarse y competir.

De un total de 1251 deportistas a los que se realizó el examen de aptitud deportiva se separó, al azar, un grupo de 120, a los que se les programó la exploración clínica de la columna vertebral y la cuantificación de la extensibilidad isquiosural. 24 de ellos no acudieron a la cita para ser evaluados y dos no completaron el reconocimiento, por lo que el estudio se completó en 94 deportistas.

Treinta y cuatro por ciento ($n = 32$) de los deportistas federados amateurs que participaron en este estudio habían informado de antecedentes de dolor lumbar.

A todos ellos se les realizó una encuesta en la que se les interrogaba sobre sus hábitos deportivos, horas y años de práctica deportiva, edad, sexo, antecedentes de dolor de espalda y datos relacionados con el dolor lumbar.

La familiarización con los procedimientos de las pruebas se llevó a cabo durante la primera visita de los deportistas al centro de medicina deportiva en el período previo a la competición.

Durante la segunda visita, cada sujeto completó el cuestionario que contenía datos demográficos, antropométricos y de entrenamiento de su deporte. Se realizó la evaluación de la extensibilidad de la musculatura isquiosural, la cuantificación de las curvas sagitales del raquis en las tres posturas del Morfotipo Sagital Integral y la disposición sagital de la pelvis. Cada jugador fue examinado individualmente.

Los datos relacionados con el dolor lumbar se recopilaron durante un período de 12 meses después de la sesión de evaluación de este estudio por parte de un médico examinador principal. Los deportistas fueron clasificados como asintomáticos (sin dolor lumbar), con dolor lumbar recurrente o con dolor lumbar crónico, dependiendo de su historial de dolor lumbar. Todos los jugadores eran asintomáticos en el momento de la evaluación.

Se indicó a los participantes que evitaran el ejercicio extenuante durante las 24 horas previas a la sesión de evaluación.

Todas las mediciones se tomaron en una sola sesión realizada en una sala privada en condiciones ambientales estándar a 25 °C, con los participantes en ropa deportiva.

Los jugadores no realizaron ningún ejercicio de calentamiento o estiramiento antes de la evaluación clínica.

Las mediciones fueron tomadas simultáneamente por dos traumatólogos y cirujanos ortopédicos con más de 30 años de experiencia en evaluación músculo-esquelética. Un médico examinador principal midió las curvaturas sagitales de la columna vertebral y la extensibilidad isquiosural. El examinador asistente evitó los movimientos compensatorios y registró los datos.

El orden de las pruebas se asignó al azar para eliminar el sesgo que pudiera aparecer en los resultados utilizando una secuencia específica y cada prueba se realizó tres veces, utilizando el valor que se repetía.

Los datos se analizaron para confirmar o rechazar la hipótesis nula.

En un estudio previo a doble ciego (2 sesiones de evaluación separadas por 24 horas) con 12 adultos jóvenes, los investigadores realizaron un estudio de fiabilidad intra-examinador y demostraron una excelente confiabilidad intra-examinador de las mediciones (coeficientes de correlación intraclase mayores de 0,90; cambio mínimo detectable al 95% de confianza menor de 0,5°).

3.2. Población Objeto de Estudio

La muestra para el presente trabajo se ha obtenido a partir de los reconocimientos de aptitud médico-deportiva efectuados en el Centro de Ortopedia y Rehabilitación ACTÚA de Girona. No ha habido criterios de selección a la hora de elegir la muestra.

Este estudio siguió los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Universidad de Murcia (ID: 1702/2017). Los participantes fueron informados del propósito y la metodología antes de las pruebas y proporcionaron un consentimiento informado firmado. El poder del tamaño de la muestra para esta investigación se analizó como se describe en la sección de análisis estadístico.

Criterios de inclusión:

1. Edad igual o superior a 18 años.
2. Edad igual o inferior a los 40 años, para no incluir individuos con patología lumbar degenerativa asociada.
3. Deportistas en activo, tanto a nivel recreacional como semiprofesional, especificando en cada caso:
 - 3.1. Deporte realizado.
 - 3.2. Número de horas de práctica semanal.
 - 3.3. Número de años de práctica.

Criterios de exclusión:

1. Test de Adams con curva $> 5^\circ$ que en la radiografía se confirma una escoliosis $> 20^\circ$.
2. Patología en la cadera que provocase una limitación de la flexión de esta articulación que impidiese explorar la extensibilidad de los isquiosurales.
3. Cirugía previa de columna vertebral.
4. Fibrosis glútea con limitación de la flexión de la cadera que impidiese explorar la extensibilidad de los isquiosurales.
5. Dolor lumbar limitante en el momento de la exploración.
6. Ciatalgia en el momento de la exploración.
7. Antecedentes de patología discal infecciosa.
8. Patología congénita lumbar o lumbosacra.
9. Espondilistesis grado III - IV con espasticidad isquiosural..

3.3. Cuestionario Autoadministrado

Cada deportista completó un cuestionario autoadministrado que constaba de cuatro secciones principales para recopilar información sobre sus antecedentes demográficos, antropométricos y deportivos, datos sobre el tipo y volumen de entrenamiento (años de entrenamiento, días y horas de entrenamiento a la semana, duración de la sesión de entrenamiento) y preguntas detalladas sobre el dolor lumbar (zona del dolor, historial de dolor y gravedad). Los datos del cuestionario se recopilaron al final de la temporada. La información de los cuestionarios se verificó con el médico evaluador asistente. El médico evaluador principal evaluó las variables antropométricas.

Los participantes se clasificaron en dolor lumbar recurrente, dolor lumbar crónico o asintomático (libre de dolor lumbar) según la clínica que presentaran.

El dolor lumbar recurrente consistió en episodios de dolor lumbar durante al menos 12 semanas. Si el dolor lumbar duraba más de 12 semanas o al menos la mitad de los días del año, se clasificaba como dolor lumbar crónico (Korff, 1994).

3.4. Instrumentos de Exploración

Para la exploración física se utilizaron los siguientes instrumentos de exploración:

- Tallímetro estándar para valoración de la altura en centímetros, con precisión de 1 mm.
- TKK-5003 “Medidor de flexibilidad hacia delante”, que lleva una regla graduada con dispositivo desplazable para la medición de la distancia dedos-planta.
- Lumbosant o sistema de soporte lumbar cóncavo para la estabilización de la pelvis durante la maniobra de elevación de la pierna recta.
- Camilla estándar con isquiogoniómetro adaptado en sus laterales para valoración angular del test de elevación de la pierna recta.
- Inclímetro modelo Unilevel.

3.5. Metodología

Previo a la exploración se realizó una anamnesis para determinar la existencia de sintomatología en la columna vertebral, la localización, frecuencia y situaciones que la desencadenan, así como la existencia de patología conocida en dicha región. No hubo que descartar a ningún deportista por presentar dorsalgia o lumbalgia aguda en las semanas previas que hubiese precisado tratamiento o consulta médica.

3.5.1. Estudio de la Muestra

En el estudio participaron 94 deportistas federados que competían en campeonatos no profesionales (fútbol y baloncesto). Su edad, altura y peso fueron: $24,35 \pm 4,76$ años (rango: 16-30 años), $82,4 \pm 11,49$ kg (67,3-98,5 kg) y $1,82 \pm 0,08$ m (1,69-1,95 m), respectivamente. Todos los deportistas tenían más de tres años participando ($8,34 \pm 7,51$ años) en ligas competitivas regionales y al menos tres horas de entrenamiento por semana ($6,52 \pm 2,84$ h / semana). Los participantes no habían sido tratados con corsé o con fisioterapia para patologías relacionadas con la escoliosis ni con las desalineaciones sagitales del raquis. Ninguno de los participantes, tenía síntomas de dolor lumbar ni limitaciones musculoesqueléticas al realizar las pruebas en la sesión inicial de valoración.

3.5.2. Exploración Física

En la exploración física se valoraron las siguientes variables:

- Talla en cm.
- Cuantificación con inclinómetro de las curvas sagitales de la columna vertebral en bipedestación en su actitud habitual.
- Cuantificación con inclinómetro de las curvas sagitales de la columna vertebral en sedestación asténica y en máxima flexión del tronco.
- Test de elevación de la pierna recta derecha e izquierda.
- Test de distancia dedos-planta.
- Ángulo lumbo-horizontal en flexión.
- Ángulo lumbo-horizontal en sedestación asténica.

3.5.3. Cuantificación de las Curvaturas Sagitales de la Columna Vertebral con Inclinómetro

Bipedestación

Para la medición de los grados de cifosis dorsal (Loebl, 1967; Mellin, 1986; Santonja et al., 2007; Santonja, Andújar y Sainz de Baranda, 2022), se apoya el inclinómetro sobre el inicio de la cifosis dorsal, para lo que se sitúa la pata superior del inclinómetro sobre la espinosa de D1 y la otra pata sobre la espinosa de D2-D3. Se ajusta el dispositivo a cero grados y, a continuación, se desplaza el inclinómetro hasta donde se obtenga el máximo valor angular que es el límite caudal de la cifosis dorsal que suele coincidir con T12-L1. Se repite la medición y si se obtiene el mismo valor angular, se anota como el grado de cifosis dorsal. Si no se obtiene el mismo grado de cifosis, se mide por tercera vez y se anota el grado de cifosis de los dos valores que coincidan y, si no coincide ninguno, se realiza la media aritmética de los dos más parecidos.

Donde se ha obtenido el grado máximo de la cifosis dorsal, se pone el inclinómetro a 0° y nuevamente se desplaza caudalmente hasta donde se obtenga la máxima lordosis lumbar, obteniendo el grado de lordosis lumbar. La medición de la lordosis, también ha de repetirse dos o tres veces buscando que coincidan al menos en dos ocasiones (Figura 8).



Figura 8. Medición del ángulo de lordosis lumbar. Tras determinar el máximo grado de cifosis dorsal, se pone el inclinómetro a 0° y se vuelve a medir el máximo valor de lordosis lumbar.

Flexión del Tronco

Se explora el morfotipo sagital del raquis en flexión el tronco para determinar el grado de curvatura del segmento dorsal y lumbar con el deportista sentado sobre una camilla con las rodillas extendidas. Nos situamos desde un lateral.

Cuando la espalda adopte una curva dorsal convexa y la lumbar cóncava (como en bipedestación), medimos desde T1 hasta donde se termine la curva convexa dorsal, tras lo que ponemos el inclinómetro a 0°. Repetimos la medición dos o tres veces, con la misma metodología ya comentada. A continuación, lo ajustamos a 0° y medimos la máxima concavidad lumbar, obteniendo el grado de lordosis lumbar.

Lo habitual, es que toda la espalda sea cifótica o convexa, por lo que antes de medir, debe establecerse la transición entre el segmento dorsal y el lumbar. Para ello, en bipedestación, se busca la costilla que hay en el talle (la más caudal) en la línea axilar media con el 3º dedo y se localiza la costilla que está justo por encima de ella. A continuación, se traslada este punto a la línea media y se hace una marca en la piel. Este punto representa la transición entre la región torácica y la lumbar. Lo normal es un suave incremento de la cifosis dorsal fisiológica en bipedestación que está cifrada entre 40-67° y una leve inversión (convexidad) del raquis lumbar que se considera normal entre 10-30° (Santonja, 1996; Santonja-Medina; Collazo-Diéguéz, Martínez et al., 2020; Santonja, Andújar y Sainz de Baranda, 2022).

Además de la cuantificación del valor angular de la curvatura dorsal de la columna vertebral, se clasificaba de forma subjetiva la cifosis. Se han seguido los criterios de Rodríguez (1988) cuyas tres opciones de cifosis incrementada son: grado leve (+), moderado (++) o marcado (+++) que se caracteriza por la presencia de ápex o vértice. En ocasiones la cifosis dorsal puede tener un menor valor angular (rectificado) y raramente la cifosis dorsal estará invertida (lordosis torácica).

Respecto al raquis lumbar, la normalidad es pasar de la concavidad en bipedestación a una suave inversión o convexidad al flexionar el tronco. Con frecuencia, se observa que el raquis lumbar presenta una mayor convexidad y se denomina "hipercifosis lumbar funcional" (cifosis lumbar > 30°) y que puede ser leve (+), moderada (++) o marcada (+++). Con menor frecuencia la curva lumbar puede estar rectificadas y en ocasiones puede mantener la concavidad, lo que indica estructuración de la hiperlordosis en caso de ausencia de contractura lumbar o de artrodesis a este nivel (Figura 9).



Figura 9. Medición de la curvatura dorsal y lumbar en máxima flexión del tronco. Sobre la espinosa de T1-T2, se coloca el inclinómetro que se ajusta a 0° . A continuación, se desplaza hasta la marca de la transición tóraco-lumbar, obteniendo el grado de cifosis dorsal. En este punto se vuelve a colocar el inclinómetro a 0° y se desliza hasta la espinosa de L5-S1, obteniendo el grado de la cifosis lumbar.

Sedentación Asténica

No situamos igualmente desde un lateral del paciente y le invitamos a que se siente en postura relajada (sedentación asténica o SA). Cuando adoptan posturas erguidas (tónica) empujamos los hombros suavemente hacia

Cuando todo el raquis esté cifótico (convexo), habrá que utilizar la misma marca como transición entre el raquis dorsal y lumbar. Se mide con el inclinómetro, los grados de curvatura dorsal y lumbar con el mismo procedimiento ya referido.

El valor normal para la cifosis dorsal que se ha utilizado es entre 20-40° y para el segmento lumbar entre 0 y +15°. Esto indica que se acepta como normal desde una suave inversión o convexidad del raquis lumbar hasta que el raquis lumbar mantenga una suave concavidad (Figura 10).



Figura 10. Medición de la curvatura dorsal y lumbar en sedentación asténica (SA). Se coloca el inclinómetro sobre las espinosas de T1-T2 y se ajusta a 0°. A continuación, se desplaza hasta la marca de la transición tóraco-lumbar, obteniendo el grado de cifosis dorsal. En este punto se vuelve a colocar el inclinómetro a 0° y se desliza hasta la espinosa de L5-S1, obteniendo el grado de cifosis lumbar. Este deportista tiene hipercifosis dorsal y lumbar.

Sólo cuando el raquis en la postura de sentado, alterne una convexidad con una concavidad, el límite para medir ambas curvas será donde se mida el mayor grado de cifosis y de lordosis (mismo criterio que en bipedestación) (Figura 11).



Figura 11. Medición de la curvatura dorsal y lumbar en sedentación asténica (SA) en un deportista con lordosis en la transición tóraco-lumbar. En estos casos se mide la máxima cifosis dorsal y en este punto se coloca el inclinómetro a 0° y se mide la máxima concavidad (en ese caso tiene una lordosis T10-L1= -10°). Se coloca nuevamente a 0° y se mide la curva lumbar hasta L5-S1. Este deportista tiene una curva lumbar plana (0°).

3.5.3. Cuantificación de la Extensibilidad de los Isquiosurales

Maniobra de Elevación de la Pierna Recta

Con el paciente acostado sobre la camilla en decúbito supino y con el Lumbosant colocado como estabilizador bajo la región lumbar, se desliza el isquiogoniómetro por su riel, hasta situarlo en el eje de giro de la cadera. Se coloca la palma de una mano bajo el talón y la otra mano sobre la cara anterior de la rodilla para mantenerla en completa extensión durante la maniobra. Un segundo explorador coloca una de sus manos bajo la nalga del lado contrario al que se va a explorar para impedir la rotación horaria o antihoraria de la pelvis y la otra mano la sitúa sobre la cara anterior de la rodilla contralateral para impedir que la flexione (Santonja-Renedo, 2020; Santonja-Medina et al., 2020).

Se realiza la elevación del miembro inferior de forma lenta y progresiva, vigilando que no se produzca basculación de la pelvis ni flexión de las rodillas. La mano que eleva la pierna sujeta a la vez el brazo telescópico del isquiogoniómetro que determinará con precisión el ángulo final de flexión de la cadera (Figura 12).

El punto final de movimiento viene determinado por la sensación de tirantez o molestia desagradable que refiere el paciente en la cara posterior del muslo y que imposibilita continuar aumentando la flexión de la cadera sin flexionar la rodilla. La

maniobra se efectúa en ambos miembros inferiores para evaluar la extensibilidad del lado derecho e izquierdo y se calcula el EPR medio.

Se ha empleado como criterio diagnóstico de cortedad isquiosural la existencia de un valor menor a 75° en este test, diferenciando una cortedad marcada cuando los valores son menores o iguales a 60° y otra moderada cuando están comprendidos entre 61 y 74° (Santonja, 1992, Ferrer, 1998; Santonja, Andújar y Sainz de Baranda, 2022).



Figura 12. Medición de la máxima flexión de la cadera con la rodilla extendida (EPR), con el LumboSant y con el isquiogoniómetro. Esta deportista tenía 78° de EPR, lo que indica una extensibilidad isquiosural normal.

Maniobra de Distancia Dedos-Planta

Con el paciente sentado sobre la camilla se insta a que efectúe la máxima flexión del tronco intentando sobrepasar la planta de los pies con la punta de los dedos de ambas manos, manteniendo las rodillas extendidas. Se mide en cm en la regla del dispositivo TKK-5003 "Medidor de flexibilidad hacia adelante", la distancia que queda entre los dedos de la mano y la planta de los pies, considerando positivos los valores que sobrepasen la planta y negativos los que no la alcanzan (Figura 13).

Para la clasificación de la extensibilidad isquiosural, se ha seguido el criterio de Santonja et al. (1995), Ferrer (1998), Martínez-Victorio (2005), Martínez-Victorio et al. (2013) y Santonja, Cejudo, Ayala et al. (2022) que consideran como normales en adolescentes y adultos valores de ± 5 cm, cortedad moderada entre -6 y -14 cm y cortedad marcada los iguales o inferiores a -15 cm.



Figura 13. Test de Distancia Dedos-Planta. Un explorador coloca su palma de la mano sobre la cara anterior de ambas rodillas para evitar que las flexione y la otra en la parte posterior del dispositivo para mantener los tobillos en ángulo recto y se mide la distancia entre la plata y los dedos de la mano. En este caso tenía -3 cm que indica extensibilidad normal. Simultáneamente, se le está midiendo el ángulo L-H fx y presenta 98° lo que indica también una extensibilidad isquiosural normal.

Ángulo Lumbo-Horizontal en Flexión

En la posición de flexión máxima del tronco con las rodillas extendidas se mide el ángulo de apertura anterior que forma la pelvis y la columna lumbar con la horizontal que se denomina ángulo Lumbo-horizontal en flexión (L-H fx). Cuando mide 100° indica correcta extensibilidad isquiosural, medidas superiores muestran limitación de la flexión de la pelvis y las menores de 90° , indican buena flexión de la pelvis, para lo que es imprescindible una buena extensibilidad de los isquiosurales. Se mide el ángulo suplementario, tal y como describen algunos autores (Santonja et al., 1994; Santonja, Collazo-Diéguez, Martínez-Romero et al., 2020; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno et al., 2020; Sainz de Baranda, Cejudo, Martínez-Romero et al., 2020; Santonja, Cejudo, Ayala et al., 2022) (Figura 13).

Se consideran como valores normales para el L-H fx aquellos que son iguales o inferiores a 100° , entendiéndose que existe una marcada limitación de la flexión de la pelvis, cuando el ángulo es igual o superior a 115° (Santonja et al., 1994; Santonja, Cejudo, Ayala et al., 2022).

3.5.4. Evaluación del Morfotipo Sagital Integral

Para la clasificación de los distintos morfotipos sagitales integrales raquídeos, se ha seguido la clasificación de Santonja et al. (2020) (Tablas 5 y 6 y Figura 14).



