



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

**Estudio de la Fuerza y Disposición del
Core de los Paracaidistas Acrobáticos
del Ejército del Aire**

D^a Carolina López Sánchez

2019



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

ESTUDIO DE LA FUERZA Y DISPOSICIÓN DEL
CORE DE LOS PARACAIDISTAS ACROBÁTICOS
DEL EJÉRCITO DEL AIRE

Tesis doctoral presentada por:
CAROLINA LÓPEZ SÁNCHEZ

Dirigida por:
IGNACIO MARTÍNEZ GONZÁLEZ-MORO
VICENTE FERRER LÓPEZ

2019

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Militar de Paracaidismo Méndez Parada y a sus Directores, los Coroneles D. Antonio Sánchez Flores, D. Fernando Goy Martín y D. Francisco Javier Fernández Fernández, que la han dirigido durante la realización de este trabajo y a los Tenientes Coroneles Jefes de Estudio D. Pedro A. Díaz Herrero, D. José Pablo Aldama Guillen y D. Francisco Luis Martín Siverio, por las facilidades que nos han dado y el afecto con el que nos han acogido.

A los integrantes de la Patrulla Acrobática de Paracaidismo del Ejército del Aire por su voluntariado y disposición, especialmente a su jefe, Capitán Don Jose Luis Lomas Albaladejo

Al Prof. D. Vicente Ferrer López por su codirección y a mis compañeras Raquel Vaquero Cristóbal, Gloria Berepiki Escobar y Begoña Martínez Valero por su colaboración en la realización de las exploraciones y tomas de datos..

A mi familia y pareja por estar siempre apoyándome en todo lo que me propongo realizar, confiar en mí y como no, tolerar mi nivel de estrés que he podido mostrar en numerosas ocasiones. Queriendo resaltar a mi madre por no dejar nunca que mire atrás, ni siquiera para tomar impulso, y enseñarme que una toalla puede que nunca llegue a tocar el suelo, porque rendirse no es una opción y todo lo que comenzamos debemos finalizarlo.

A mis amigas por los ánimos y el apoyo que en todo momento me han proporcionado. Por estar presentes para darme ese impulso que me hace renovar el aire y continuar con más fuerza.

Y por último y no menos importante, a mi tutor, Doctor Ignacio Martínez González-Moro por introducirme en el ámbito de la investigación, por su constante guía, su apoyo, enorme paciencia y dedicación que ha mostrado en todo momento. Y resaltar algo importante para mí es aquella visualización que me ha proporcionado del final de este trabajo aun cuando empezábamos el primer párrafo del mismo.

Por lo tanto sin la aportación de cada una de estas personas mencionadas, este trabajo no podría haber llegado a su fin.

Gracias.

ÍNDICE

	Página
Índice de abreviaturas	9
Resumen	11
Abstract	13
I. Justificación, hipótesis y objetivos	15
1.1. Justificación	17
1.2. Hipótesis	23
1.3. Objetivos	23
II. Introducción	25
2.1. El Core	27
2.2. El raquis. Plano sagital	28
2.3. Proceso de valoración del plano sagital del raquis	30
2.4. Musculatura isquiosural	36
2.5. Fuerza de tronco y de extremidades inferiores	38
III. Material y método	41
3.1. Población	43
3.2. Materiales	45
3.3. Procedimiento general.	47
3.3.1. Cálculo de índice cifótico y lordótico	48
3.3.2. Medición con inclinómetro	51
3.3.3. Medición del ángulo lumbo-horizontal	54
3.3.4. Test de valoración de la extensibilidad isquiosural	55
3.3.5. Medición de la fuerza de tronco y extremidades	58
3.3.6. Medición con Spinal Mouse®	60
3.3.7. Clasificación de los valores	63
1. <i>Índice cifótico e índice lordótico</i>	63
2. <i>Grados de medición con inclinómetro y Spinal Mouse®.</i>	63
3. <i>Ángulo lumbo-horizontal</i>	64
4. <i>Musculatura isquiosural</i>	64
5. <i>Fuerza de tronco y extremidades inferiores</i>	65
3.4. Método estadístico	66
IV. Resultados	67
4.1. Índices cifótico y lordótico en bipedestación. Posición habitual e hiperextensión	69