Figura 14. Pruebas que se realizan para la evaluación del morfotipo integral sagital en bipedestación, sedentación asténica y en flexión máxima del tronco. Se muestra los valores obtenidos para cada una de la curvaturas. Este sujeto tenía 42°, 36° y 48° de cifosis dorsal, en bipedestación, sedentación asténica y en flexión máxima del tronco, lo que indica cifosis normal. La curva lumbar, tiene 44°, 30° y 38°, lo que indica hipermovilidad lumbar. Tomado de Cejudo, Centenera-Centenera, Santonja (2021).

Tabla 5. Clasificación diagnóstica del "Morfotipo Sagital Integral" para la curva torácica.

Categoría	Subcategoría	Bipedestación	Sedentación	Flexión del tronco
Cifosis Normal		Normal (20°-40°)	Normal (20°-40°)	Normal (40°-65°)
HiperCIFosis funcional dorsal	En estática	Normal (20°-40°)	HiperCIFosis (>40°)	Normal (40°-65°)
	En dinámica	Normal (20°-40°)	Normal (20°-40°)	HiperCIFosis (>65°)
	Total	Normal (20°-40°)	HiperCIFosis (>40°)	HiperCIFosis (>65°)
HiperCIFosis	Total	HiperCIFosis (>40°)	HiperCIFosis (>40°)	HiperCIFosis (>65°)
	En bipedestación	HiperCIFosis (>40°)	Normal (20°-40°)	Normal (40°-65°)
	En posiciones estáticas	HiperCIFosis (>40°)	HiperCIFosis (>40°)	Normal (40°-65°)
	En dinámica	HiperCIFosis (>40°)	Normal (20°-40°)	HiperCIFosis (>65°)
Hipocifosis o actitud hipocifótica	Dorso plano	Hipocifosis (<20°)	Hipocifosis (<20°)	Hipocifosis (<40°)
	En bipedestación	Hipocifosis (<20°)	Normal (20°-40°)	Normal (40°-65°)
	En posiciones estáticas	Hipocifosis (<20°)	Hipocifosis (<20°)	Normal (40°-65°)
	En dinámica	Hipocifosis (<20°)	Normal (20°-40°)	Hipocifosis (<40°)
Cifosis Hipomóvil		Normal (20°-40°)	Normal (20°-40°)	Hipocifosis (<40°)
Lordosis torácica		<0°	<0°	<0°*

Tabla 6. Clasificación diagnóstica del "Morfotipo Sagital Integral" para la curva lumbar.

Categoría	Subcategoría	Bipedestación	Sedentación	Flexión del tronco
Normal		Normal (20°-40°)	Normal (0±15°)	Normal (10°-30°)
Lordosis hipomóvil	Lordosis funcional o lordosis hipomóvil	Normal (20°-40°)	Normal (0±15°)	Hipocifosis o lordosis (<10°)
	Hipomovilidad lumbar	Hipolordosis (<20°)	Normal (0±15°)	Hipocifosis (<10°)
Actitud hiperlordótica		Hiperlordosis (>40°)	Normal (0±15°)	Normal (10°-30°)
Hipercifosis funcional lumbar	En estática	Normal (20°-40°)	Hipercifosis (>15°)	Normal (10°-30°)
	En dinámica	Normal (20°-40°)	Normal (0±15°)	Hipercifosis (>30°)
	Total	Normal (20°-40°)	Hipercifosis (>15°)	Hipercifosis (>30°)
Hipermovilidad lumbar	Hipermovilidad 1	Hiperlordosis (>40°)	Hipercifosis (>15°)	Hipercifosis (>30°)
	Hipermovilidad 2	Hiperlordosis (>40°)	Normal (0±15°)	Hipercifosis (>30°)
	Hipermovilidad 3	Hiperlordosis (>40°)	Hipercifosis (>15°)	Normal (10°-30°)
Hipolordosis	Actitud hipolordótica	Hipolordosis (<20°)	Normal (0±15°)	Normal (10°-30°)
	Cifosis lumbar 1	Hipolordosis (<20°)	Hipercifosis (>15°)	Hipercifosis (>30°)
	Cifosis lumbar 2	Hipolordosis (<20°)	Hipercifosis (>15°)	Normal (10°-30°)
	Cifosis lumbar 3	Hipolordosis (<20°)	Normal (0±15°)	Hipercifosis (>30°)
Hiperlordosis estructurada		Hiperlordosis (>40°)	Hiperlordosis (<-15°) o normal (0±15°)	Lordosis o Hipocifosis (<10°)
Cifosis lumbar estructurada		Hipolordosis o Cifosis (<20°)	Hipercifosis (>15°)	Hipercifosis (>30°)

3.5.5. Evaluación de la Posición Sagital de la Pelvis en Sedentación Asténica

Para evaluar la alineación sagital de la pelvis, se midió el ángulo lumbo-horizontal en posición sentada relajada o asténica (L-H SA), utilizando un goniómetro con burbuja adosada para determinar la horizontalidad (Figura 15).

Este ángulo se mide apoyando una rama del goniómetro sobre las espinosas de L5 y S1 y la otra rama se pone horizontal. Es un ángulo de apertura anterior, por lo que al medirlo por detrás se mide el ángulo suplementario. Cuando la columna vertebral sea lordótica, el goniómetro se apoya en las mismas espinosas, pero en el extremo de su rama, porque si no la lordosis lumbar impediría que la rama se apoyase en las espinosas L-S. Se han tenido en cuenta los valores propuestos por Santonja et al. (2006) y Santonja, Andújar y Sainz de Baranda (2022), considerando normales valores de 80-100°. La pelvis está en retroversión, cuando el ángulo es mayor de 100° y en antversión, cuando es menor de 80°.



Figura 15. Medición del ángulo lumbo–horizontal en sedentación asténica (L-H SA), en un paciente con lordosis lumbar, por lo que la rama que se apoya en la espalda se ha de colocar más caudal.

3.6. Análisis Estadístico

El análisis de los datos se realizó con el software SPSS 24.0 (IBM, Armonk, NY, EE. UU.). La significación estadística se estableció en $p < 0,05$. Para calcular la potencia del tamaño de la muestra, se realizó un análisis de potencia post hoc utilizando el paquete de software G * Power 3.1.9.7. (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemania). La normalidad de la distribución de los datos se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Las estadísticas descriptivas se expresaron como media y desviación estándar. Las diferencias de sexo en las variables descriptivas se compararon mediante la prueba U de Mann-Whitney. Las diferencias de extensibilidad entre ambos lados corporales se analizó mediante la prueba de Wilcoxon. El tamaño del efecto se calculó utilizando el Hedge's g (intervalo de confianza del 95%) y se interpretó de acuerdo con Hopkins et al. (2009) como trivial ($< 0,2$), pequeño (0,2 a 0,59), moderado (0,6 a 1,19), grande (1,20 a 2,00), muy grande (2,00 a 3,99) o extremadamente grande ($> 4,0$).

En base a los rangos normales de curvaturas sagitales descritos por Santonja-Medina et al. (1995) para la población general, se calcularon las frecuencias relativas y absolutas con disposición sagital de la columna vertebral normal o desalineación. Se realizó un análisis de cluster de K-medias para determinar un valor de corte para la extensibilidad isquiosural y clasificar a los deportistas en aquellos con extensibilidad isquiosural alta (EI alta) y baja (EI baja). Finalmente, la prueba de chi-cuadrado de Pearson, la prueba V de Cramér (simétrica o fuerza de asociación) y la prueba Lambda (direccional o coeficiente de predictibilidad / precisión predictiva Lambda de Guttman) se utilizaron para determinar la influencia de la extensibilidad isquiosural (EI alta vs EI baja) sobre la disposición sagital de la pelvis, las curvaturas sagitales y el dolor lumbar. Siguiendo a Lee et al. (2016) la interpretación de la prueba V de Cramér y el test de Lambda se clasificaron como una asociación insignificante ($< 0,1$), débil (0,1 a 0,3), moderada (0,2 a 0,4), relativamente fuerte (0,4 a 0,6), fuerte (0,6 a 0,8) y muy fuerte (0,8 a 1,0).

Se utilizó un modelo de regresión logística binaria para determinar si la extensibilidad isquiosural baja predecía una desalineación pélvica, una desalineación sagital de la columna vertebral o el dolor lumbar. Paralelamente, se realizó un análisis de árbol de decisiones para graficar y calcular la probabilidad de desalineación pélvica, raquídea y de dolor lumbar según la EI alta o la EI baja.

Las diferencias de sexo en las variables descriptivas se calcularon mediante pruebas t independientes. El tamaño del efecto se analizó en función de la g de Hedges (intervalo de confianza del 95%). El tamaño del efecto se clasificó como extremadamente grande ($> 2,0$), muy grande (1,00 a 2,0), grande (0,6 a 1,00),

moderado (0,3 a 0,6), pequeño (0,1 a 0,3) o trivial ($<0,1$) según Hopkins. et al. (2009).

En base a los rangos de normalidad descritos por Santonja et al. (1995) para la población general, se calcularon las frecuencias relativas y absolutas de cada morfotipo para las curvaturas torácica y lumbar, así como el Morfotipo Sagital Integral. Se utilizó la prueba exacta de Fisher para analizar las diferencias en las proporciones de cada desalineación del Morfotipo Sagital Integral (SIM) según el sexo. Se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson y la prueba V de Cramér para determinar las posibles asociaciones entre la desalineación SIM y el dolor lumbar recurrente. Finalmente, se consideró el análisis de corrección de Bonferroni para evitar un error tipo 1 (falsa significancia) en los resultados obtenidos para la asociación entre desalineación SIM y dolor lumbar recurrente.

3.7. Análisis de Fiabilidad

En un estudio previo a doble ciego (2 sesiones de evaluación con 24 horas de diferencia) de 12 adultos jóvenes, los investigadores demostraron una excelente confiabilidad de las mediciones intraexaminador (curvaturas sagitales de la columna vertebral: ICC $\geq 0,90$; DMC 95% de confianza $\leq 0,85^\circ$; HE: ICC $\geq 0,91$; DMC95% de confianza $\leq 5,3^\circ$).

4.

Resultados

*Un sosegado y minucioso análisis estadístico permite conocer en profundidad
nuestros resultados para su adecuada interpretación
(FSM)*

El análisis descriptivo sugiere diferencias respecto al sexo para la posición sagital de la pelvis con los ángulos L-H SA y L-H fx, así como para la cifosis torácica en sedentación asténica y la curvatura lumbar tanto en bipedestación como en sedentación asténica (Tabla 7).

Tabla 7. Datos relacionados con la participación deportiva, la posición pélvica sagital y las curvaturas sagitales del raquis en deportistas amateurs de competición.

Variables	Hombre (N=61)	Mujer (N=33)	ES Hedges 'g 1	Total (N=94)	
Años de entrenamiento	9,86±7,69	5,77±6,47	Moderado (g = 0,56)	8,34±7,51	
Horas de entrenamiento a la semana	6,52±2,74	6,50±3,18	Trivial (g = 0,00)	6,52±2,84	
LH-SA (grados)	103,43±7,89	95,45±9,17	Grande (g = 0,94)	100,63±9,15	
LH-Fx (grados)	100,26±13,44	86,64±15,70	Grande (g = 0,94)	95,48±15,62	
Curvatura torácica (grados)	BIP	49,23± 8,15	44,94±10,09	Moderado (g = 0,47)	47,72±9,07
	SA	51,92±9,48	44,55±9,76	Grande (g = 0,76)	49,33±10,16
	MTF	73,25±9,87	68,97±9,90	Moderado (g = 0,42)	71,74±10,04
Curvatura lumbar (grados)	BIP	32,51±7,27	43,33±8,24	Grande (g = -1,40)	36,30±9,20
	SA	9,79± 8,09	1,55±11,01	Grande (g = 0,88)	6,89±9,98
Curvatura lumbar	MTF	17,49±6,62	12,94±9,43	Moderado (g = 0,58)	15,89±7,98

1 miffect size Hedges 'g; Total: media ± desviación estándar de hombres y mujeres; BIP: Bipedestación relajada; SA: posición sedentación asténica; MTF: máxima flexión del tronco; LH-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica; LH-Fx: ángulo lumbo-horizontal en la maniobra de DD-P.

Tras analizar los resultados de las curvaturas medidas en cada posición (Tabla 8) se observó hipercifosis torácica en las tres posiciones, (bipedestación, SA y DD-P) en un rango entre el 54,55% y el 81,97%. El porcentaje de deportistas amateur con hipercifosis torácica fue mayor en hombres (rango de 73,77% a 81,97%) que en mujeres (rango de 54,55% a 63,64%). En la curvatura lumbar, se observaron hiperlordosis (bipedestación relajada) e hipercifosis lumbar funcional (sedentación

relajada) en un rango del 5,89% al 51,52% de los participantes. La hipocifosis se observó en un rango del 6,56% al 21,20% de los participantes. Las deportistas mostraron un mayor porcentaje de hipercifosis en bipedestación (51,52% frente a 5,89%) e hipocifosis en máxima flexión del tronco (21,2% frente a 6,8%) que los deportistas masculinos.

Por su parte, los deportistas mostraron un mayor porcentaje de hipercifosis lumbar funcional en sedentación asténica que las deportistas (19,67% frente a 6,06%). Solo se encontraron diferencias significativas en función del sexo, entre el porcentaje de deportistas con desalineación del Morfotipo Sagital Integral en la posición de sedentación asténica (hipercifosis) para la curvatura torácica ($p= 0,0074$) y en la posición de bipedestación (hiperlordosis) para la curvatura lumbar ($p=0,0001$).

Tabla 8. Frecuencias absolutas y relativas de los 94 deportistas amateurs competitivos dentro de cada categoría de curvatura en las tres posturas según referencias de normalidad (Santonja-Medina et al., 2020).

Variable	Posición	Categoría	Hombre (N=61)		Mujer (N=33)	
			Total (°)	N (%)	Total (°)	N (%)
Curvatura torácica	BIP	Hipocifosis (<20°)	-	-	-	-
		Normal (20 a 40°)	37,50± 3,42	12 (19,67%)	34,67± 6,98	12 (36,36%)
		Hipercifosis (>40°)	52,10± 6,13	49 (80,33%)	50,81± 6,05	21 (63,64%)
	SA	Hipocifosis (<20°)	-	-	-	-
		Normal (20 a 40°)	37,55± 4,68	11 (18,03%)	36,67± 5,97	15* (45,45%)
		Hipercifosis (>40°)	55,08± 7,00	50 (81,97%)	51,11± 7,03	18 (54,55%)
	MTF	Hipocifosis (<40°)	-	-	-	-
		Normal (40 a 65°)	60,88± 4,11	16 (26,23%)	59,38± 5,24	13 (39,39%)
		Hipercifosis (>65°)	77,64± 7,18	45 (73,77%)	75,20± 6,63	20 (60,61%)
Curvatura Lumbar	BIP	Hipolordosis (<-20°)	-18,50± -0,71	2 (3,28%)	-	-
		Normal (-20 a -40°)	-31,73± -5,13	55 (90,16%)	-36,50± -3,03	16* (48,48%)
		Hiperlordótico (> -40°)	-50,00± -5,89	4 (5,89%)	-49,76± -6,05	17 (51,52%)
	SA	Lordosis (<-15°)	-18,00± 0,0	1 (1,64%)	-24,00± 5,70	2 (6,06%)
		Normal (-15 a 15°)	7,40± 4,43	48 (78,67%)	1,70± 7,08	29 (87,88%)
		Hipercifosis (> 15°)	21,60± 5,40	12 (19,67%)	25,00± 7,09	2 (6,06%)
	MTF	Lordosis (<10°)	4,00± 5,89	4 (6,56%)	-0,29± 9,8	7 (21,2%)
		Normal (10 a 30°)	18,14± 5,16	56 (91,80%)	16,5± 5,4	26 (78,8%)
		Hipercifosis (>30°)	35,0± 0,0	1 (1,64%)	-	-

BIP: Bipedestación relajada; SA: posición sedentación asténica; MTF: máxima flexión del tronco; n: tamaño de la muestra. * Diferencias significativas entre el porcentaje de deportistas con desalineación de la columna en función del sexo (p <0,05).

Por otro lado, al analizar el morfotipo sagital integral de la columna torácica, se observó que la hipercifosis total (N = 50; masculino = 59.02%; femenino = 42.42%) y la hipercifosis estática (N=9; masculino= 11.48%; femenino = 6.06%) fueron las desalineaciones más frecuentes de la curvatura dorsal (Tabla 9).

Tabla 9. Frecuencias absolutas y relativas de desalineaciones del Morfotipo Sagital Integral (SIM) para la curvatura torácica en deportistas amateurs de competición.

Clasificación SIM Torácico			Posición			Hombre (N=61)	Mujer (N=33)
Categoría	Subcategoría	BIP	SA	MTF	N (%)	N (%)	
Actitud hipocifótica	De pie	Hipocifosis (<20°)	Normal (20 a 40°)	Normal (40 a 65°)	-	1 (1,06)	
	Estático	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 40°)	Normal (40 a 65°)	2 (3,28)	-	
Hipercifosis funcional dorsal	Dinámica	Normal (20 a 40°)	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 65°)	-	2 (6,06)	
	Total	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 65°)	5 (8,20)	2 (6,06)	
Hipercifosis dorsal	Estático	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 40°)	Normal (40 a 65°)	7 (11,48)	2 (6,06)	
	De pie	Hipercifosis (> 40°)	Normal (20 a 40°)	Normal (40 a 65°)	2 (3,28)	3 (9,09)	
	Dinámica	Hipercifosis (> 40°)	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 65°)	4 (6,56)	2 (6,06)	
	Total	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 65°)	36 (59,02)	14 (42,42)	

BIP: bipedestación relajada; SA: posición sedentación asténica; MTF: máxima flexión del tronco.

La Tabla 10 muestra que el morfotipo sagital integral más frecuente para la curvatura lumbar, fue la actitud hiperlordótica (N = 13; mujeres = 30,30%; hombres = 4,92%), la hipercifosis lumbar funcional estática (N = 11; hombres = 16,39%; mujeres = 3,03 %) y la hiperlordosis lumbar estructurada (N = 8; mujeres = 21,21%; hombres = 1,64%). Las diferencias entre sexos solo se encontraron en la proporción o frecuencia de deportistas con desalineación espinal en actitud hiperlordótica (p = 0,0001) e hiperlordosis lumbar estructurada (p = 0,0025).

Tabla 10. Frecuencias absolutas y relativas de desalineaciones Morfotipo Sagital Integral (SIM) para la curvatura lumbar en deportistas amateurs de competición.

Clasificación de SIM Lumbar			Posición			Hombre (N=61)	Mujer (N=33)
Categoría	Subcategoría	BIP	SA	MTF	N (%)	N (%)	
Actitud Hiperlordótica	-	Hiperlordosis (> -40°)	Normal (-15 a -15°)	Normal (10-30°)	3 (4,92)	10* (30,30)	
Hipercifosis Lumbar Funcional	Estático	Normal (De -20 a -40°)	Hipercifosis (> 15°)	Normal (10-30°)	10 (16,39)	1 (3,03)	
Columna Lumbar con Movilidad Reducida	Lordosis Lumbar Hipomóvil	Normal (De -20 a -40°)	Normal (0 ± 15°)	Hipocifosis o lordosis (<10°)	2 (3,28)	-	
Hipolordosis	Actitud Hipolordótica	Hipolordótico (<-20°)	Normal (0 ± 15°)	Normal (10-30°)	2 (3,28)	-	
Hipermovilidad Lumbar	-	Hiperlordótico (> -40°)	Hipercifosis (> 15°)	Hipercifosis (> 30°)	1 (1,64)	-	
Hiperlordosis Estructurada	-	Hiperlordótico (> -40°)	Hiperlordótico (<-15°) o normal (0±15°)	Hipocifosis (<10°)	1 (1,64)	7 * (21,21)	

BIP: bipedestación relajada; SA: posición sedentación asténica; MTF: máxima flexión del tronco; * Diferencias significativas entre el porcentaje de deportistas con desalineación de la columna en función del sexo (p <0,05).

Los resultados del cuestionario mostraron, que 36 deportistas habían experimentado dolor lumbar en el año anterior a este estudio. Después de clasificar a los deportistas en los que tenían antecedentes de dolor lumbar y los que no tenían, no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos en ninguna de las variables evaluadas (Tabla 11).

Tabla 11. Resultados de las diferentes variables evaluadas en deportistas amateurs con antecedentes de lumbalgia (dolor lumbar) y sin antecedentes (sin dolor lumbar).

Variables	Sin Dolor Lumbar (N=58)	Con Dolor Lumbar (N=36)	p-Valor	ES Hedges 'g' ¹	
Años de Formación	12,44 ± 5,72	12,62 ± 5,75	0,964	Pequeño (g = -0,25)	
Horas de Formación por Semana	6,56 ± 3,12	6,46 ± 2,49	0,554	Pequeño (g = -0,26)	
LH-SA (grados)	100,50 ± 8,33	100,83 ± 10,46	0,433	Sin efecto (g = -0,03)	
LH-Fx (grados)	94,95 ± 15,47	96,33 ± 16,04	0,753	Sin efecto (g = -0,09)	
Curvatura Torácica (Grados)	BIP	47,60 ± 9,36	47,92 ± 8,70	0,916	Sin efecto (g = -0,03)
	SA	48,67 ± 10,92	50,39 ± 8,85	0,587	Pequeño (g = -0,17)
	MTF	71,69 ± 9,03	71,83 ± 11,61	0,773	Sin efecto (g = -0,01)
Curvatura Lumbar (Grados)	BIP	35,41 ± 8,04	37,72 ± 10,77	0,341	Pequeño (g = -0,25)
	SA	5,97 ± 8,22	8,39 ± 12,28	0,303	Pequeño (g = -0,24)
	MTF	16,14 ± 6,17	15,50 ± 10,34	0,848	Sin efecto (g = 0,08)

¹Tamaño del efecto Hedges 'g'; BIP: bipedestación relajada; SA: posición sedentación asténica; MTF: máxima flexión del tronco LH-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación Asténica; LH-Fx: ángulo lumbo-horizontal en flexión máxima del tronco.

Sin embargo, se observa una diferencia en el tamaño del efecto entre los dos grupos de acuerdo con el tamaño del efecto sobre la experiencia deportiva, sobre la curvatura torácica (posición de sedentación asténica) y en la curvatura lumbar (en bipedestación y en sedentación asténica).

La Tabla 12 muestra las desalineaciones del morfotipo sagital integral para las curvaturas torácica y lumbar en los deportistas con antecedentes de dolor lumbar.

El antecedente de dolor lumbar estuvo presente en el 38,29% (n = 36/94) de los deportistas. Todos estos deportistas fueron diagnosticados con dolor lumbar recurrente. Ninguno de ellos fue diagnosticado de dolor lumbar crónico. De los 37 deportistas que presentaban desalineación en el Morfotipo Sagital Integral para la curvatura lumbar, 23 tenían antecedentes de dolor lumbar (11 de 19 hombres y 12

de 18 mujeres). El análisis estadístico reveló que la desalineación lumbar en el SIM, se asoció con dolor lumbar en hombres ($\chi^2 (1) = 10690$, $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,419$; 57,9% de los deportistas clasificados) y en mujeres ($\chi^2 (1) = 6347$, $p = 0,048$; $\eta^2 = 0,367$; 66,7% de los CAA clasificados) (en ambos sexos ($\chi^2 (1) = 14,705$, $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,396$; 63,9% de los CAA clasificados). La magnitud de la asociación fue pequeña en ambos sexos (hombre: V de Cramer = 0,419; $p = 0,001$; mujer: V de Cramer = 0,367; $p = 0,049$; ambos sexos: V de Cramer = 0,396; $p = 0,000$).

Tabla 12. Clasificación de las desalineaciones del Morfotipo Sagital Integral (SIM) de las curvaturas torácica y lumbar de deportistas amateurs con antecedentes de dolor lumbar (n=36).

Clasificación SIM para Curvatura Torácica			Posición			Lumbalgia	
Categoría	Subcategoría	BIP	SA	MFT	Hombre (N=61)	Mujer (N=33)	
Hipercifosis	De pie	Hipercifosis (> 40°)	Normal (20 a 40°)	Normal (40 a 65°)	0	1	
Hipercifosis Funcional	Dinámica	Normal (20 a 40°)	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 65°)	0	2	
	Total	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 65°)	3	0	
Hipercifosis	Dinámica	Hipercifosis (> 40°)	Normal (20 a 40°)	Hipercifosis (> 65°)	0	2	
	Total	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 40°)	Hipercifosis (> 65°)	12	8	
Clasificación SIM para Curvatura Lumbar			Posición			Lumbalgia	
Categoría	Subcategoría	BIP	SA	MFT	Hombre (N=61)	Mujer (N=33)	
Actitud Hiperlordótica	-	Hiperlordosis (> -40°)	Normal (De -15 a -15°)	Normal (10 a 30°)	1	7	
Hipercifosis Lumbar Funcional	Estático	Normal (De -20 a -40°)	Hipercifosis (> 15°)	Normal (10-30°)	7	1	
Hiperlordosis Estructurada	-	Hiperlordosis (> -40°)	Hiperlordosis (<-15°) o normal (0±15°)	Lordosis o Hipocifosis (<10°)	1	4	
Actitud Hipolordótica	-	Hipolordosis (> -20°)	Normal (De -15 a -15°)	Normal (10 a 30°)	2	0	

BIP: bipedestación relajada; SA: posición sentada asténica; MTF: máxima flexión del tronco

El análisis descriptivo reveló diferencias significativas relacionadas con el sexo (Tabla 13) con un tamaño de efecto moderado para el EPR (g de Hedge=0,95), disposición de la pelvis en sedentación asténica y máxima flexión del tronco en el test DD-P (g de Hedge=0,94). También con el grado de cifosis dorsal en sedentación asténica (g de Hedge=0,76) y con la curva lumbar en esta misma postura (g de Hedges=0,89). Por último, se observó un gran tamaño del efecto de la curva lumbar en bipedestación (g de Hedge=-1,40).

Tabla 13. Datos relacionados con la extensibilidad de los isquiosurales, la posición pélvica sagital y las curvas raquídeas sagitales en deportistas amateurs según el sexo.

Variables (Grados)	Masculino (n=61)	Mujer (n=33)	pag-Valor	Tamaño del efecto Hedge's g	Total 1 (n=94)	
EPR	70,71±12,16	82,67±12,84	0,000	Moderado (g=-0,95)	74,91±13,16*	
Posición Pélvica	LH-SA	103,43±7,89	95,45 ±9,17	0,000	Moderado (g=0,94)	100,63±9,15*
	LH-Fx	100,26±13,44	86,64±15,70	0,000	Moderado (g=0,94)	95,48±15,62*
Curva Torácica	BIP	49,23 ±8,15	44,94±10,09	0,052	Pequeño (g=0,47)	47,72±9,07
	SA	51,92 ±9,48	44,55 ±9,76	0,001	Moderado (g=0,76)	49,33±10,16*
	MTF	73,25 ±9,87	68,97 ±9,90	0,061	Pequeño (g=0,42)	71,74±10,04
Curva Lumbar	BIP	-32,51±7,27	-43,33±8,24	0,000	Grande (g=-1,40)	36,30±9,20*
	SA	9,79 ±8,09	1,55 ±11,01	0,000	Moderado (g=0,88)	6,89±9,98*
	MTF	17,49 ±6,62	12,94 ±9,43	0,018	Pequeño (g=0,58)	15,89±7,98

¹ Total: media ± desviación estándar hombres y mujeres; *Diferencias significativas y tamaños de efecto moderados o mayores en las variables medidas según sexo; EPR: Flexión de cadera con rodilla extendida; BIP: bipedestación relajada; SA: sedentación asténica; MFT: máxima flexión del tronco; LH-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica; LH-fx: ángulo lumbo-horizontal en máxima flexión del tronco.

El poder estadístico de la muestra se calculó a posteriori con parámetros de entrada de tamaños de muestra de 61 jugadores y 33 jugadoras, un nivel alfa de $p < 0,05$, tamaño del efecto (g de Hedge=0,47 a 1,40; Tabla 13) utilizado para un Mann-Whitney de una cola Prueba U (G*Power versión 3.1.9.7, Heinrich-Heine-

Universität Düsseldorf, Düsseldorf, Alemania). Las variables analizadas obtuvieron una potencia estadística de $\geq 0,85$ para EPR y la sedentación asténica.

Para los jugadores (Tabla 14) y jugadoras (Tabla 15) se encontraron diferencias entre los grupos de baja extensibilidad y alta extensibilidad de los isquiosurales con un tamaño de efecto muy grande en la maniobra de EPR (hombre: g de Hedge=-2,03; mujer: g de Hedge=-3,74) y en el ángulo LH-fx (hombre: g de Hedge=1,94; mujer: g de Hedge=2,62).

Tabla 14. Análisis comparativo entre los grupos de extensibilidad isquiosural (EI) baja (n=27) y alta (n=34) con la posición de la pelvis sagital y las curvaturas sagitales de la columna en jugadores de fútbol y baloncesto.

Variables (Grados)		Baja-EI (<71°)	Alta-EI ($\geq 71^\circ$)	p-Valor	Tamaño del efecto Hedge's g
EPR		60,96±7,47	78,46±9,23	0,000	Muy grande (g= -2,03) *
Posición Pélvica	LH-SA	105,44±6,05	101,82±8,85	0,153	Pequeño (g = 0,46)
	LH-fx	110,81±7,80	91,88±10,81	0,000	Grande (g = 1,94) *
Curva Torácica	BIP	49,00±8,37	49,41±8,10	0,615	Trivial (g = -0,04)
	SA	52,93±10,05	51,12±9,07	0,448	Trivial (g = 0,18)
	MFT	75,07±10,68	71,79±9,07	0,107	Trivial (g = 0,33)
Curva Lumbar	BIP	-31,52 ±8,86	-33,26 ±5,74	0,211	Trivial (g = -0,23)
	SA	11,37±6,45	8,53±9,08	0,186	Trivial (g = 0,34)
	MFT	18,41±6,12	16,76±6,99	0,718	Trivial (g = 0,24)

Diferencias significativas y tamaño de efecto moderado o mayor en las variables medidas según la clasificación de extensibilidad de isquiosurales. Baja-EI: baja extensibilidad de los isquiosurales; Alta-EI: alta extensibilidad de los isquiosurales; EPR: Flexión de cadera con rodilla extendida; BIP: posición de pie relajada; SA: sedentación asténica; MFT: máxima flexión del tronco; LH-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica; LH-FX: ángulo lumbo- horizontal en máxima flexión del tronco.

Tabla 15. Análisis comparativo entre grupos de extensibilidad isquiosural baja (n=8) y alta (n=27) sobre la posición de la pelvis sagital y las curvaturas sagitales de la columna vertebral en jugadoras de fútbol y baloncesto.

Variables (grados)		Baja-EI (<75°)	Alta-EI (≥ 75°)	p-Valor	Tamaño del efecto Hedge's g
EPR		61,50±4,80	87,37±8,50	0,000	Muy grande (d = -3,74) *
Posición Pélvica	LH-SA	98,17±7,81	94,85±9,47	0,508	Pequeño (d = 0,35)
	LH-Fx	110,33±7,00	81,37±11,65	0,000	Muy grande (d = 2,62) *
Curva Torácica	BIP	45,83±9,97	44,77±10,30	0,838	Trivial (d = 0,10)
	SA	49,33±9,44	43,48±9,67	0,205	Moderado (d = 0,60)
	MFT	74,33±8,33	67,78±9,96	0,145	Moderado (d = 0,66)
Curva Lumbar	BIP	-46,33±11,48	-42,67±7,46	0,424	Pequeño (d = 0,41)
	SA	0,01±16,83	1,89±9,70	0,946	Trivial (d = 0,15)
	MFT	6,00±15,07	14,48±7,23	0,158	Moderado (d = -0,86)

* Diferencias significativas y tamaño de efecto moderado o mayor en las variables medidas según la clasificación de extensibilidad de isquiosurales. Baja-EI: baja extensibilidad de los isquiosurales; Alta-EI: alta extensibilidad de los isquiosurales; EPR: Flexión de cadera con rodilla extendida; BIP: posición de pie relajada; SA: sedentación asténica; MFT: máxima flexión del tronco; LH-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica; LH-fx: ángulo lumbo-horizontal en máxima flexión del tronco.

En las deportistas, existen diferencias entre los grupos de baja extensibilidad y alta extensibilidad de los isquiosurales con un tamaño de efecto moderado con la cifosis torácica en sedentación asténica (g de Hedge = -0,60); cifosis torácica en flexión del tronco (g de Hedge = -0,66) y la curva lumbar en flexión del tronco (g de Hedge = -0,86).

En la tabla 16 se muestra como en los deportistas con baja EI se asocia significativamente ($p \leq 0,023$) con la retroversión de la pelvis al sentarse en postura relajada o asténica (ángulo lumbosacro en SA), la desalineación sagital de la curva lumbar y el dolor lumbar recurrente.

Tabla 16. Variables asociadas (frecuencia esperada mayor a 5) con la alta o baja extensibilidad isquiosural en jugadores masculinos de fútbol y baloncesto.

Variables		Baja-EI ($\leq 71^\circ$)	Alta-EI ($> 71^\circ$)	Prueba de Chi- Cuadrado (χ^2)	pag- Valor	V de Cramér	Lambda de Guttman
LH-SA*	Normal	3 (16,7%)	15 (83,3%)	7,882	0,005	Moderado 0,359	Débil 0,185
	Restringido	24 (55,8%)	19 (44,2%)				
LH-Fx*	Normal	3 (10%)	27 (90%)	28,089	0,000	Fuerte 0,679	Fuerte 0,630
	Restringido	24 (77,4%)	7 (22,6%)				
Curva Lumbar*	Normal	15 (34,9%)	28 (65,1%)	5,195	0,023	Moderado 0,292	0,222 Débil
	Desalineación espinal	12 (66,7%)	6 (33,3%)				
LBP *	Libre de dolor lumbar	14 (32,6%)	29 (67,4%)	8,091	0,004	Moderado 0,364	0,296 Débil
	Dolor lumbar recurrente	13 (72,2%)	5 (27,8%)				

Variables asociadas significativamente con la extensibilidad alta o baja de los isquiosurales; Baja-EI: baja extensibilidad de los isquiosurales; Alta-EI: alta extensibilidad de los isquiosurales; LH-SA: ángulo lumbo-horizontal en sedentación asténica; LH-FX: ángulo lumbo- horizontal en máxima flexión del tronco. LBP: Lumbalgia

En la Tabla 17 se muestra como en las chicas la baja extensibilidad isquiosural, se asocia significativamente ($p \leq 0,020$) con la desalineación sagital de la curva lumbar.

Tabla 17. Variables asociadas (frecuencia esperada superior a 5) con la alta o baja extensibilidad isquiosural en jugadoras de fútbol y baloncesto.

Variables		Baja-EI (≤ 75°)	Alta-EI (> 75°)	Prueba de chi- cuadrado (x ²)	pag- Valor	V de Cramér	Lambda de Guttman
LH-Fx *	Normal	0 (0%)	25 (100%)	22,917	0,000	Fuerte 0,667	Fuerte 0,833
	Restringido	6 (75%)	2 (25%)				
Curva Lumbar*	Normal	0 (0%)	14 (100%)	5,404	0,020	Relativamente Fuerte 0,405	0,000 Débil
	Desalineación Raquídea	8 (42,1%)	11 (57,9%)				

* Variables asociadas significativamente con la extensibilidad alta o baja de los isquiosurales; Baja-EI: baja extensibilidad de los isquiosurales; Alta-EI: alta extensibilidad de los isquiosurales; LH-FX: ángulo lumbo- horizontal en máxima flexión del tronco.

El grupo de dolor lumbar recurrente constaba de 36 jugadores y el grupo asintomático de 58 jugadores. La logística inicial por pasos y el análisis de regresión introducido, revelaron que el ángulo lumbo-horizontal en flexión predice la baja extensibilidad isquiosural en la flexión máxima del tronco ($p = 0,000$; OR = 65,6950; IC95% = 6,806 a 634,122) y el dolor lumbar recurrente ($p = 0,028$; OR = 13,915; IC95% = 1.334 a 145.198) con una alta precisión de clasificación (25 de 61 jugadores (85,2%)) con buena sensibilidad = 85,25% y especificidad = 85,30%.

En las chicas, la extensibilidad isquiosural baja tuvo efecto sobre las curvas raquídeas sagitales y el dolor lumbar recurrente ($p \geq 0,998$; OR = 2,059; IC95% = 0,000 a 0,000) con una alta precisión de clasificación (5 de 6 jugadoras (97,00%)) (Tabla 17).

Finalmente, entre los chicos (Figura 16), los resultados del análisis del árbol de decisiones mostraron que el 77,4% de los jugadores clasificados con restricción del ángulo lumbosacro en máxima flexión del tronco (L-H fx) tenían baja extensibilidad isquiosural (nodo 1). Entre los jugadores masculinos con dolor lumbar recurrente (100%), todos tenían baja extensibilidad isquiosural. El mismo análisis mostró que el 65% de las jugadoras con baja extensibilidad isquiosural tenían un ángulo lumbosacro restringido en máxima flexión del tronco (Nodo 4).

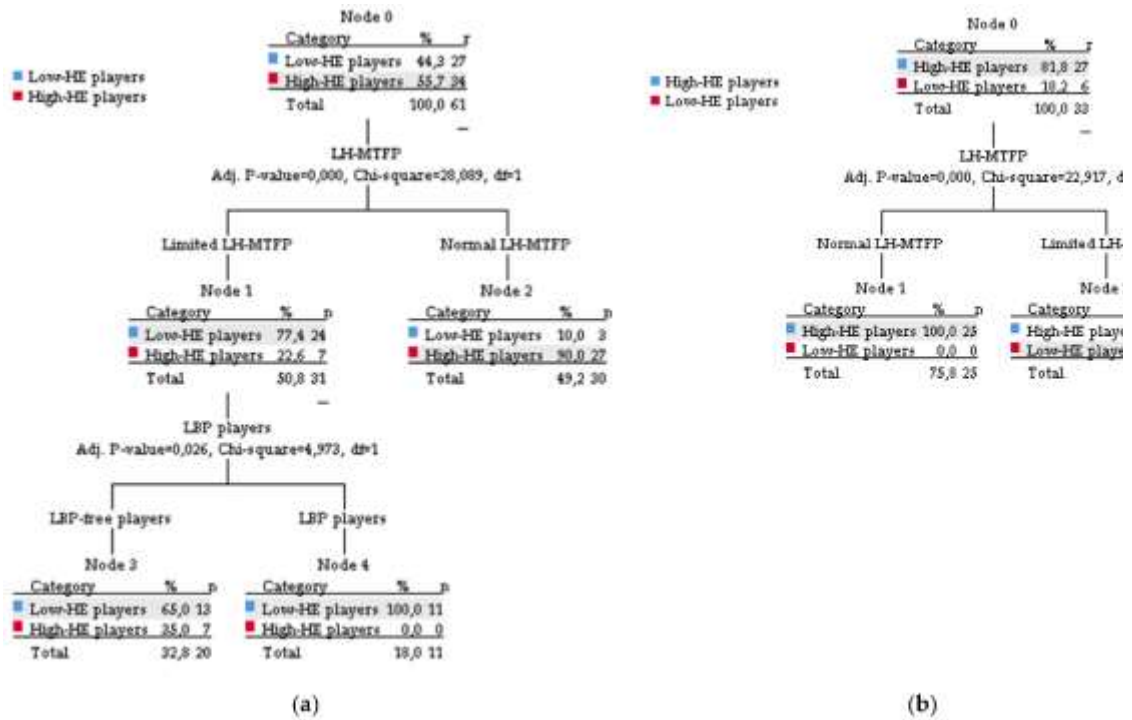


Figura 16. Análisis de árbol de decisión de las variables medidas en jugadores de fútbol y baloncesto masculinos (a) y femeninos (b). Los valores de corte para hombres y mujeres fueron 71° y 75°, respectivamente.