4.2. Relación de las alteraciones del raquis con variables antropométricas	73
4.3. Curvas cifótica y lordótica en bipedestación. Posición habitual e hiperextensión	75
4.4. Curvas cifótica y lordótica en sedestación. Posición habitual e hiperextensión	79
4.5. Ángulo lumbo-horizontal en sedestación habitual e hiperextensión de tronco	84
4.6. Disposición del raquis con Spinal Mouse®	88
4.7. Comparación de la valoración del Spinal Mouse® con la del inclinómetro e índices cifótico y lordótico	98
4.8. Extensibilidad isquiosural	99
4.8.1. Test de recorrido angular	99
4.8.2. Test longitudinales	99
4.8.3. Test de repercusión lumbar	100
4.8.4. Clasificación de la cortedad isquiosural	101
4.9. Fuerza de tronco y extremidades inferiores	102
4.10. Relación de la disposición del raquis con la fuerza del tronco	104
V. Discusión	107
5.1. Sobre la población y el método	109
5.2. Sobre las valoraciones del índice cifótico, lordótico, cifosis y lordosis	111
5.3. Sobre valoración con Spinal Mouse®	114
5.4. Sobre musculatura isquiosural	116
5.5. Sobre valoración de la fuerza	118
5.6. Limitaciones	119
VI. Conclusiones	121
Bibliografía	125
Anexos:	139
<u>Anexo I:</u> Informe de la Comisión de Ética de Investigación	141
<u>Anexo II:</u> Información sobre el estudio de investigación.	142
<u>Anexo III:</u> Consentimiento Informado.	143

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Ángulo L-H; Á L-H: Test ángulo lumbo-horizontal.

Ángulo L-H fx; L-H fx: Test ángulo lumbo-horizontal en flexión.

CV: Coeficiente de variación.

DDP: Test distancia dedos-planta.

DDS: Test distancia dedos-suelo.

EEII: Extremidades inferiores.

EPR: Test elevación de pierna recta.

FEM: Femenino.

HAB: Habitual.

HIPER: Hiperextensión.

IC: Índice cifótico.

ICA: Índice cifótico autocorregido.

IL: Índice lordótico.

IMC: Índice de Masa Corporal.

L-V: Test ángulo lumbo-vertical.

MAS: Masculino.

MAX: Máximo.

MIN: Mínimo.

MLG: Masa Libre de Grasa.

PAPEA: Patrulla Acrobática de Paracaidismo del Ejército del Aire.

SD: Desviación típica.

TV: Túnel del Viento

X: media.

Resumen

Introducción:

El concepto “core” hace referencia al núcleo central del cuerpo, al tronco y en concreto a la fuerza de su musculatura y a la morfología del raquis. Hasta el presente estas variables han sido estudiadas en diversas poblaciones, pero no así en paracaidistas. El grupo de paracaidistas de mayor nivel, y que más saltos realiza, es el que forma la Patrulla Acrobática Paracaidista del Ejército del Aire (PAPEA). Sus integrantes están sometidos a ejercicios y actividades específicas que producen un estrés, que podría condicionar cambios, adaptaciones o repercusiones sobre la disposición del raquis.

Objetivos:

Describir las curvas sagitales y la movilidad del raquis en los miembros de la PAPEA, analizando, además, la elasticidad de su musculatura isquiosural. Determinar la fuerza de tronco y extremidades inferiores relacionándola con la disposición sagital del raquis y establecer las relaciones entre las alteraciones encontradas, el sexo y las variables antropométricas.