5.

Discusión

*La comparación de nuestros hallazgos con el resto de las investigaciones
efectuadas hasta la fecha, permite enriquecer nuestro trabajo y aportar su
verdadera importancia
(FSM)*

El primer objetivo de este estudio ha sido determinar el morfotipo sagittal integral en deportistas amateurs. Los resultados del presente estudio confirman que existen diferencias significativas en los valores de las curvaturas torácica (hipercifosis en posición sentada asténica o relajada) y lumbar (hiperlordosis en bipedestación) entre sexos, lo que ha dado lugar a diferentes morfotipos de la columna sagital. Estos resultados son similares a los observados por estudio previos (Lang-Tapia et al., 2011; Sanz-Mengibar et al., 2018). De hecho, los deportistas del presente estudio tuvieron mayor curvatura torácica y mayor frecuencia de hipercifosis que las mujeres en bipedestación, sedentación asténica y en máxima flexión del tronco, lo que concuerda con los hallazgos encontrados en gimnastas de trampolín (Saínez de Baranda et al., 2009 y 2010), gimnastas artísticos (Sanz-Mengibar et al., 2018) y la población no deportista (Sainz de Baranda, Cejudo, M Romero et al., 2020; Santonja, Andújar, Collazo et al., 2020).

Teniendo en cuenta estos resultados, los deportistas masculinos de este estudio, podrían tener una mayor incidencia del Síndrome Cruzado Superior. Basado en la teoría de Kendall (Kendall et al., 2005) y en la de Janda (Janda, 2013) respecto a este síndrome, la hipercifosis torácica puede ser causada por tensión de los aductores y rotadores internos del hombro, pectoral menor, intercostales y oblicuo interno del abdomen, así como por debilidad de los extensores torácicos y del trapecio medio e inferior (Jang et al., 2019; Seidi et al., 2020).

En la postura de sedentación asténica, los deportistas también mostraron un mayor grado de retroversión pélvica y de hipercifosis funcional lumbar o inversión de la curvatura lumbar. El hecho de que los deportistas masculinos no coloquen su pelvis más vertical, dificulta el que puedan adoptar un adecuado morfotipo sagital de la columna vertebral en sedentación asténica como también se ha observado en estudios previos (Chaléat-Velay et al., 2011; Sainz de Baranda et al., 2014; Santonja, Santonja-Renedo, 2020; Cejudo et al., 2020; Santonja, Andújar, Collazo et al., 2020). Esta inversión de la curvatura lumbar es probablemente causada por la debilidad de los músculos erectores lumbares y flexores de la cadera (Kendall et al., 2005). Esta desalineación ha sido observada de forma habitual en los gimnastas de trampolín (Sainz de Baranda et al., 2009; Sainz de Baranda et al., 2010).

La literatura científica respalda el hecho de que las mujeres deportistas de diferentes deportes, como las gimnastas de trampolín de élite, jinetes de doma y salto (Ginés-Díaz et al., 2019) y la población no deportista (Sainz De Baranda, Cejudo, Martínez-Romero et al., 2020; Santonja, Andújar, Collazo et al., 2020) tienen valores más altos de curvatura lumbar en bipedestación que los deportistas masculinos de las mismas actividades deportivas. La desalineación de la zona lumbar puede ser causada por el Síndrome Cruzado Inferior (Kendall et al., 2005; Janda, 1996). En

este contexto, los erectores lumbares, la rigidez del psoas ilíaco y del recto femoral, así como la debilidad de los músculos abdominales (especialmente el oblicuo externo) y de los músculos extensores de la cadera, han sido considerados factores de riesgo de la hiperlordosis lumbar (Kendall et al., 2005; Patel, 2014). Según los resultados del presente estudio, tanto los deportistas masculinos como los femeninos pueden tener los factores de riesgo mencionados anteriormente para las curvaturas torácica y lumbar respectivamente. La mala higiene postural en la vida diaria (Wilke, et al., 1999; Patel, 2014; McGill, 2015; Sainz De Baranda, Cejudo, Martínez-Romero et al., 2020) y las actividades deportivas (Chromik et al., 2017; Wodecki et al., 2002; Foss et al., 2012) afectan negativamente a la columna vertebral y promueven el desarrollo de desalineaciones sagitales de la columna vertebral.

La desalineación torácica más habitual del Morfotipo Sagital Integral en los deportistas del presente estudio fue la hipercifosis total. Esto es particularmente destacable porque los deportistas tenían hipercifosis en las tres posiciones evaluadas (hipercifosis total), lo que provoca un aumento de la presión intradiscal en la parte anterior del disco, que es mayor en la flexión máxima del tronco y en sedentación asténica que en bipedestación (Nachenson, 1981; Wilke et al., 1999). Este proceso acelera el daño en la articulación vertebral (Nachenson, 1981; Nixon, 1986; Wilke et al., 1999). La frecuencia de hipercifosis total en nuestros deportistas amateur fue mayor que la encontrado en los jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz et al., 2020). El nivel amateur de nuestros deportistas puede considerarse un factor de riesgo para presentar hipercifosis torácica. Por el contrario, los jugadores de hockey en línea eran deportistas de élite con un preparación física elevada y con un cuerpo técnico con entrenadores, preparadores físico, especialistas en fuerza y acondicionamiento físico y con fisioterapeutas, que diseñan los programas de entrenamiento con el objetivo de minimizar el riesgo de dolor lumbar, que es uno de los problemas de salud más habituales en ese deporte (Moreno-Alcaraz, Cejudo y Sainz de Baranda, 2020). El programa de entrenamiento incluye el fortalecimiento de los músculos del tronco y el trabajo de flexibilidad de los músculos de la cadera y de la pelvis (Krabak y Kennedy, 2008). La realización de estos bloques de contenido en el entrenamiento contribuyen al desarrollo de un mayor fitness postural, con una disposición de la pelvis mas adecuada y, por lo tanto, a una mejor alineación de la columna vertebral en su plano sagittal (Chaléat-Valayer et al., 2011). Además, Moreno-Alcaraz, Cejudo y Sainz de Baranda (2020), sugirieron, en base a observaciones empíricas, que el uso del palo largo ayuda a prevenir la hipercifosis en la posición de máxima flexión del tronco.

La prevalencia de hipercifosis total en nuestros deportistas amateur también fue mayor que la observada en jinetes de doma (Ginés-Díaz et al., 2019). En los

deportes ecuestres, mantener una postura correcta es fundamental. Los jueces valoran la postura elegante de los jinetes en las pruebas de doma. Además, la postura básica adecuada del jinete promueve un acoplamiento más armonioso entre jinete y caballo durante la competición de equitación y es una técnica excelente para la ejecución de los movimientos del jinete. Estas adaptaciones posturales en el hockey en línea y en la equitación pueden compensar otros factores de riesgo que pueden causar hipercifosis total.

Con respecto al Morfotipo Sagital Integral de la columna lumbar, se observó una mayor proporción de mujeres deportistas con hiperlordosis postural e hiperlordosis estructurada respecto a los hombres.

El tipo más habitual de desalineación del morfotipo sagital integral lumbar fue la actitud hiperlordótica con un alto predominio en las deportistas amateur. La actitud hiperlordótica ha sido identificada en estudios previos que evalúan el morfotipo lumbar sagital integral (Sanz-Mengibar et al., 2018; Ginés-Díaz et al., 2019; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz., 2020). La actitud hiperlordótica, consiste en tener una hiperlordosis lumbar en bipedestación, pero la curva lumbar es normal en sedentación asténica y en flexión máxima del tronco.

La práctica deportiva habitual de deportes como el hockey sobre hielo, fútbol sala, baloncesto, balonmano, voleibol y atletismo, suele provocar un elevado porcentaje de deportistas con aumento de la curvatura lumbar con valores superiores a 30° (Lichota, Wojtys et al., 2000; Plandowska y Mil, 2011; Grabara, 2014; Grabara, 2015; Grabara, 2016; Chromik et al., 2017).

Es probable que nuestras deportistas tengan debilidad de los erectores lumbares. En este estudio, las deportistas amateurs también mostraron hiperlordosis estructurada con mayor frecuencia que en jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz et al., 2020) y jinetes de doma (Ginés-Díaz et al., 2019). La hiperlordosis en bipedestación relajada y en sedentación asténica, así como la hipocifosis en máxima flexión del tronco muestran que el 21,21% de las deportistas amateurs tenían hiperlordosis lumbar estructurada, lo que puede causar dolor lumbar (Norton, Sahrman, Van Dillen, 2004; Wand y O'Connell, 2008; Cejudo et al., 2021).

En los deportistas amateurs, la desalineación sagital integral lumbar más frecuente fue la hipercifosis lumbar funcional estática, con una frecuencia significativamente menor a la encontrada en jugadores de hockey en línea (Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz et al., 2020) y en jinetes ecuestres (Ginés-Díaz et al., 2019). Estos atletas se caracterizaron por hipercifosis lumbar en la posición sentada relajada (asténica) y en máxima flexión del tronco, probablemente debido a la retroversión pélvica causada por la cortedad de los isquiosurales, junto a debilidad de los extensores lumbares y a un alterado ritmo lumbo-pélvico (Kendall et al., 2005).

El 38,29% de los deportistas con desalineación lumbar en el Morfotipo Sagital Integral, tuvieron antecedentes de dolor lumbar. Los deportistas amateurs con dolor lumbar mostraron desalineaciones como actitud hiperlordótica, hipercifosis lumbar funcional estática, hiperlordosis estructurada e hipolordosis. La hiperlordosis estructurada y la hipermovilidad lumbar son desalineaciones et al., que presentan una disposición anómala de la columna vertebral en las tres posiciones estudiadas. Sin embargo, los deportistas con actitud hiperlordótica y con hipercifosis lumbar funcional estática (caracterizadas por una desalineación en bipedestación y en sedentación asténica respectivamente), tuvieron una mayor incidencia de dolor lumbar que los deportistas con hiperlordosis estructurada e hipolordosis.

Cuando se analizan los porcentajes de dolor lumbar en función del sexo y el Morfotipo Sagital Integral se observa que las chicas presentan dolor lumbar asociado con el morfotipo de actitud hiperlordótica e hiperlordosis estructurada, mientras que los chicos con el morfotipo de hipercifosis funcional lumbar e hipocifosis.

Estos resultados son similares a los encontrados en estudios anteriores (Sanz-Mengibar, Sainz de Baranda, Santonja-Medina, 2018; Ginés-Díaz et al., 2019; Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz et al., 2020; Cejudo, Gómez-Lozano, Sainz de Baranda et al., 2021).

Hay que tener en cuenta que el morfotipo sagital integral empeora con el tiempo (Sainz de Baranda, Santonja y Rodríguez-Iniesta, 2009 y 2010). Por esta razón, se necesitan programas de ejercicio para prevenir o rehabilitar estos desequilibrios en los deportistas, con el objetivo de mejorar su disposición raquídea y prevenir la sobrecarga, la deformidad y el dolor de espalda (Nachemson y Morris, 1964). Es necesario un programa de ejercicio que incluya flexibilidad, fuerza y trabajo de las correctas posturas para mejorar el síndrome cruzado superior e inferior y reducir la gravedad de los tipos más comunes de morfotipo de la columna sagital identificados en deportistas con un enfoque particular en función del sexo.

Futuros estudios deberían añadir una valoración de otros factores de riesgo para la desalineación raquídea y el dolor lumbar resultante, como la cortedad de los músculos isquiosurales y la debilidad del tronco. De esta manera, la teoría empírica de Janda (2013) sobre patrones cruzados podrá o no ser confirmada. De manera similar, un examen radiológico y de RM puede resaltar el tipo de lesión que causa el dolor lumbar.

Con relación a la extensibilidad de la musculatura isquiosural, el presente estudio es el primero que analiza la influencia de la extensibilidad isquiosural (baja-EI versus alta-EI) sobre la posición sagital de la pelvis, sobre las curvas raquídeas sagitales y el dolor lumbar en jugadoras y jugadores de fútbol y baloncesto amateur. La determinación de la extensibilidad isquiosural es de particular interés para la

prevención y el tratamiento del dolor lumbar recurrente. Estudios previos han demostrado el papel de la tensión de los isquiosurales en la lesión de la columna vertebral y la patogénesis del dolor lumbar (Raftry y Marshall, 2012; Sainz de Baranda, Andújar, Collazo et al., 2020). Sin embargo, antes de discutir los resultados del presente estudio sobre este tema, el punto clave de esta tesis han sido las diferencias en función del sexo encontradas en la mayoría de las variables medidas. Por tanto, para determinar si la extensibilidad isquiosural provoca desalineaciones sagitales de las regiones anatómicas superiores (inclinación de la pelvis y disposición de las curvas lumbar y torácica) y dolor lumbar recurrente, todas las variables del presente estudio se analizaron específicamente según el sexo. También debe tenerse en cuenta que para el análisis estadístico del presente estudio no se utilizaron los valores de referencia publicados anteriormente para la normalidad y la cordedad de los isquiosurales. La razón principal de esto son los resultados controvertidos en la literatura científica, que pueden deberse a diferentes conceptos cuantitativos de tensión de los isquiosurales o incluso al método utilizado para evaluar la extensibilidad muscular (Cejudo, Sainz de Baranda, Ayala et al., 2020).

Tras el análisis de los resultados, se encontró que las chicas deportistas amateur tenían un corte de EPR más alto que los chicos. Este hallazgo se observó anteriormente en estudios con jugadores de fútbol (Krivickas, Feinberg, 1996; Nyland, Kocabey, Caborn, 2016; Faherty et al., 2019; Cejudo, Robles-Palazón y Sainz de Baranda, 2019) y baloncesto (Krivickas, Feinberg, 1996; Pasanen et al., 2016; Nyland, Kocabey, Caborn, 2016; Pereira et al., 2021). Estos resultados pueden explicarse por las diferencias de sexo, incluidas las diferencias en la anatomía, como el porcentaje de masa muscular, la diferente arquitectura de la pelvis, por la longitud de las extremidades inferiores y por tener un centro de gravedad más bajo (Bale et al., 1992; Hewet, 2000; Kapandjii, 2007). También pueden estar influenciado por los efectos hormonales (Hewet, 2000), o por las propiedades musculares como la rigidez muscular (Granata, Wilson, Padua, 2002; Blackburn et al., 2004; McPherson et al., 2020).

Específicamente para la columna vertebral, se han encontrado diferencias en función del sexo en factores relacionados con las cargas musculares del tronco (Jorgensen et al., 2001; Marras et al., 2001) y los diferentes patrones de movimiento de la columna-pelvis-piernas (Smith, Lelas, Kerrigan, 2002). Además, un mayor hábito de entrenamiento de la flexibilidad en las chicas deportistas contribuye a tener mayores valores de extensibilidad muscular (Di Santos, 2018). Por lo tanto, los diferentes valores de extensibilidad isquiosural entre deportistas masculinos y femeninos pueden mostrar una distinta influencia sobre la posición pélvica, las curvas espinales sagitales y el dolor lumbar recurrente (Tablas 16 y 17).

Las diferencias significativas entre los grupos de extensibilidad isquiosural baja y alta para el ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-H fx) proporcionan evidencia adicional de que la extensibilidad isquiosural influye en la flexión de la pelvis durante la flexión máxima del tronco. El análisis de distribución de frecuencias mostró que el 77,4% y el 75% de los deportistas y las deportistas con una posición sentada relajada, respectivamente, tenían un HE bajo (Figura 16). El 55,8% de los jugadores con una sedentación asténica también tenían un bajo nivel de extensibilidad isquiosural. Estos resultados confirman resultados previamente publicados en jugadores de fútbol (Wodecki, et al., 2002; Small et al., 2009) y baloncesto (Kayacan, Ciftcioglu, Soslu, 2014) que tenían un ángulo de inclinación pélvico anterior más alto durante la postura dinámica en comparación con los no deportistas. La flexión del tronco es la postura básica de los movimientos técnicos deportivos y resulta de la actividad coordinada entre el erector de la columna, el glúteo máximo y los isquiosurales (McClure et al., 1997). Este movimiento, que combina la flexión lumbar, la flexión pélvica y la flexión de la cadera, se denomina ritmo lumbo-pélvico (McClure et al., 1997; Norris, Matthews, 2006). Considerando que el ritmo lumbo-pélvico es necesario para una óptima flexión del tronco, la cortedad de los isquiosurales al limitar la flexión de la pelvis, puede ocasionar movimientos compensatorios de la columna lumbar y torácica para alcanzar los gestos deportivos técnicamente requeridos (Congdon, Bohannon, Tiberio, 2005; Harris-Hayes et al., 2009). Esta modificación del patrón del movimiento, junto a los movimientos compensatorios conducen a un estrés mecánico excesivo y a una tensión en los tejidos lumbares, lo que promueve lesiones en la columna y facilita el dolor lumbar (Esola et al., 1996; Norris, Matthews, 2006; Harris-Hayes, Sahrman, Van Dillen, 2009; Laird et al., 2014). Por esta razón, es normal encontrar una alta incidencia de cortedad de los isquiosurales en la población con dolor lumbar (Ashmen, Swanik, Lephart, 1996; Congdon, Bohannon, Tiberio, 2005).

En relación con los resultados de la posición sentada asténica, varios estudios han demostrado que la extensibilidad isquiosural no afecta significativamente a la inclinación de la pelvis en bipedestación ni en sedentación asténica (Toppenberg and Bullock, 1986; Gajdosik, Hatcher, Whitsell, 1992; Li, McClure, Pratt, 1996; Nourbakhsh, Arab, 2002; Congdon, Bohannon, Tiberio, 2005).

Un segundo hallazgo de este estudio fue que el grupo con baja extensibilidad isquiosural se asoció significativamente con las desalineaciones sagitales lumbares tanto en las chicas como en los chicos deportistas (Tablas 16 y 17). Este es el primer estudio que observa que la curva lumbar está influenciada por valores bajos de extensibilidad isquiosural en jugadores de fútbol y baloncesto. De los 18 jugadores masculinos clasificados con desalineación sagital lumbar, el 66,7% presentaba

extensibilidad isquiosural baja (Figura 16). El porcentaje fue menor en chicas (42,1%). Sin embargo, en el análisis descriptivo, cabe destacar que el grupo de extensibilidad isquiosural baja estaba compuesto por solo ocho jugadoras.