Material y método:

Se realizó un estudio transversal, en el que participaron los 14 integrantes de la PAPEA (5 mujeres y 9 hombres) con una edad media de 34 años. Se realizaron mediciones del raquis sagital, obteniendo los grados de cifosis, lordosis y ángulo lumbo-horizontal. Se calcularon los índices cifótico y lordótico. Además de la toma de datos sobre la extensibilidad isquiosural y de la fuerza de tronco y extremidades inferiores. Para todo ello, se utilizó una plomada, goniómetro, inclinómetro UNILEVEL, banco de flexibilidad *sit and reach*, dinamómetro de tronco y el *Spinal Mouse*[®]. La valoración se realizó en dos posiciones: bipedestación y sedestación en dos modalidades: actitud habitual e hiperextensión de tronco. Además, con *Spinal Mouse*[®], se realizaron mediciones en posiciones específicas de la actividad paracaidista.

Resultados:

El 42% de la población presenta alteraciones en el plano sagital (2 sujetos con hipercifosis y 4 con hiperlordosis). Igual que en la población en general, en los varones predominan las actitudes cifóticas y en mujeres la lordosis. Con el *Spinal Mouse*[®], se

halla diferencia significativa en el sexo con respecto a la curva lumbar, en posición de extensión en bipedestación ($p=0,023$). El sexo femenino tiene valores superiores en la amplitud global del movimiento raquídeo. Los sujetos con más cifosis en bipedestación realizan menos movimiento que los que están en el rango de normalidad al flexionar el tronco, pero en la extensión en decúbito su amplitud de movimiento es mayor. Se aprecia diferencias significativas en la amplitud de la flexión máxima y entre la posición habitual y la de decúbito en patineta

Se halla una buena correlación entre los diferentes sistemas de valoración del raquis. No se han encontrado sujetos con acortamientos. Existe una tendencia a que los sujetos con lordosis normal tengan una fuerza de tronco "Promedio" y fuerza extremidades "Bueno" y "Promedio".

Conclusiones:

Con los diferentes métodos de exploración utilizados, se observa que cerca de la mitad de los paracaidistas presentan alteraciones en sus curvas raquídeas. La mayoría de ellas son curvas dinámicas o actitudes posturales que se corrigen con el cambio de postura. La elasticidad de la musculatura isquiosural de estos paracaidistas se encuentra dentro del rango de la normalidad. Las diferencias en los valores de fuerza absoluta entre varones y mujeres desaparecen al relativizar la fuerza. No se halla relación entre las deformidades raquídeas con la fuerza de tronco ni extremidades. No se ha encontrado relación entre las variables antropométricas y la presencia de curvas anormales. Las actitudes cifóticas predominan en el grupo de varones.

Palabras clave: plano sagital; cifosis torácica; lordosis lumbar.

ABSTRACT

Introduction:

The concept “core” makes reference to the central core of the body, to the trunk and specifically to the strength of its muscles and the morphology of the rachis. Up to the present, these variables have been studied in diverse populations but not in parachutists. The group of parachutists with the highest level is made up of the Air Force’s Acrobatic Skydiving Patrol (PAPEA). Its members are subject to specific exercises and activities which cause stress, which could determine some changes, adaptations or consequences on the disposition of the rachis.

Goals:

Describe the sagittal curves and the mobility of the rachis concerning the members of PAPEA, besides analysing the elasticity of their isquiosural muscles. Establish the strength of the trunk and lower extremities by relating it to the sagittal disposition of the rachis and determine the relations among the sexes and anthropometric variables.

Material and method:

A cross-sectional study was carried out, in which the fourteen members of the PAPEA (five women and nine men) aged 34 took part. Measurements of saggital rachis were carried out by achieving degrees of kyphosis, lordosis and lumbo-horizontal angle. Kyphotic and lordotic indices were calculated. In addition to the data gathering on isquiosural extensibility and the strength of trunk and lower limbs. For all of this, plumb, goniometer, inclinometer UNILEVEL, drawer of flexibility sit an reach, dynamometer for trunk and Spinal Mouse[®] were used. The assessment was conducted in two positions: standing and sitting in two categories: usual attitude and hyperextension of trunk. Besides, by means of Spinal Mouse[®] measurings in specific positions of the skydiving activity were carried out.