Los resultados de este estudio son consistentes con estudios previos que observaron que la extensibilidad isquiosural baja se asoció con desalineaciones sagitales lumbares en diferentes deportes. Rodríguez-García et al. (2008) encontraron valores de correlación entre la extensibilidad isquiosural con las curvas torácica, lumbar y pélvica en 243 deportistas. López-Miñarro y Alacid, (2010) y López-Miñarro, Muyor, Alacid, (2012), encontraron mayor flexión lumbar e inclinación pélvica posterior en kayakistas y piragüistas con menor extensibilidad isquiosural. También se ha publicado una alta tasa de jinetes ecuestres con desalineación de la columna lumbar (hipercifosis lumbar funcional, actitud hiperlordótica e hiper movilidad lumbar) y cortedad en los isquiosurales (Ginés-Díaz et al., 2019). Recientemente, Sainz de Baranda, Cejudo, Moreno-Alcaraz et al (2020) encontraron una frecuencia relativa de cortedad en los isquiosurales del 84% y del 66,2% de hipercifosis lumbar funcional en 74 jugadores de hockey sobre césped en línea. Por el contrario, la tensión de los isquiosurales no causó desalineación sagital lumbar en remeros (Stutchfield y Coleman, 2006) ni en deportistas jóvenes (Muyor et al., 2012). Sin embargo, es necesario no olvidar que otros factores como la debilidad de la musculatura abdominal (Kim et al., 2006; Haladay et al., 2013), de los glúteos (Van Wingerden et al., 2004) tensión de los flexores de la cadera (Kolber, Fiebert, 2005; Kendall et al., 2007) y una desalineación pélvica sagital (Kapandjii, 2007) también pueden determinar la alineación de la curva lumbar o no.

Finalmente, es necesario destacar que la extensibilidad isquiosural baja se asoció significativamente con el dolor lumbar recurrente solo en los chicos (Figura 3). La restricción mecánica de la tensión de los isquiosurales puede modificar la disposición sagital normal entre la extremidad inferior, la pelvis, y la columna (Esola et al., 1996; Norris, Matthews, 2006; Fasuyi, Fabunmi, Adegoke, 2017) y altera la secuencia del ritmo lumbo-pélvico, especialmente en posturas dinámicas como la flexión máxima del tronco (McClure et al., 1997; Congdon et al., 2005; Harris-Hayes et al., 2009). Esto puede llevar a una carga excesiva de los tejidos lumbares (Dreischarft et al., 2016) y a una mayor presión intradiscal lumbar (Nachemson, 1981), lo que puede predisponer al dolor lumbar (Nachemson, 1981; Cunningham et al., 1997; Norris, Matthews, 2006). Esta secuencia de movimientos biomecánicos se observó en los resultados del análisis del árbol de decisión con la pelvis y el dolor lumbar. El análisis reveló que el 77,4% de los jugadores con ángulo lumbo-horizontal restringido en la máxima flexión del tronco (L-H fx) y el 65% de los jugadores con dolor lumbar recurrente tenían baja extensibilidad isquiosural.

Los resultados del presente estudio son similares a los informes de asociación y correlación anteriores. Recientemente, una revisión sistemática con meta-análisis concluyó que, en los individuos con dolor lumbar en la población general, la extensibilidad isquiosural y la rigidez están deteriorados (Hori et al., 2019). También, la limitación significativa del rango de movimiento en el test EPR en el grupo de dolor lumbar en comparación con el grupo control es consistente con los hallazgos previos. Además, Radwan et al. (2015) observaron que cuanto mayor es la cortedad de los isquiosurales mayor es la gravedad del dolor lumbar.

Por el contrario, no se encontró una asociación significativa entre la curva lumbar y el dolor lumbar recurrente en las chicas (Figura 16). Este resultado ha sido observado por otros autores en población deportista y no deportista. Nadler et al. (2002), no encontraron asociación entre la extensibilidad isquiosural o la discrepancia en la longitud de las piernas y el desarrollo de dolor lumbar en deportistas de diferentes deportes, incluidos el fútbol y el baloncesto. En el estudio de Stutchfield y Coleman (2006) observaron que el dolor lumbar no se asoció con la extensibilidad isquiosural en remeros universitarios masculinos. Los adultos activos con dolor lumbar tenían una extensibilidad isquiosural significativamente menor que los asintomáticos (Fasuyi, Fabunmi, Adegoke, 2017; Reis y Macedo, 2015). En las jugadoras, el dolor lumbar se asocia posiblemente con otras posturas desadaptativas de la práctica deportiva habitual (Gajdosik, Hatcher, Whitsell, 1992; Esola et al., 1996; Raftery, Marshall, 2012), causada por un ángulo lumbo-horizontal restringido en la posición de máxima flexión del tronco.

Sin embargo, se requieren más estudios para determinar la influencia de la tensión de los isquiosurales en los patrones de movimiento sagital observados (alineación columna-pelvis-piernas) y en el ritmo lumbo-pélvico. Esta estrategia ayudará en el diseño de un programa de estiramientos que incluye ejercicios de estiramientos que entrenan de manera integral los patrones de movimiento sagital y el ritmo lumbo-pélvico en atletas con y sin dolor lumbar. La medición del EPR, la curva lumbar y el ángulo lumbo-horizontal en flexión (L-H fx) son importantes para tomar decisiones de entrenamiento para reducir la incidencia del dolor lumbar en jugadores de fútbol y baloncesto.

6.

Conclusiones

1. Existen diferencias según el sexo en la disposición sagital de la curvatura torácica en sedestación asténica y de la curva lumbar en bipedestación y en sedestación asténica.

Mayor curvatura torácica y mayor frecuencia de hipercifosis en los hombres deportistas respecto a las mujeres en bipedestación, sedentación asténica y en máxima flexión del tronco.

El morfotipo sagital integral de columna lumbar presenta en las mujeres deportistas una mayor proporción de hiperlordosis postural e hiperlordosis estructurada que los hombres.

2. En los deportistas la extensibilidad de isquiosural baja se asocia a dolor lumbar recurrente.
3. Los morfotipos sagitales integrales más frecuentes en los deportistas de competición amateur, fueron la hipercifosis total y la hipercifosis estática para la columna torácica, y la actitud hiperlordótica, la hipercifosis lumbar funcional estática y la hiperlordosis estructural para la curvatura lumbar.
4. La actitud hiperlordótica, la hipercifosis lumbar funcional estática y la hiperlordosis estructurada se asociaron con el dolor lumbar tanto en jugadores de fútbol y de baloncesto masculinos como femeninos.

7.

Referencias

Bibliográficas

Alricsson M, Björklund G, Cronholm M, Olsson O, Viklund P, Svantesson U. Spinal alignment, mobility of the hip and thoracic spine and prevalence of low back pain in young elite cross-country skiers. *J Exerc Rehabil.* 2016 Feb 1;12(1):21-8. doi: 10.12965/jer.150255. PMID: 26933656; PMCID: PMC4771149.

Alshammari F, Alzoghbieh E, Abu Kabar M, Hawamdeh M. A novel approach to improve hamstring flexibility: A single-blinded randomised clinical trial. *S Afr J Physiother.* 2019 Apr 23;75(1):465. doi: 10.4102/sajp.v75i1.465. PMID: 31061909; PMCID: PMC6495003.

Alvero-Cruz JR, Santonja-Medina F, Sanz-Mengibar JM, Sainz de Baranda P. The Sagittal Integral Morphotype in Male and Female Rowers. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Dec 8;18(24):12930. doi: 10.3390/ijerph182412930. PMID: 34948541; PMCID: PMC8700818.

Ambegaonkar JP, Caswell AM, Kenworthy KL, Cortes N, Caswell SV. Lumbar lordosis in female collegiate dancers and gymnasts. *Med Probl Perform Art.* 2014 Dec;29(4):189-92. doi: 10.21091/mppa.2014.4039. PMID: 25433254.

Andersson GB, Murphy RW, Ortengren R, Nachemson AL. The influence of backrest inclination and lumbar support on lumbar lordosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1979 Jan-Feb;4(1):52-8. doi: 10.1097/00007632-197901000-00009. PMID: 432716.

Anderson JA. The thoraco-lumbar spine. *Clin Rheum Dis.* 1982 Dec;8(3):631-53. PMID:6223781.

Andújar P, Alonso C, Santonja F. Tratamiento de la cortedad de isquiosurales. *Selección*1996;5(1):37-48.

Arampatzis A, Frank J, Laube G, Mersmann F. Trunk muscle strength and lumbo-pelvic kinematics in adolescent athletes: Effects of age and sex. *Scand J Med Sci Sports.* 2019 Nov;29(11):1691-1698. doi: 10.1111/sms.13503. Epub 2019 Jun 27. PMID: 31206810.

Asmussen E, Heeboll-Nielsen K. Posture, mobility and strength of the back in boys, 7 to 16 years old. *Acta Orthop Scand.* 1959;28(3):174-89. doi: 10.3109/17453675908988620.PMID:13636835

Araújo L., Dell'Antonio E, Hubert M, Ruschel C, Roesler H, Pereira S. Trunk muscular endurance, lumbar spine mobility and hip flexibility in sailors with and without low back pain. *Fisioter. Mov.* 2020;33:1-8.

Ashmen K, Swanik C, Lephart S. Strength and flexibility characteristics of athletes with chronic low-back pain. *J. Sport Rehabil.* 1996;5:275-286.

Ashton-Miller JA. Thoracic hyperkyphosis in the young athlete: a review of the biomechanical issues. *Curr Sports Med Rep.* 2004 Feb;3(1):47-52. doi: 10.1249/00149619-200402000-00009. PMID: 14728914.

Ayala F, Sainz de Baranda P. Reproducibilidad inter-sesión de las pruebas distancia dedos planta y distancia dedos suelo para estimar la flexibilidad isquiosural en jugadores adultos de fútbol sala de primera división. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte.* 2011;4(2):47-51.

Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Absolute reliability of five clinical tests for assessing hamstring flexibility in professional futsal players. *J Sci Med Sport.* 2012 Mar;15(2):142-7. doi: 10.1016/j.jsams.2011.10.002. Epub 2011 Nov 21. PMID: 22104651.

Ayala F, Sainz de Baranda P, De Ste Croix M, Santonja F. Reproducibility and concurrent validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young men. *J Strength Cond Res.* 2012 Sep;26(9):2372-82. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823db1e2. PMID: 22105048.

Ayala F, Sainz de Baranda P, Cejudo A, Santonja F. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: análisis de la fiabilidad y validez. *Rev Andal Med Deporte*. 2012;5(2):67-74.

Bado JL. *Dorso Curvo*. Montevideo: Artecólor, 1977.

Bado JL, Barros PC, Ruiggero A, Navillat M. Análisis estadístico de la frecuencia del Síndrome de "Retracción de los Isquiosurales" estudiado en colectividades infantiles sanas y su relación con el Dorso Curvo. *Anales de la Facultad de Medicina de Montevideo* 1964;49(1):328-337.

Bale P, Mayhew JL, Piper FC, Ball TE, Willman MK. Biological and performance variables in relation to age in male and female adolescent athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 1992 Jun;32(2):142-8. PMID: 1434582.

Balius Juli JR, Espiga Tugax X. Epifisitis vertebral lumbar mínima en jóvenes deportistas. *Apunts Med Esport* 1982; 9(74):83-89.

Ball JR, Harris CB, Lee J, Vives MJ. Lumbar Spine Injuries in Sports: Review of the Literature and Current Treatment Recommendations. *Sports Med Open*. 2019 Jun 24;5(1):26. doi: 10.1186/s40798-019-0199-7. PMID: 31236714; PMCID: PMC6591346. Current Treatment Recommendations. *Sports Medicine-Open* 2019, 5, 1-10.

Baranto A, Hellström M, Cederlund CG, Nyman R, Swärd L. Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15-year follow-up study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2009 Sep;17(9):1125-34. doi: 10.1007/s00167-009-0767-3. Epub 2009 Mar 21. PMID: 19305975.

Barash HL, Galante JO, Lambert CN, Ray RD. Spondylolisthesis and tight hamstrings. *J Bone Joint Surg Am*. 1970 Oct;52(7):1319-28. PMID: 4918848.

Blackburn JT, Riemann BL, Padua DA, Guskiewicz KM. Sex comparison of extensibility, passive, and active stiffness of the knee flexors. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004 Jan;19(1):36-43. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2003.09.003. PMID: 14659928.

Been E, Kalichman L. Lumbar lordosis. *Spine J*. 2014 Jan;14(1):87-97. doi: 10.1016/j.spinee.2013.07.464. Epub 2013 Oct 2. PMID: 24095099.

Bezuglov E, Lazarev A, Petrov A, Brodskaja A, Lyubushkina A, Kubacheva K, Achkasov E, Nikolenko V. Asymptomatic Degenerative Changes in the Lumbar Spine Among Professional Soccer Players. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2021 Jan 15;46(2):122-128. doi: 10.1097/BRS.0000000000003726. PMID: 33347092.

Bierma-Zeinstra SM, van Gool JJ, Bernsen RM, Njoo KH. Measuring the sacral inclination angle in clinical practice: is there an alternative to radiographs? *J Manipulative Physiol Ther*. 2001 Oct;24(8):505-8. doi: 10.1067/mmt.2001.118207. PMID: 11677549.

Biering-Sørensen F. Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1984 Mar;9(2):106-19. doi: 10.1097/00007632-198403000-00002. PMID: 6233709.

Bhojraj SY, Bang AA, Deshmukh M, Kalkotwar S, Joshi VR, Yarmal T, Varma R, Kalkonde YV, Bang AT. Clinical patterns and their prevalence among adult population with back pain: A community-based cross-sectional study in rural Gadchiroli, India. *J Glob Health*. 2021 Nov 27;11:12004. doi: 10.7189/jogh.11.12004. PMID: 34912553; PMCID: PMC8645238.

Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW. Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am*. 1990 Mar;72(3):403-8. PMID: 2312537.

Bogduk N, Pearcy M, Hadfield G. Anatomy and biomechanics of psoas major. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1992 May;7(2):109-19. doi: 10.1016/0268-0033(92)90024-X. PMID: 23915688.

Boldori L, Da Soldà M, Marelli A. Anomalie del tronco. Analisi della prevalenza nel giovane sportivo [Anomalies of the trunk. An analysis of their prevalence in young athletes]. *Minerva Pediatr*. 1999 Jul-Aug;51(7-8):259-64. Italian. PMID: 10634058.

Bolívar YA, Munuera PV, Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int*. 2013 Jan;34(1):42-8. doi: 10.1177/1071100712459173. PMID: 23386760.

Borenstein DG, Wiesel SW. Dolor lumbar: Diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Ancora. 1989.

Brodersen A, Pedersen B, Reimers J. Hyppighed af hæl-, knæ- og rygklager hos danske skolebørn samt eventuel sammenhaeng med korte muskler [Incidence of complaints about heel-, knee- and back-related discomfort among Danish children, possible relation to short muscles]. *Ugeskr Laeger*. 1994 Apr 11;156(15):2243-5. Danish. PMID: 8016952.

Cabry J, Shiple BJ. Increasing hamstring flexibility decreases hamstring injuries in high school athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2000;10: 311-12.

Cacayorin ED, Hochhauser L, Petro GR. Lumbar and thoracic spine pain in the athlete: radiographic evaluation. *Clin Sports Med*. 1987 Oct;6(4):767-83. PMID: 3333926.

Caillet R. Síndromes dolorosos: Dorso. 3ª ed. México:El manual moderno, 1990.

Cejudo A, Robles-Palazón F, Sainz De Baranda P. Fútbol sala de élite: Diferencias de flexibilidad según sexo. *E-Balonmano.Com Rev. Cienc. Deporte* 2019;15:37-48.

Cejudo A, Ginés-Díaz A, Sainz de Baranda P. Asymmetry and Tightness of Lower Limb Muscles in Equestrian Athletes: Are They Predictors for Back Pain? *Symmetry* 2020;2:1679.

Cejudo A, Centenera-Centenera JM, Santonja-Medina F. The Potential Role of Hamstring Extensibility on Sagittal Pelvic Tilt, Sagittal Spinal Curves and Recurrent Low Back Pain in Team Sports Players: A Gender Perspective Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Aug 16;18(16):8654. doi: 10.3390/ijerph18168654. PMID: 34444402; PMCID: PMC8393976.

Cejudo A, Gómez-Lozano S, Sainz de Baranda P, Vargas-Macías A, Santonja-Medina F. Sagittal Integral Morphotype of Female Classical Ballet Dancers and Predictors of Sciatica and Low Back Pain. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 May 10;18(9):5039. doi: 10.3390/ijerph18095039. PMID: 34068738; PMCID: PMC8126247.

Chaléat-Valayer E, Mac-Thiong JM, Paquet J, Berthonnaud E, Siani F, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *Eur Spine J*. 2011 Sep;20 Suppl 5(Suppl 5):634-40. doi: 10.1007/s00586-011-1931-2. Epub 2011 Aug 26. PMID: 21870097; PMCID: PMC3175927.

Cho KH, Beom JW, Lee TS, Lim JH, Lee TH, Yuk JH. Trunk muscles strength as a risk factor for nonspecific low back pain: a pilot study. *Ann Rehabil Med*. 2014 Apr;38(2):234-40. doi: 10.5535/arm.2014.38.2.234. Epub 2014 Apr 29. PMID: 24855618; PMCID: PMC4026610.

Christie HJ, Kumar S, Warren SA. Postural aberrations in low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995 Mar;76(3):218-24. doi: 10.1016/s0003-9993(95)80604-0. PMID: 7717811.

Chromik K, Burdukiewicz A, Pietraszewska J, Stachoń A, Wolański P, Goliński D. Characteristics of anteroposterior curvatures of the spine in soccer and futsal players. *Human Movement* 2017;18:49–54.

Chumanov ES, Schache AG, Heiderscheid BC, Thelen DG. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med*. 2012 Feb;46(2):90. doi: 10.1136/bjsports-2011-090176. Epub 2011 Jul 4. PMID: 21727236.

Collazo M. Morfotipos Sagitales del Raquis en Población Escolar en la Región de Murcia.[Tesis Doctoral]. Murcia(Spain):Universidad de Murcia, (Spanish);2015. Spanish

Conesa E. Valoración de la Columna en el Plano Sagital y Extensibilidad Isquiosural en Gimnasia Estética de Grupo.[Tesis Doctoral].Murcia (Spain):Universidad de Murcia;2015.(Spanish).

Congeni J, McCulloch J, Swanson K. Lumbar spondylolysis. A study of natural progression in athletes. *Am J Sports Med*. 1997 Mar-Apr;25(2):248-53. doi: 10.1177/036354659702500220. PMID: 9079183.

Congdon R, Bohannon R, Tiberio D. Intrinsic and imposed hamstring length influence posterior pelvic rotation during hip flexion. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2005 Nov;20(9):947-51. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2005.03.011. PMID: 15975697.

Cosentino R. Raquis: semiología con consideraciones clínicas y terapéuticas. Buenos Aires: El Ateneo, 1985.

Consentino R, Suárez A, Baccani S, Cosentino RV. Étude radiologique de la mobilité du rachis dorso-lombaire. *Rev Chir Orthop* 1982;68:91-95

Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, Vanderthommen M, Crielaard JM. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med*. 2002 Mar-Apr;30(2):199-203. doi: 10.1177/03635465020300020901. PMID: 11912088.

Cugusi L, Manca A, Fishback E, Secci C, Bergamin M, Gobbo S, DI Blasio A, Montella A, Bandiera P, Deriu F. Low back pain prevalence and risk factors in Italian adolescent male soccer players: results from an online survey. *J Sports Med Phys Fitness*. 2021 Sep 9. doi: 10.23736/S0022-4707.21.12696-9. Epub ahead of print. PMID: 34498823.

Cunningham BW, Kotani Y, McNulty PS, Cappuccino A, McAfee PC. The effect of spinal destabilization and instrumentation on lumbar intradiscal pressure: an in vitro biomechanical analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Nov 15;22(22):2655-63. doi: 10.1097/00007632-199711150-00014. PMID: 9399452.

Daniels JM, Pontius G, El-Amin S, Gabriel K. Evaluation of low back pain in athletes. *Sports Health*. 2011 Jul;3(4):336-45. doi: 10.1177/1941738111410861. PMID: 23016026; PMCID: PMC3445208.