Results:

Forty-two percent of the population present changes on the saggital plane (two individuals with hyperkyphosis and four with hyperlordosis). Generally speaking, kyphotic attitudes are predominant in males and lordosis in females. Concerning Spinal Mouse[®], we can find some significant differences in the sex as for lumbar curve in the

standing position ($p=0,023$). Women have superior values in global amplitude of the rachis movement. Individuals with more kyphosis in a standing position make less motion than those who are in the normality range when bending their trunk, but in the decubitus extension their range of movement is bigger. We can notice some significant differences in the amplitude of the maximum flexion and between the common position and the decubitus one on a skateboard.

We can find a good relation among the different assessment systems of the rachis. Individuals with shortening have not been found. There is a tendency that individuals with common lordosis have an “average” trunk strength and “good” an “average” limb strength.

Conclusions:

With the different methods of exploration which have been used, we can learn that about half of the parachutists presents alterations in their spinal curves. Most of them are dynamic curves or postural attitudes that can be corrected by means of a position change. Elasticity of isquiosural muscles of these parachutists is found in the range of normality. The differences on the values of absolute strength between men and women disappear when relativizing strength. There is no connection among spinal deformities with trunk strength and limbs. A relation between the anthropometric variables and the presence of unusual curves has not been found. Kyphotic attitudes predominate in the group of men.

Key words: saggital plane, thoracic kyphosis, lumbar lordosis.

JUSTIFICACIÓN,
HIPÓTESIS Y
OBJETIVOS

I. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1.1. JUSTIFICACIÓN

La patrulla acrobática de paracaidismo del Ejército del Aire, también conocida como PAPEA se fundó en 1978 en la Escuela Militar de Paracaidismo “Méndez Parada”, en la Base Aérea de Alcantarilla que se encuentra ubicada en Murcia. En el momento de realizar este trabajo estaba compuesto por nueve hombres y cinco mujeres. El personal es seleccionado entre las dos unidades de la base aérea, el Escuadrón de Zapadores Paracaidistas (EZAPAC) y la Escuela Militar de Paracaidismo.

Su principal función es representar al ejército del aire en exhibiciones y competiciones paracaidistas, nacionales como internacionales. También tiene otras funciones como la de servir de base al Equipo Nacional Militar de Paracaidismo, seleccionar al personal idóneo para su integración en la misma, ser unidad de prueba y experimentación de paracaídas y aportar conocimientos técnicos personal y material para el apoyo y la enseñanza en la Escuela Militar de Paracaidismo. Este grupo participa dentro del Consejo Internacional del Deporte Militar y la Federación Aeronáutica Internacional en las pruebas de Precisión de aterrizaje y Estilo. Además, también compiten en otras pruebas como son las Formaciones en caída Libre (Ejército del Aire, 2015).

Estos paracaidistas requieren un entrenamiento físico específico para poder llevar a cabo los saltos de Precisión y de Formaciones en caída libre por los cuales tienen un prestigio internacional (Junta central de Educación Física y Deportes del Ejército del Aire, 2011).

Tres son las actividades cotidianas de los miembros de la PAPEA que sobreesolicitan la columna vertebral y pueden predisponer a alteraciones raquídeas: 1.- Las relacionadas con las formaciones en caída libre 2.- Los saltos y maniobras de exhibición y 3.- Las actividades en tierra relacionadas con el plegado y mantenimiento del paracaídas.

Las formaciones en caída libre consisten en crear una figura mientras descienden y antes de que se abra el paracaídas. Son figuras prefijadas en el reglamento (Figuras 1 y 2 tomadas del Reglamento del CISM y figuras 3, 4 y 5)