Day, J.; Smidt, G.; Lehmann, T. Effect of Pelvic Tilt on Standing Posture. *Phys. Ther.* 1984, 64, 510–516.

Deleo T, Merotto S, Smith C, D'Angelo K. A posterior ring apophyseal fracture and disc herniation in a 21-year-old competitive basketball player: a case report. *J Can Chiropr Assoc*. 2015 Dec;59(4):373-82. PMID: 26816414; PMCID: PMC4711330.

Dimeglio A. Ortopedia infantil cotidiana. Barcelona: Masson, 1991

Di Santo M. Amplitud de Movimiento; Paidotribo: Barcelona, Spain, 2018.

Dionne C, Dunn K, Croft P, Nachemson A, Buchbinder R, Walker B, Wyatt M, Cassidy J, Rossignol M, Christie H, Kumar S, Warren S. Postural Aberrations in Low Back Pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:218–224

Dionne CE, Dunn KM, Croft PR, Nachemson AL, Buchbinder R, Walker BF, Wyatt M, Cassidy JD, Rossignol M, Leboeuf-Yde C, Hartvigsen J, Leino-Arjas P, Latza U, Reis S, Gil Del Real MT, Kovacs FM, Oberg B, Cedraschi C, Bouter LM, Koes BW, Picavet HS, van Tulder MW, Burton K, Foster NE, Macfarlane GJ, Thomas E, Underwood M, Waddell G, Shekelle P, Volinn E, Von Korff M. A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008 Jan 1;33(1):95-103. doi: 10.1097/BRS.0b013e31815e7f94. PMID: 18165754.

Drakos MC, Domb B, Starkey C, Callahan L, Allen AA. Injury in the national basketball association: a 17-year overview. *Sports Health*. 2010 Jul;2(4):284-90. doi: 10.1177/1941738109357303. PMID: 23015949; PMCID: PMC3445097.

Dreischarf M, Shirazi-Adl A, Arjmand N, Rohlmann A, Schmidt H. Estimation of loads on human lumbar spine: A review of in vivo and computational model studies. *J Biomech*. 2016 Apr 11;49(6):833-845. doi: 10.1016/j.jbiomech.2015.12.038. Epub 2015 Dec 31. PMID: 26873281.

Dunn IF, Proctor MR, Day AL. Lumbar spine injuries in athletes. *Neurosurg Focus*. 2006 Oct 15;21(4):E4. PMID: 17112194.

Dreischarf M, Shirazi-Adl A, Arjmand N. Estimation of loads on human lumbar spine: A review of in vivo and computational model studies. *J. Biomech*. 2016;49:833-845.

Edmondston SJ, Song S, Bricknell RV, Davies PA, Fersum K, Humphries P, Wickenden D, Singer KP. MRI evaluation of lumbar spine flexion and extension in asymptomatic individuals. *Man Ther*. 2000 Aug;5(3):158-64. doi: 10.1054/math.2000.0356. PMID: 11034886.

Elfering A, Semmer N, Birkhofer D, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Risk factors for lumbar disc degeneration: a 5-year prospective MRI study in asymptomatic individuals. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Jan 15;27(2):125-34. doi: 10.1097/00007632-200201150-00002. PMID: 11805656.

Elfering A, Mannion AF, Jacobshagen N, Tamcan O, Müller U. Beliefs about back pain predict the recovery rate over 52 consecutive weeks. *Scand J Work Environ Health*. 2009 Dec;35(6):437-45. doi: 10.5271/sjweh.1360. Epub 2009 Oct 2. PMID: 19806279.

Eirale C, Hamilton B, Bisciotti G, Grantham J, Chalabi H. Injury epidemiology in a national football team of the Middle East. *Scand J Med Sci Sports*. 2012 Jun;22(3):323-9. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01227.x. Epub 2010 Sep 28. PMID: 20874859.

Ensink FB, Saur PM, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: influence of time of day and individual factors on measurements. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 Jun 1;21(11):1339-43. doi: 10.1097/00007632-199606010-00012. PMID: 8725926.

Esola MA, McClure PW, Fitzgerald GK, Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 Jan 1;21(1):71-8. doi: 10.1097/00007632-199601010-00017. PMID: 9122766.

Espiga Tugás X. Brevedad constitucional de la musculatura isquiotibial. Estudio de prevalencia.[Tesis Doctoral].Barcelona(Spain):Universitat Autònoma de Barcelona;1993.Spanish.

Faherty M, Varnell M, Csonka J, Salesi K, Gomez S, Sell T, Krzyzewski, MW. Science and Medicine in Football Sex differences in lower extremity musculoskeletal and neuromuscular characteristics in intercollegiate soccer athletes. *Sci. Med. Footb*. 2019;4:45-51.

Farahbakhsh F, Rostami M, Noormohammadpour P, Mehraki Zade A, Hassanmirazaei B, Faghih Jouibari M, Kordi R, Kennedy DJ. Prevalence of low back pain among athletes: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2018;31(5):901-916. doi: 10.3233/BMR-170941. PMID: 29945342.

Farfan HF. The biomechanical advantage of lordosis and hip extension for upright activity. Man as compared with other anthropoids. *Spine (Phila Pa 1976).* 1978 Dec;3(4):336-42. doi: 10.1097/00007632-197812000-00006. PMID: 741240.

Farfan HF. Muscular mechanism of the lumbar spine and the position of power and efficiency. *Orthop Clin North Am.* 1975 Jan;6(1):135-44. PMID: 123048.

Fasuyi FO, Fabunmi AA, Adegoke BOA. Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. *J Bodyw Mov Ther.* 2017 Apr;21(2):246-250. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.06.002. Epub 2016 Jun 16. PMID: 28532865.

Fédération Équestre Internationale Dressage Tests | FEI Available online: <https://inside.fei.org/fei/your-role/organisers/dressage/tests> (accessed on Jun 11, 2021)

Fernández Campos MJ. Efecto de un Programa de Educación Postural en Educación Primaria: Tres años de Seguimiento. [Tesis Doctoral].Murcia(Spain):Universidad de Murcia;2011.Spanish.

Ferrer V. Repercusiones de la cortedad isquiosural sobre la pelvis y el raquis.[Tesis doctoral].Murcia(Spain):Universidad de Murcia;1998. Spanish.

Ferrer V, Santonja F, Carrión M, Martínez L. Comparación de dos tests (EPR y Poplíteo) para el diagnóstico del síndrome de isquiosurales cortos. *Arch Med Deport* 1994;XI:247-254.

Ferrer V, Martínez L, Santonja F. Escolar: Medicina y Deporte. Albacete: Diputación Provincial de Albacete 1996;283-296.

Ferrer V, Santonja F, Canteras M, Martínez I, Martínez L, Carrión M, Serrano PA. Alteraciones en el aparato locomotor del joven deportista. En: Ferrer V, Martínez L, Santonja F, eds. Escolar: Medicina y Deporte. Albacete: Diputación de Albacete. 1996;369-78.

Fisk JW, Baigent ML. Hamstring tightness and Scheuermann's disease a pilot study. *Am J Phys Med.* 1981 Jun;60(3):122-5. PMID: 6454348.

Fisk JW, Baigent ML, Hill PD. Scheuermann's disease. Clinical and radiological survey of 17 and 18 year olds. *Am J Phys Med.* 1984 Feb;63(1):18-30. PMID: 6230938.

Foss IS, Holme I, Bahr R. The prevalence of low back pain among former elite cross-country skiers, rowers, orienteerers, and nonathletes: a 10-year cohort study. *Am J Sports Med.* 2012 Nov;40(11):2610-6. doi: 10.1177/0363546512458413. Epub 2012 Sep 12. PMID: 22972850.

Fuentes Santos VE. Estudio de la disposición sagital del tronco y su relación con la adecuación del mobiliario escolar. Universidad de Murcia. TFG 2017

Gajdosik RL, Hatcher CK, Whitsell S. Influence of short hamstring muscles on the pelvis and lumbar spine in standing and during the toe-touch test. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1992 Feb;7(1):38-42. doi: 10.1016/0268-0033(92)90006-P. PMID: 23915615.

Gajdosik RL, Albert CR, Mitman JJ. Influence of hamstring length on the standing position and flexion range of motion of the pelvic angle, lumbar angle, and thoracic angle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994 Oct;20(4):213-9. doi: 10.2519/jospt.1994.20.4.213. PMID: 7987382.

García de la Rubia S, Santonja Medina F, Ramos F, Martínez I. Cortedad de la musculatura isquiosural. Una alteración que el Pediatra debe detectar. *Anales de Pediatría*. 1996;87:21-22.

Grabara M. Anteroposterior curvatures of the spine in adolescent athletes. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014;27(4):513-9. doi: 10.3233/BMR-140475. PMID: 24867901.

Grabara M. Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes. *Biol Sport*. 2015 Mar;32(1):79-85. doi: 10.5604/20831862.1127286. Epub 2014 Nov 3. PMID: 25729154; PMCID: PMC4314608.

Grabara, M. Sagittal spinal curvatures in adolescent male basketball players and non-training individuals—a two-year study. *Science & Sports* 2016, 31, e147–e153,

Granata KP, Wilson SE, Padua DA. Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part I. Quantification in controlled measurements of knee joint dynamics. *J Electromyogr Kinesiol*. 2002 Apr;12(2):119-26. doi: 10.1016/s1050-6411(02)00002-0. PMID: 11955984.

Ginés-Díaz A, Martínez-Romero MT, Cejudo A, Aparicio-Sarmiento A, Sainz de Baranda P. Sagittal Spinal Morphotype Assessment in Dressage and Show Jumping Riders. *J Sport Rehabil*. 2019 Oct 18;29(5):533-540. doi: 10.1123/jsr.2018-0247. PMID: 31034307.

Gómez Lozano S, Vargas-Macías A, Santonja-Medina F, Canteras M. Estudio descriptivo del morfotipo raquídeo sagital en bailarinas de flamenco. *Rev. Cent. Investig. Flamenco. Telethusa*. 2013;6:19–28.

Grosdent S, Demoulin C, Rodriguez de La Cruz C, Giop R, Tomasella M, Crielgaard JM, Vanderthommen M. Lumbopelvic motor control and low back pain in elite soccer players: a cross-sectional study. *J Sports Sci*. 2016;34(11):1021-9. doi: 10.1080/02640414.2015.1085077. Epub 2015 Sep 25. PMID: 26407007.

Hagiwara Y, Yabe Y, Sekiguchi T, Momma H, Tsuchiya M, Kanazawa K, Yoshida S, Sogi Y, Yano T, Onoki T, Itoi E, Nagatomi R. Upper Extremity Pain Is Associated with Lower Back Pain among Young Basketball Players: A Cross-Sectional Study. *Tohoku J Exp Med*. 2020 Feb;250(2):79-85. doi: 10.1620/tjem.250.79. PMID: 32062615.

Haladay DE, Miller SJ, Challis J, Denegar CR. Quality of systematic reviews on specific spinal stabilization exercise for chronic low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013 Apr;43(4):242-50. doi: 10.2519/jospt.2013.4346. Epub 2013 Jan 14. PMID: 23321935.

Halbertsma JP, Göeken LN. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1994 Sep;75(9):976-81. PMID: 8085933.

Halbertsma JP, Göeken LN, Hof AL, Groothoff JW, Eisma WH. Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001 Feb;82(2):232-8. doi: 10.1053/apmr.2001.19786. PMID: 11239316.

Hangai M, Kaneoka K, Hinotsu S, Shimizu K, Okubo Y, Miyakawa S, Mukai N, Sakane M, Ochiai N. Lumbar intervertebral disk degeneration in athletes. *Am J Sports Med*. 2009 Jan;37(1):149-55. doi: 10.1177/0363546508323252. Epub 2008 Sep 17. PMID: 18799691.

Harringe ML, Nordgren JS, Arvidsson I, Werner S. 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 Surg Sports*

Traumatol Arthrosc. 2007 Oct;15(10):1264-71. doi: 10.1007/s00167-007-0289-9. Epub 2007 Jun 27. PMID: 17594077.

Harris-Hayes M, Sahrman SA, Van Dillen LR. Relationship between the hip and low back pain in athletes who participate in rotation-related sports. J Sport Rehabil. 2009 Feb;18(1):60-75. doi: 10.1123/jsr.18.1.60. PMID: 19321907; PMCID: PMC2699456.

Harvey J, Tanner S. Low back pain in young athletes. A practical approach. Sports Med. 1991 Dec;12(6):394-406. doi: 10.2165/00007256-199112060-00005. PMID: 1838423.

Hellsing AL. Tightness of hamstring- and psoas major muscles. A prospective study of back pain in young men during their military service. Ups J Med Sci. 1988;93(3):267-76. doi: 10.3109/03009738809178552. PMID: 2977003.

Hemmatinezhad MA, Afsharnezhad T, Nateghi N, Damirchi A. The relationship between limb length with classical and modified back saver sit-and-reach tests in student boys. International Journal of Fitness. 2009; 5:69-78.

Hewett TE. Neuromuscular and hormonal factors associated with knee injuries in female athletes. Strategies for intervention. Sports Med. 2000 May;29(5):313-27. doi: 10.2165/00007256-200029050-00003. PMID: 10840866.

Hobbs SJ, Baxter J, Broom L, Rossell LA, Sinclair J, Clayton HM. Posture, flexibility and grip strength in horse riders. J Hum Kinet. 2014 Oct 10;42:113-25. doi: 10.2478/hukin-2014-0066. PMID: 25414745; PMCID: PMC4234750.

Hopkins W. Spreadsheets for Analysis of Validity and Reliability. Sports Science 2015;19:36-42

Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. Med Sci Sports Exerc. 2009 Jan;41(1):3-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278. PMID: 19092709.

Hori M, Hasegawa H, Takasaki H. Comparisons of hamstring flexibility between individuals with and without low back pain: systematic review with meta-analysis. Physiother Theory Pract. 2021 May;37(5):559-582. doi: 10.1080/09593985.2019.1639868. Epub 2019 Jul 18. PMID: 31317831.

Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. Spine (Phila Pa 1976). 1994 Jul 15;19(14):1611-8. doi: 10.1097/00007632-199407001-00010. PMID: 7939998.

Janda V. Muscle Function Testing; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2013.

Jang HJ, Hughes LC, Oh DW, Kim SY. Effects of Corrective Exercise for Thoracic Hyperkyphosis on Posture, Balance, and Well-Being in Older Women: A Double-Blind, Group-Matched Design. J Geriatr Phys Ther. 2019 Jul/Sep;42(3):E17-E27. doi: 10.1519/JPT.000000000000146. PMID: 28914720.

Jarvik JG, Deyo RA. Imaging of lumbar intervertebral disk degeneration and aging, excluding disk herniations. Radiol Clin North Am. 2000 Nov;38(6):1255-66, vi. doi: 10.1016/s0033-8389(08)70005-8. PMID: 11131631.

Jarvik JJ, Hollingworth W, Heagerty P, Haynor DR, Deyo RA. The Longitudinal Assessment of Imaging and Disability of the Back (LAIDBack) Study: baseline data. Spine (Phila Pa 1976). 2001 May 15;26(10):1158-66. doi: 10.1097/00007632-200105150-00014. PMID: 11413431.

Jordá E. Brevedad de los Isquiosurales. El síndrome de Bado en la gimnasia educativa y el deporte. Apunts Med Deport 1971;8(31):123-124

Jorgensen MJ, Marras WS, Granata KP, Wiand JW. MRI-derived moment-arms of the female and male spine loading muscles. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001 Mar;16(3):182-93. doi: 10.1016/s0268-0033(00)00087-5. Erratum in: *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2001 Jul;16(6):547. PMID: 11240052.

Joźwiak M, Pietrzak S, Tobjasz F. The epidemiology and clinical manifestations of hamstring muscle and plantar foot flexor shortening. *Dev Med Child Neurol*. 1997 Jul;39(7):481-3. doi: 10.1111/j.1469-8749.1997.tb07468.x. PMID: 9285439.

Kapandji A. *Fisiología Articular III: Miembro Inferior*; Medica Panamericana: Madrid, Spain 2007; ISBN 9788498350470.

Krabak B, Kennedy DJ. Functional rehabilitation of lumbar spine injuries in the athlete. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2008 Mar;16(1):47-54. doi: 10.1097/JSA.0b013e318164c431. PMID: 18277262.

Katz DA, Scerpella TA. Anterior and middle column thoracolumbar spine injuries in young female gymnasts. Report of seven cases and review of the literature. *Am J Sports Med*. 2003 Jul-Aug;31(4):611-6. doi: 10.1177/03635465030310042301. PMID: 12860554.

Kayacan Y, Ciftcioglu E, Soslu R. The effect of basketball sport on some postural parameters. *J. Acad. Res*. 2014;6:23-27,

Keegan JJ. Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *J Bone Joint Surg Am*. 1953 Jul;35-A(3):589-603. PMID: 13069548.

Kendall F, McCreary E, Provance P, Rodgers M, Romani W. *Muscles: Testing and Function with Posture and Pain*; Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore 2005; ISBN 0781747805

Kim HJ, Chung S, Kim S, Shin H, Lee J, Kim S, Song MY. Influences of trunk muscles on lumbar lordosis and sacral angle. *Eur Spine J*. 2006 Apr;15(4):409-14. doi: 10.1007/s00586-005-0976-5. Epub 2005 Sep 7. PMID: 16151709; PMCID: PMC3489319.

Kobayashi A, Kobayashi T, Kato K, Higuchi H, Takagishi K. Diagnosis of radiographically occult lumbar spondylolysis in young athletes by magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med*. 2013 Jan;41(1):169-76. doi: 10.1177/0363546512464946. Epub 2012 Nov 7. PMID: 23136176

Kolber M, Fiebert I. Addressing flexibility of the rectus femoris in the athlete with low back pain. *Strength Cond. J*. 2005;27:66-73.

Von Korff M. Studying the natural history of back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Sep 15;19(18 Suppl):2041S-2046S. doi: 10.1097/00007632-199409151-00005. PMID: 7801181.

Krivickas LS, Feinberg JH. Lower extremity injuries in college athletes: relation between ligamentous laxity and lower extremity muscle tightness. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996 Nov;77(11):1139-43. doi: 10.1016/s0003-9993(96)90137-9. PMID: 8931525.

Kruse D, Lemmen B. Spine injuries in the sport of gymnastics. *Curr Sports Med Rep*. 2009 Jan-Feb;8(1):20-8. doi: 10.1249/JSR.0b013e3181967ca6. PMID: 19142076.

Kums, T.; Erelina, J.; Gapeyeva, H.; Pääsuke, M. Spinal curvature and trunk muscle tone in rhythmic gymnasts and untrained girls. *J. Back Musculoskelet. Rehabil*. 2007;20:87-95

Kuo L, Chung W, Bates E, Stephen J. The hamstring index. *J Pediatr Orthop*. 1997 Jan-Feb;17(1):78-88. PMID: 8989707.

Laird RA, Gilbert J, Kent P, Keating JL. Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014 Jul 10;15:229. doi: 10.1186/1471-2474-15-229. PMID: 25012528; PMCID: PMC4096432.

Lambrinudi C. Adolescent and senile kiphosis. *Br Med J*. 1934 Nov 3;2(3852):800-820.2. doi: 10.1136/bmj.2.3852.800. PMID: 20778627; PMCID: PMC2446223.

Lang-Tapia M, España-Romero V, Anelo J, Castillo MJ. Differences on spinal curvature in standing position by gender, age and weight status using a noninvasive method. *J Appl Biomech*. 2011 May;27(2):143-50. doi: 10.1123/jab.27.2.143. PMID: 21576723.

Lawrence KJ, Elser T, Stromberg R. Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Phys Ther Sport*. 2016 Jul;20:56-60. doi: 10.1016/j.ptsp.2016.04.003. Epub 2016 Apr 13. PMID: 27234265.

Leboeuf-Yde, C.; et al. A Consensus Approach Toward the Standardization of Back Pain Definitions for Use in Prevalence Studies. *Spine* 2008, 33, 95–103.

Lee DK. Alternatives to P value: confidence interval and effect size. *Korean J Anesthesiol*. 2016 Dec;69(6):555-562. doi: 10.4097/kjae.2016.69.6.555. Epub 2016 Oct 25. PMID: 27924194; PMCID: PMC5133225.

Li Y, McClure PW, Pratt N. The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending. *Phys Ther*. 1996 Aug;76(8):836-45; discussion 845-9. doi: 10.1093/ptj/76.8.836. PMID: 8710963.

Lichota M, Plandowska M, Mil P. The Shape of Anterior-Posterior Curvatures of the Spine in Athletes Practising Selected Sports. *Polish Journal of Sport and Tourism* 2011;2:112–121.

Link CS, Nicholson GG, Shaddeau SA, Birch R, Gossman MR. Lumbar curvature in standing and sitting in two types of chairs: relationship of hamstring and hip flexor muscle length. *Phys Ther*. 1990 Oct;70(10):611-8. doi: 10.1093/ptj/70.10.611. PMID: 2217540.

Loebl WY. Measurement of spinal posture and range of spinal movement. *Ann Phys Med*. 1967 Aug;9(3):103-10. doi: 10.1093/rheumatology/9.3.103. PMID: 6037346.

López-Miñarro P, Alacid, F. Influence of hamstring muscle extensibility on spinal curvatures in young athletes. *Sci Sports*. 2010;25:188–193,

López-Miñarro P, Alacid F. Cifosis funcional y actitud cifótica lumbar en piragüistas adolescentes. *Retos Nuevas Tendencias en Educacion Física Deporte y Recreación*. 2010;17:5–9.

López-Miñarro P, Muyor J, Alacid F. Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in highly trained young kayakers. *Eur. J. Sport Sci*. 2012;12:469–474,.

Lundon K, Bolton K. Structure and function of the lumbar intervertebral disk in health, aging, and pathologic conditions. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2001 Jun;31(6):291-303; discussion 304-6. doi: 10.2519/jospt.2001.31.6.291. PMID: 11411624.

Marras WS, Jorgensen MJ, Granata KP, Wiand B. Female and male trunk geometry: size and prediction of the spine loading trunk muscles derived from MRI. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2001 Jan;16(1):38-46. doi: 10.1016/s0268-0033(00)00046-2. PMID: 11114442.

Martínez Victorio PA. Repercusión de la cortedad isquiosural sobre el plano sagital del raquis en adultos. [Tesis Doctoral]. Murcia (Spain): Universidad de Murcia;2005. Spanish

Martinez Victorio PA, Santonja F, Medina M. Cortedad isquiosural y raquis dorsolumbar. Relación y Patología. Editorial Académica Española, 2013 ISBN-13:978-3-659-06714

McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000 Jan 15;25(2):211-3. doi: 10.1097/00007632-200001150-00011. PMID: 10685485.

McClure PW, Esola M, Schreier R, Siegler S. Kinematic analysis of lumbar and hip motion while rising from a forward, flexed position in patients with and without a history of low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997 Mar 1;22(5):552-8. doi: 10.1097/00007632-199703010-00019. PMID: 9076888.

McGill SM. The mechanics of torso flexion: situps and standing dynamic flexion manoeuvres. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1995 Jun;10(4):184-192. doi: 10.1016/0268-0033(95)91396-v. PMID: 11415551.

McGill SM. Low back disorders. Evidence-based prevention and rehabilitation. Champaign: Human Kinetics 2002.

McGill SM. Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation; 3rd ed.; Human Kinetics Australia: Lower Mitcham, South Australia. 2015; ISBN 9781492585565.

McPherson AL, Nagai T, Schilaty ND, Hale R, Hewett TE, Bates NA. High school male basketball athletes exhibit greater hamstring muscle stiffness than females as assessed with shear wave elastography. *Skeletal Radiol*. 2020 Aug;49(8):1231-1237. doi: 10.1007/s00256-020-03397-w. Epub 2020 Mar 3. PMID: 32123955; PMCID: PMC7305958.

Mellin G. Measurement of thoracolumbar posture and mobility with a Myrin inclinometer. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1986 Sep;11(7):759-62. doi: 10.1097/00007632-198609000-00019. PMID: 3787350.

Mellin G. Correlation of Spinal mobility with degree the degree of chronic low back pain after correction for age and anthropometric factors. *Spine* 1987; 12: 464-468.

Mellin G. Correlations of hip mobility with degree of back pain and lumbar spinal mobility in chronic low-back pain patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988 Jun;13(6):668-70. PMID: 2972070.

Mellin G, Poussa M. Spinal mobility and posture in 8- to 16-year-old children. *J Orthop Res*. 1992 Mar;10(2):211-6. doi: 10.1002/jor.1100100208. PMID: 1740739.

Micheli LJ, Wood R. Back pain in young athletes. Significant differences from adults in causes and patterns. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1995 Jan;149(1):15-8. doi: 10.1001/archpedi.1995.02170130017004. PMID: 7827653.

Mierau D, Cassidy JD, Yong-Hing K. Low-back pain and straight leg raising in children and adolescents. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989 May;14(5):526-8. doi: 10.1097/00007632-198905000-00010. PMID: 2524892.

Milne RA, Mierau DR. Hamnstring distensibility in the general population; relationship to pelvic and low back stress. *J Manipulative and Physiol Therapies* 1979;2:146-150.

Mistry G, Vyas N, Sheth M. Comparison of Hamstrings Flexibility in Subjects with Chronic Low Back Pain versus Normal Individuals. *J. Clin. Exp. Res*. 2014

Moe JH, Winter RB, Bradford DS, Lonstein JE. Deformaciones de la Columna Vertebral. Barcelona: Salvat, 1982.

Moll JM, Wright V. Normal range of spinal mobility. An objective clinical study. *Ann Rheum Dis*. 1971 Jul;30(4):381-6. doi: 10.1136/ard.30.4.381. PMID: 5557779; PMCID: PMC1005796.

Moreno-Alcaraz VJ, Cejudo A, Sainz de Baranda P. Injury types and frequency in Spanish inline hockey players. *Phys Ther Sport*. 2020 Mar;42:91-99. doi: 10.1016/j.pts.2020.01.003. Epub 2020 Jan 8. PMID: 31954960.

Morris CE, Bonnefin D, Darville C. The Torsional Upper Crossed Syndrome: A multi-planar update to Janda's model, with a case series introduction of the mid-pectoral fascial lesion as an associated etiological factor. *J Bodyw Mov Ther*. 2015 Oct;19(4):681-9. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.08.008. Epub 2015 Aug 29. PMID: 26592225.

Rooh UI Muazzam M, Abbas S, Abbas S, Rafi MA. Frequency of low back pain in young adults and its relationship with different mattresses. *J Pak Med Assoc*. 2021 Sep;71(9):2177-2180. doi: 10.47391/JPMA.03-494. PMID: 34580510.

Muyor J, Alacid F, Rodríguez-García P, López-Miñarro P. Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic inclination in athletes. *Int. J. Morphol*. 2012;30:176-181.

Nachemson AL. Disc pressure measurements. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1981 Jan-Feb;6(1):93-7. doi: 10.1097/00007632-198101000-00020. PMID: 7209680.

Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, Deprince M. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Jan;34(1):9-16. doi: 10.1097/00005768-200201000-00003. PMID: 11782641.

Napiontek M, Czubak J. Hamstring shortening: postural defect or congenital contracture. *J Pediatr Orthop B*. 1998 Jan;7(1):71-6. PMID: 9481662.

Neumann D, *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundation for Rehabilitation*; Mosby, Inc.: New York, NY, USA, 2013; ISBN 9780323039895.

Noormohammadpour P, Mirzaei S, Moghadam N, Mansournia MA, Kordi R. comparison of lateral abdominal muscle thickness in young male soccer players with and without low back pain. *Int J Sports Phys Ther*. 2019 Apr;14(2):273-281. PMID: 30997279; PMCID: PMC6449017.

Norris C, Matthews M. Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: An initial evaluation. *J. Bodyw. Mov. Ther*. 2006;10:122-126,

Norton BJ, Sahrman SA, Van Dillen LR. Differences in measurements of lumbar curvature related to gender and low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004 Sep;34(9):524-34. doi: 10.2519/jospt.2004.34.9.524. PMID: 15493520.

Nachemson A, Morris JM. in vivo measurements of intradiscal pressure disometry, a method for the determination of pressure in the lower lumbar discs. *J Bone Joint Surg Am*. 1964 Jul;46:1077-92. PMID: 14193834.

Nachemson AL. Disc pressure measurements. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1981 Jan-Feb;6(1):93-7. doi: 10.1097/00007632-198101000-00020. PMID: 7209680.

Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, Deprince M. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Jan;34(1):9-16. doi: 10.1097/00005768-200201000-00003. PMID: 11782641.

Ng JK, Kippers V, Richardson CA, Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine: reliability of measurement and normative values. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 Jan 1;26(1):53-60. doi: 10.1097/00007632-200101010-00011. PMID: 11148646.

Nikolaidis PT, Buško K, Clemente FM, Tasiopoulos I, Knechtle B. Age- and sex-related differences in the anthropometry and neuromuscular fitness of competitive taekwondo athletes. *Open Access J Sports Med*. 2016 Dec 7;7:177-186. doi: 10.2147/OAJSM.S120344. PMID: 27994489; PMCID: PMC5153264.

Nixon J. Intervertebral disc mechanics: a review. *J R Soc Med*. 1986 Feb;79(2):100-4. doi: 10.1177/014107688607900211. PMID: 3512822; PMCID: PMC1290192.

Norris C, Matthews M. Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: An initial evaluation. *J. Bodyw. Mov. Ther*. 2006;10:122-126.

Norton BJ, Sahrman SA, Van Dillen LR. Differences in measurements of lumbar curvature related to gender and low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004 Sep;34(9):524-34. doi: 10.2519/jospt.2004.34.9.524. PMID: 15493520.

Nourbakhsh MR, Arab AM. Relationship between mechanical factors and incidence of low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2002 Sep;32(9):447-60. doi: 10.2519/jospt.2002.32.9.447. PMID: 12322811.

Nyland J, Kocabay Y, Caborn D. Sex Differences in Perceived Importance of Hamstring Stretching among High School Athletes. *Percept. Mot. Ski*. 2016;99;3-11.

O'Brien K, Culham E, Pickles B. Balance and skeletal alignment in a group of elderly female fallers and nonfallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1997 Jul;52(4):B221-6. doi: 10.1093/gerona/52a.4.b221. PMID: 9224428.

Ohlén G, Spangfort E, Tingvall C. Measurement of spinal sagittal configuration and mobility with Debrunner's kyphometer. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989 Jun;14(6):580-3. doi: 10.1097/00007632-198906000-00006. PMID: 2749372.

Ohlen G, Aaro S, Bylund P. The sagittal configuration and mobility of the spine in idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988 Apr;13(4):413-6. doi: 10.1097/00007632-198804000-00008. PMID: 3406850.

Ohlén G, Wredmark T, Spangfort E. Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989 Aug;14(8):847-50. doi: 10.1097/00007632-198908000-00013. PMID: 2528818.

Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med*. 2012 Mar 1;42(3):209-26. doi: 10.2165/11594800-000000000-00000. PMID: 22239734.

Paquet N, Malouin F, Richards CL, Dionne JP, Comeau F. Validity and reliability of a new electrogoniometer for the measurement of sagittal dorsolumbar movements. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991 May;16(5):516-9. doi: 10.1097/00007632-199105000-00005. PMID: 2052993.

Pasanen K, Rossi M, Parkkari J, Kannus P, Heinonen A, Tokola K, Myklebust G. Low Back Pain in Young Basketball and Floorball Players. *Clin J Sport Med*. 2016 Sep;26(5):376-80. doi: 10.1097/JSM.0000000000000263. PMID: 26513389.

Pastor A. Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural en jóvenes nadadores de élite españoles [Tesis Doctoral]. Murcia (Spain): Universidad de Murcia; 2000. Spanish

Pastor A, Santonja F, Ferrer V, Domínguez F, Canteras M. Determinación del morfotipo sagital de la columna de jóvenes nadadores de elite españoles. *Selección* 2002;11:268-269.

Patel K. *Corrective Exercise: A Practical Approach*. Routledge: London, UK, 2014

Patel DR, Kinsella E. Evaluation and management of lower back pain in young athletes. *Transl Pediatr*. 2017 Jul;6(3):225-235. doi: 10.21037/tp.2017.06.01. PMID: 28795014; PMCID: PMC5532202.

Peña WA. *Educación Física y Salud: Programa para la Mejora del Raquis en el Plano Sagital y la Extensibilidad Isquiosural en Secundaria*. [Tesis doctoral]. Murcia(Spain):Universidad de Murcia; 2010.Spanish.

Pereira A, Teixeira C, Pereira K, Ferreira L, Marques M, Silva AG. Neural Mobilization Short-Term Dose Effect on the Lower-Limb Flexibility and Performance in Basketball Athletes: A Randomized, Parallel, and Single-Blinded Study. *J Sport Rehabil*. 2021 May 25;30(7):1060-1066. doi: 10.1123/jsr.2020-0389. PMID: 34034229.

Phalen GS, Dickson JA. Spondylolisthesis and Tight Hamstrings. *J Bone Joint Surg* 1961;43-A:505-512.

Barash HL, Galante JO, Lambert CN, Ray RD. Spondylolisthesis and tight hamstrings. *J Bone Joint Surg Am*. 1970 Oct;52(7):1319-28. PMID: 4918848.

Portek I, Percy MJ, Reader GP, Mowat AG. Correlation between radiographic and clinical measurement of lumbar spine movement. *Br J Rheumatol*. 1983 Nov;22(4):197-205. doi: 10.1093/rheumatology/22.4.197. PMID: 6652384.

Purcell L, Micheli L. Low back pain in young athletes. *Sports Health*. 2009 May;1(3):212-22. doi: 10.1177/1941738109334212. PMID: 23015874; PMCID: PMC3445254.

Radwan A, Bigney KA, Buonomo HN, Jarmak MW, Moats SM, Ross JK, Tatarevic E, Tomko MA. Evaluation of intra-subject difference in hamstring flexibility in patients with low back pain: An exploratory study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014 Jun 24. doi: 10.3233/BMR-140490. Epub ahead of print. PMID: 24968796.

Raftry SM, Marshall PW. Does a 'tight' hamstring predict low back pain reporting during prolonged standing? *J Electromyogr Kinesiol*. 2012 Jun;22(3):407-11. doi: 10.1016/j.jelekin.2012.02.008. Epub 2012 Mar 6. PMID: 22397821.

Rajabi R, Doherty P, Goodarzi M, Hemayattalab R. Comparison of thoracic kyphosis in two groups of elite Greco-Roman and freestyle wrestlers and a group of non-athletic participants. *Br J Sports Med*. 2008 Mar;42(3):229-32; discussion 232. doi: 10.1136/bjism.2006.033639. Epub 2007 Jul 5. PMID: 17615172.

Rajabi R, Mobarakabadi L, Alizadhen HM, Hendrick P. Thoracic kyphosis comparisons in adolescent female competitive field hockey players and untrained controls. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012 Oct;52(5):545-50. PMID: 22976742.

Raza A, Jamshaid M, Riaz T, Bashir I, Majeed I, Akram W, Town Lahore J. Correlation of back pain with obesity and posture among teenagers. *Anaesth. Pain Intensive Care*. 2017;21:112-116.

Jandre Reis FJ, Macedo AR. Influence of Hamstring Tightness in Pelvic, Lumbar and Trunk Range of Motion in Low Back Pain and Asymptomatic Volunteers during Forward Bending. *Asian Spine J*. 2015 Aug;9(4):535-40. doi: 10.4184/asj.2015.9.4.535. Epub 2015 Jul 28. PMID: 26240711; PMCID: PMC4522442.

Reynolds PM. Measurement of spinal mobility: a comparison of three methods. *Rheumatol Rehabil*. 1975 Aug;14(3):180-5. doi: 10.1093/rheumatology/14.3.180. PMID: 1162237.

Ríos de Moya R. Evaluación a los Nueve años del Programa de Atención al niño Estudio de Factores Antropométricos, Cardiovasculares y de la Columna Vertebral. [Tesis Doctoral].Murcia(Spain):Universidad de Murcia; 2012.Spanish.

Risser JC. The Iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clin Orthop*. 1958;11:111-9. PMID: 13561591.

Rodríguez PL. Educación Física y salud del escolar: Programa para la mejora de la extensibilidad isquiosural y del raquis en el plano sagital [Tesis Doctoral].Granada(Spain):Universidad de Granada;1998.Spanish

Roaf R. Vertebral growth and its mechanical control. *J Bone Joint Surg Br*. 1960 Feb;42-B:40-59. doi: 10.1302/0301-620X.42B1.40. PMID: 13854527.

Rockey, A. The Relationship between Anterior Pelvic Tilt, Hamstring Extensibility and Hamstring Strength; University of North Carolina: Greensboro, NC, USA, 2008.

Rodríguez-García, P.; López-Miñarro, P.; Yuste, J.; Sáinz de Baranda, P. Comparison of hamstring criterion-related validity, sagittal spinal curvatures, pelvic tilt and score between sit-and-reach and toe-touch tests in athletes. *Med. Dello Sport* 2008, 61, 11-20.

Roffey DM, Wai EK, Bishop P, Kwon BK, Dagenais S. Causal assessment of awkward occupational postures and low back pain: results of a systematic review. *Spine J*. 2010 Jan;10(1):89-99. doi: 10.1016/j.spinee.2009.09.003. Epub 2009 Nov 11. PMID: 19910263.

Roncarati A, McMullen W. Correlates of low back pain in a general population sample: a multidisciplinary perspective. *J Manipulative Physiol Ther*. 1988 Jun;11(3):158-64. PMID: 2969027.

Rooh UI Muazzam M, Abbas S, Abbas S, Rafi MA. Frequency of low back pain in young adults and its relationship with different mattresses. *J Pak Med Assoc*. 2021 Sep;71(9):2177-2180. doi: 10.47391/JPMA.03-494. PMID: 34580510.

Salisbury PJ, Porter RW. Measurement of lumbar sagittal mobility. A comparison of methods. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1987 Mar;12(2):190-3. doi: 10.1097/00007632-198703000-00017. PMID: 3296235.

Salminen JJ, Maki P, Oksanen A, Pentti J. Spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old schoolchildren with and without low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992 Apr;17(4):405-11. doi: 10.1097/00007632-199204000-00005. PMID: 1533731.

Salminen JJ, Oksanen A, Mäki P, Pentti J, Kujala UM. Leisure time physical activity in the young. Correlation with low-back pain, spinal mobility and trunk muscle strength in 15-year-old school children. *Int J Sports Med*. 1993 Oct;14(7):406-10. doi: 10.1055/s-2007-1021200. PMID: 8244608.

Sainz de Baranda Andújar P. Educación física, Salud y Actividad Extraescolar: Programa para la mejora del raquis en el plano sagital y extensibilidad isquiosural en Enseñanza Primaria [Tesis Doctoral].Murcia(Spain):Universidad de Murcia;2002. Spanish

Sainz de Baranda, P.; Santonja-Medina, F.; Rodríguez-Iniesta, M. Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *RICYDE Rev. Int. Cienc. Deporte* 2009, 5, 21-33.

Sainz de Baranda, P.; Santonja-Medina, F.; Rodríguez-Iniesta, M. Training time and sagittal curvature of the spine in trampolin gymnasts. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* 2010, 10, 521-536,

Sáinz de Baranda P, Ayala F, Cejudo A, Santonja F. Descripción y análisis de la utilidad de las pruebas Sit-And-R reach para la estimación de la flexibilidad de la

musculatura isquiosural. *Revista Española de Educación Física y Deportes*. 2012; 393: 119-133.

Sainz de Baranda P, Rodríguez-Iniesta M, Ayala F, Santonja F, Cejudo A. Determination of the criterion-related validity of hip joint angle test for estimating hamstring flexibility using a contemporary statistical approach. *Clin J Sport Med*. 2014 Jul;24(4):320-5. doi: 10.1097/JSM.000000000000079. PMID: 24451690.

Sainz de Baranda P, Cejudo A, Moreno-Alcaraz VJ, Martínez-Romero MT, Aparicio-Sarmiento A, Santonja-Medina F. Sagittal spinal morphotype assessment in 8 to 15 years old Inline Hockey players. *PeerJ*. 2020 Jan 2;8:e8229. doi: 10.7717/peerj.8229. PMID: 31915572; PMCID: PMC6942677.

Sainz de Baranda P, Andújar P, Collazo-Diéguez M, Pastor A, Santonja-Renedo F, Martínez-Romero MT, Aparicio-Sarmiento A, Cejudo A, Rodríguez-Ferrán O, Santonja-Medina F. Sagittal standing spinal alignment and back pain in 8 to 12-year-old children from the Region of Murcia, Spain: The ISQUIOS Program. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2020;33(6):1003-1014. doi: 10.3233/BMR-191727. PMID: 32924979.

Sainz de Baranda, P.; Santonja-Medina, F.; Rodríguez-Iniesta, M. Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *RICYDE Rev. Int. Cienc. Deporte* 2009, 5, 21–33,

Sainz de Baranda, P.; Santonja-Medina, F.; Rodríguez-Iniesta, M. Training time and sagittal curvature of the spine in trampolin gymnasts. *Rev. Int. Med. Cienc. Act. Fís. Deporte* 2010, 10, 521–536.

Sainz de Baranda P, Cejudo A, Martínez-Romero MT, Aparicio-Sarmiento A, Rodríguez-Ferrán O, Collazo-Diéguez M, Hurtado-Avilés J, Andújar P, Santonja-Medina F. Sitting Posture, Sagittal Spinal Curvatures and Back Pain in 8 to 12-Year-Old Children from the Region of Murcia (Spain): ISQUIOS Programme. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 9;17(7):2578. doi: 10.3390/ijerph17072578. PMID: 32283720; PMCID: PMC7177740.

Santonja F. Reconocimiento del aparato locomotor durante la edad escolar. En: Santonja F, Martínez I, eds. *Valoración Médico-Deportiva del Escolar*. Murcia: Secretaría de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Murcia, 1992; 259-277.

Santonja, F. Las desviaciones sagitales del raquis y su relación con la práctica deportiva. In *Escolar, Medicina y Deporte*; Ferrer, V., Martínez, L., Santonja, F., Eds.; Diputación Provincial: Albacete, 1996; 251–268.

Santonja F, Martínez I. Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. Clínica y exploración de las alteraciones axiales del raquis. En: Santonja F, Martínez I, eds. *Valoración Médico-Deportiva del Escolar*. Murcia: Secretaría de Publicaciones e Intercambio Científico. Universidad de Murcia, 1992; 245-58.

Santonja F, Genovés JL. Radiología. Consideraciones en Ortopedia. En: Santonja F, Martínez I. *Valoración Médico-Deportiva del Escolar*. Murcia: Universidad de Murcia, 1992; 279-302.

Santonja F, Andújar P, Martínez I. Ángulo Lumbo-Horizontal y valoración de repercusiones del Síndrome de Isquiosurales Cortos. *Apuntes* 1994; 31(120): 103-111.

Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración clínica del síndrome de isquiosurales cortos. *Selección* 1995; 4(2): 81-91.

Santonja F, Ferrer V, Martínez I. Exploración radiográfica ante la cortedad isquiosural. *Selección* 1995; 4(3): 137-45.

Santonja, F.; Pastor, A.; Andújar, P. Cifosis y lordosis. En *Cirugía Menor y Procedimientos en Medicina de Familia*, 2nd ed.; Arribas, J.M., Castelló, J.R., Rodríguez, N., Santonja, F., Plazas, N. Eds.; Jarpyo Editores: Madrid, 2006; Volumen 4, pp. 1551–1562.

Santonja Medina FM, Sainz De Baranda Andújar P, Rodríguez García PL, López Miñarro PA, Canteras Jordana M. Effects of frequency of static stretching on straight-leg raise in elementary school children. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007 Sep;47(3):304-8. PMID: 17641597.

Santonja Medina, F. Patente de invención: P9400069 "Isquiogoniómetro para la medida de la amplitud de la flexión de la cadera", Fecha de Solicitud: 14 de enero de 1994. Fecha de Concesión: 14 de enero de 1998.

Santonja-Medina F, Collazo-Diéguez M, Martínez-Romero MT, Rodríguez-Ferrán O, Aparicio-Sarmiento A, Cejudo A, Andújar P, Sainz de Baranda P. Classification System of the Sagittal Integral Morphotype in Children from the ISQUIOS Programme (Spain). *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Apr 4;17(7):2467. doi: 10.3390/ijerph17072467. PMID: 32260344; PMCID: PMC7177434.

Santonja-Medina F, Santonja-Renedo S, Cejudo A, Ayala F, Ferrer V, Pastor A, Collazo-Diéguez M, Rodríguez-Ferrán O, Andújar P, Sainz de Baranda P. Straight Leg Raise Test: Influence of LumboSant© and assistant examiner in hip, pelvis tilt and lumbar lordosis. *Symmetry* 2020, 12(6), 927;

Santonja Medina F, Andújar Ortuño P, Sainz de Baranda P: Desalineaciones sagitales del raquis. En: Santonja F. *Manual de Exploración Musculoesquelética*. Madrid: Panamericana, 2022 49-60.

Santonja Medina F. Cejudo A, Ayala Rodríguez A, Sainz de Baranda P. Cortedades musculotendinosas de las extremidades inferiores. En: Santonja Medina F. *Manual de exploración musculoesquelética*. Madrid: Panamericana, 2022: 189-200.

Santonja Renedo F. Efectos de un Programa de Educación Postural Sobre el Morfotipo Sagital del Raquis y la Extensibilidad Isquiósural: Estudio Multicéntrico en Escolares de Educación Primaria.[Tesis Doctoral].Murcia (Spain):Universidad de Murcia;2017.Spanish.

Santonja Renedo S. Efectos de la utilización del soporte lumbar LumboSant, junto a un explorador auxiliar sobre el resultado final del test de elevación de la pierna recta.[Tesis Doctoral].Murcia(Spain):Universidad de Murcia;2020.Spanish.

Santos ES, Bernardes JM, Noll M, Gómez-Salgado J, Ruiz-Frutos C, Dias A. Prevalence of Low Back Pain and Associated Risks in School-Age Children. *Pain Manag Nurs*. 2021 Aug;22(4):459-464. doi: 10.1016/j.pmn.2021.01.017. Epub 2021 Feb 27. PMID: 33648851.

Sanz-Mengibar JM, Sainz-de-Baranda P, Santonja-Medina F. Training intensity and sagittal curvature of the spine in male and female artistic gymnasts. *J Sports Med Phys Fitness*. 2018 Apr;58(4):465-471. doi: 10.23736/S0022-4707.17.06880-3. Epub 2017 Feb 14. PMID: 28198603.

Sarcevic ZZ, Tepavcevic A. Association Among Dyskinesia of the Lumbar Spine Segment, Inclination Angle of the Lumbosacral Spine, and Low Back Pain in Young Athletes: A Predictive Correlational Study. *J Manipulative Physiol Ther*. 2020 Jul-Aug;43(6):646-654. doi: 10.1016/j.jmpt.2019.12.005. Epub 2020 Aug 26. PMID: 32861522.

Sato M, Mase Y, Sairyō K. Active stretching for lower extremity muscle tightness in pediatric patients with lumbar spondylolysis. *J Med Invest*. 2017;64(1.2):136-139. doi: 10.2152/jmi.64.136. PMID: 28373610.

Saur PM, Ensink FB, Frese K, Seeger D, Hildebrandt J. Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of

trunk flexibility. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 Jun 1;21(11):1332-8. doi: 10.1097/00007632-199606010-00011. PMID: 8725925.

Schmörl G, Junghanns H. Die gesunde und die kranke wirbelsäule in röntgenbild und clinic, 5. Aufl. Stuttgart, Thieme. 1968.

Segura D. Programa de Musculación para Desalineaciones Sagitales del Raquis en Adultos Jóvenes.[Tesis Doctoral].Murcia(Spain):Universidad de Murcia;2009.Spanish

Seidi F, Bayattork M, Minoonejad H, Andersen LL, Page P. Comprehensive corrective exercise program improves alignment, muscle activation and movement pattern of men with upper crossed syndrome: randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2020 Nov 26;10(1):20688. doi: 10.1038/s41598-020-77571-4. PMID: 33244045; PMCID: PMC7692548.

Serranheira F, Sousa-Uva M, Heranz F, Kovacs F, Sousa-Uva A. Low Back Pain (LBP), work and absenteeism. *Work*. 2020;65(2):463-469. doi: 10.3233/WOR-203073. PMID: 32007966.

Sivanich A, Shultz J, Raja A. Chronic Lumbar Spondylolysis in an Adolescent Hockey Player. *JBSJ Journal of Orthopaedics for Physician Assistants*. 2018;6, e39.

Small K, McNaughton LR, Greig M, Lohkamp M, Lovell R. Soccer fatigue, sprinting and hamstring injury risk. *Int J Sports Med*. 2009 Aug;30(8):573-8. doi: 10.1055/s-0029-1202822. Epub 2009 May 19. Erratum in: *Int J Sports Med*. 2009 Aug;30(8):578. PMID: 19455478.

Smith LK, Lelas JL, Kerrigan DC. Gender differences in pelvic motions and center of mass displacement during walking: stereotypes quantified. *J Womens Health Gen Based Med*. 2002 Jun;11(5):453-8. doi: 10.1089/15246090260137626. PMID: 12165162.

Somhegyi A, Ratko I. Hamstring tightness and Scheuermann's disease. Commentary. *Am J Phys Med Rehabil*. 1993 Feb;72(1):44. doi: 10.1097/00002060-199302000-00010. PMID: 8431267.

Standaert CJ, Herring SA. Spondylolysis: a critical review. *Br J Sport Med* 2000; 34: 415-422.

Standaert CJ, Herring SA. Expert opinion and controversies in sports and musculoskeletal medicine: the diagnosis and treatment of spondylolysis in adolescent athletes. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Apr;88(4):537-40. doi: 10.1016/j.apmr.2007.01.007. PMID: 17398258.

Stokes IA, Aberly JM. Influence of the hamstring muscles on lumbar spine curvature in sitting. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1980 Nov-Dec;5(6):525-8. doi: 10.1097/00007632-198011000-00007. PMID: 7466461.

Stutchfield B, Coleman S. The relationships between hamstring flexibility, lumbar flexion, and low back pain in rowers. *Eur. J. Sport Sci*. 2006;6:255-260.

Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc*. 1992 Dec;24(12):1383-9. PMID: 1470022.

Swärd L, Hellstrom M, Jacobsson B, Péterson L. Back pain and radiologic changes in the thoraco-lumbar spine of athletes. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1990 Feb;15(2):124-9. doi: 10.1097/00007632-199002000-00015. PMID: 2139242.

Takata K, Takahashi K. Hamstring tightness and sciatica in young patients with disc herniation. *J Bone Joint Surg Br*. 1994 Mar;76(2):220-4. PMID: 8113280.

Tertti M, Paajanen H, Kujala UM, Alanen A, Salmi TT, Kormanen M. Disc degeneration in young gymnasts. A magnetic resonance imaging study. *Am J Sports*

Med. 1990 Mar-Apr;18(2):206-8. doi: 10.1177/036354659001800216. PMID: 2140492.

Trainor TJ, Trainor MA. Etiology of low back pain in athletes. *Curr Sports Med Rep.* 2004 Feb;3(1):41-6. doi: 10.1249/00149619-200402000-00008. PMID: 14728913.

Tribastone F. *Compendio de Gimnasia correctiva.* Barcelona: Paidotribo, 1991.

Toppenberg RM, Bullock MI. The interrelation of spinal curves, pelvic tilt and muscle lengths in the adolescent female. *Aust J Physiother.* 1986;32(1):6-12. doi: 10.1016/S0004-9514(14)60638-3. PMID: 25026316.

Trompeter K, Fett D, Platen P. Prevalence of Back Pain in Sports: A Systematic Review of the Literature. *Sports Med.* 2017 Jun;47(6):1183-1207. doi: 10.1007/s40279-016-0645-3. PMID: 28035587; PMCID: PMC5432558.

Uetake T, Ohtsuke F, Tanaka H.; Shindo M. The vertebral curvature of sportsmen. *J. Sports Sci.* 1998;16:621-628.

Van Dillen LR, Bloom NJ, Gombatto SP, Susco TM. Hip rotation range of motion in people with and without low back pain who participate in rotation-related sports. *Phys Ther Sport.* 2008 May;9(2):72-81. doi: 10.1016/j.ptsp.2008.01.002. PMID: 19081817; PMCID: PMC2597839.

Van Wingerden JP, Vleeming A, Buyruk HM, Raissadat K. Stabilization of the sacroiliac joint in vivo: verification of muscular contribution to force closure of the pelvis. *Eur Spine J.* 2004 May;13(3):199-205. doi: 10.1007/s00586-003-0575-2. Epub 2004 Feb 24. PMID: 14986072; PMCID: PMC3468133.

Vaquero-Cristóbal R, Esparza-Ros F, Gómez-Durán R, Martínez-Ruiz E, Muyor J.M, Alacid F, López-Miñarro PA. Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedentación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas. *Arch. Med. Deport.* 2015;32:87-93.

Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 2005 Feb;87(2):260-7. doi: 10.2106/JBJS.D.02043. PMID: 15687145.

Wand BM, O'Connell NE. Chronic non-specific low back pain - sub-groups or a single mechanism? *BMC Musculoskelet Disord.* 2008 Jan 25;9:11. doi: 10.1186/1471-2474-9-11. PMID: 18221521; PMCID: PMC2266926.

Wells KF, Dillon EK. The sit-and-reach. A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly.* 1952;23:115-118.

White AA 3rd, Panjabi MM, Thomas CL. The clinical biomechanics of kyphotic deformities. *Clin Orthop Relat Res.* 1977 Oct;(128):8-17. PMID: 598178.

Whitehead CL, Hillman SJ, Richardson AM, Hazlewood ME, Robb JE. The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects. *Gait Posture.* 2007 Jun;26(1):90-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.07.011. Epub 2006 Sep 1. PMID: 16949826.

Wilke HJ, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE. New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999 Apr 15;24(8):755-62. doi: 10.1097/00007632-199904150-00005. PMID: 10222525.

Wilke H, Neef P, Hinz B, Seidel H, Claes L. Intradiscal pressure together with anthropometric data--a data set for the validation of models. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2001;16 Suppl 1:S111-26. doi: 10.1016/s0268-0033(00)00103-0. PMID: 11275349.

Williams PL, Warwick R. Gray Anatomía, t 1, reimpression. Barcelona: Salvat, 1986.

Wilson F, Ardern CL, Hartvigsen J, Dane K, Trompeter K, Trease L, Vinther A, Gissane C, McDonnell SJ, Caneiro JP, Newlands C, Wilkie K, Mockler D, Thornton JS. Prevalence and risk factors for back pain in sports: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2020 Oct 19;bjssports-2020-102537. doi: 10.1136/bjssports-2020-102537. Epub ahead of print. PMID: 33077481.

Witvrouw E, Bellemans J, Lysens R, Danneels L, Cambier D. Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study. *Am J Sports Med.* 2001 Mar-Apr;29(2):190-5. doi: 10.1177/03635465010290021201. PMID: 11292044.

Witvrouw E, Van Tiggelen D, Willems, T. Risk Factors and Prevention of Anterior Knee Pain. In *Anterior Knee Pain and Patellar Instability*; London, 2006.

Wodecki P, Guigui P, Hanotel MC, Cardinne L, Deburge A. Equilibre sagittal du rachis: étude comparative entre une population de footballeurs et de sujets non-sportifs [Sagittal alignment of the spine: comparison between soccer players and subjects without sports activities]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2002 Jun;88(4):328-36. French. PMID: 12124531.

Wojtys EM, Ashton-Miller JA, Huston LJ, Moga PJ. The association between athletic training time and the sagittal curvature of the immature spine. *Am J Sports Med.* 2000 Jul-Aug;28(4):490-8. doi: 10.1177/03635465000280040801. PMID: 10921639.

Yabe Y, Hagiwara Y, Sekiguchi T, Momma H, Tsuchiya M, Kanazawa K, Yoshida S, Sogi Y, Onoki T, Suzuki K, Takahashi T, Itoi E, Nagatomi R. Low Back Pain in Young Sports Players: A Cross-sectional Study in Japan. *Spine (Phila Pa 1976).* 2021 Sep 1;46(17):1154-1159. doi: 10.1097/BRS.0000000000003978. PMID: 34384092.

Yabe Y, Hagiwara Y, Sekiguchi T, Momma H, Tsuchiya M, Kanazawa K, Itaya N, Yoshida S, Sogi Y, Yano T, Onoki T, Itoi E, Nagatomi R. High prevalence of low back pain among young basketball players with lower extremity pain: a cross-sectional study. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2020 Jul 6;12:40. doi: 10.1186/s13102-020-00189-6. PMID: 32655870; PMCID: PMC7339456.

Yasukouchi A, Isayama T. The relationships between lumbar curves, pelvic tilt and joint mobilities in different sitting postures in young adult males. *Appl Human Sci.* 1995 Jan;14(1):15-21. doi: 10.2114/ahs.14.15. PMID: 7621129.

Youdas JW, Garrett TR, Egan KS, Therneau TM. Lumbar lordosis and pelvic inclination in adults with chronic low back pain. *Phys Ther.* 2000 Mar;80(3):261-75. PMID: 10696153.

Yu CY, Tsai KH, Hu WP, Lin RM, Song HW, Chang GL. Geometric and morphological changes of the intervertebral disc under fatigue testing. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2003 Jul;18(6):S3-9. doi: 10.1016/s0268-0033(03)00078-0. PMID: 12828908.

Zanatelli MM, Guimarães AV, Storte GR, Velloso N, Emidio MV, Peruzzetto MC, Bastos PAS. Prevalence of low back pain in Port of Santos workers. *Rev Bras Med Trab.* 2021 Aug 4;19(2):173-180. doi: 10.47626/1679-4435-2021-580. PMID: 34603413; PMCID: PMC8447643.

Zawadka M, Skublewska-Paszkowska M, Gawda P, Lukasik E, Smolka J, Jablonski M. What factors can affect lumbopelvic flexion-extension motion in the sagittal plane?: A literature review. *Hum Mov Sci.* 2018 Apr;58:205-218. doi: 10.1016/j.humov.2018.02.008. Epub 2018 Mar 12. PMID: 29482120.

Zhu Q, Gu R, Yang X, Lin Y, Gao Z, Tanaka Y. Adolescent lumbar disc herniation and hamstring tightness: review of 16 cases. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006 Jul 15;31(16):1810-4. doi: 10.1097/01.brs.0000226047.83475.e4. PMID: 16845356.