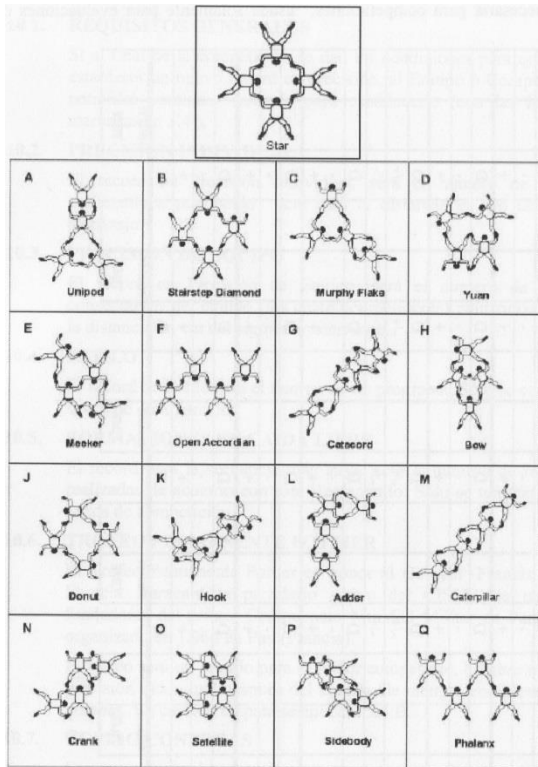


Figura 1: Formaciones Libres en caída libre (Junta central de Educación Física y Deportes del Ejército del Aire, 2011)

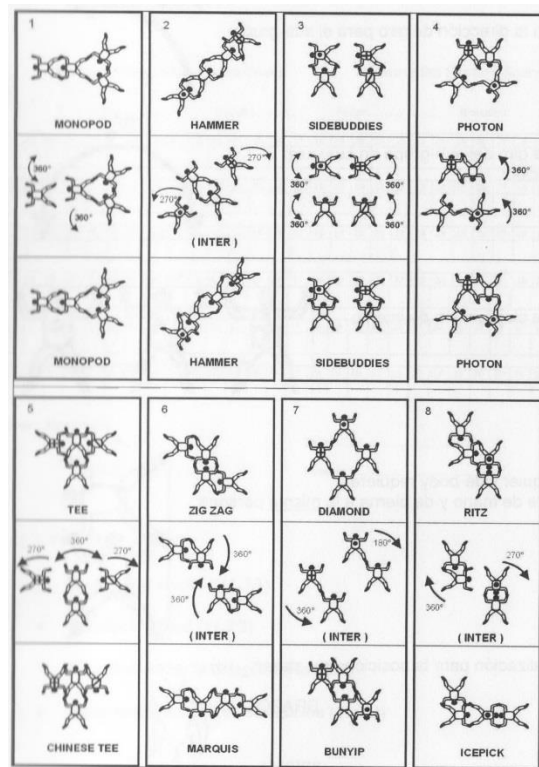


Figura 2: Formaciones por Bloques en caída libre (Junta central de Educación Física y Deportes del Ejército del Aire, 2011)



Figuras 3, 4 y 5. Formaciones por Bloques en caída libre

En la figura 6 se muestra la posición básica de vuelo que es la postura más adoptada por esta población siendo en decúbito prono, con hiperextensión cervical, rotación externa de hombros, aproximación de escapulas, hiperlordosis lumbar y anteversión pélvica (Martínez, 2015).

Para conseguir su realización son necesarias muchas horas de entrenamiento en el suelo, sobre "patineta" (Figuras 7) y en el Túnel de Viento (Figuras 8 y 9).



Figuras 6 y 7. Posición de vuelo y patineta



Figuras 8 y 9. Posición en el Túnel del Viento

La “patineta” es un dispositivo con ruedas que permite simular la postura y posiciones para construir las figuras en tierra, memorizarlas y entrenarlas antes de ir al aire.

El Túnel del Viento (TV) es un simulador de entrenamiento y enseñanza que consta de una cámara de vuelo que puede albergar en su interior hasta seis saltadores simultáneamente, un área de espera con aperturas al interior de la cámara, potentes motores que generan desde el suelo una corriente de aire vertical que sustenta a los paracaidistas y una sala de control adyacente a la cámara de vuelo, desde donde un operador controla el correcto funcionamiento de los ventiladores. Dentro del Túnel del Viento la corriente de aire llega a alcanzar una velocidad de casi 280km/h, permitiendo el entrenamiento de las formaciones libres y por bloques.

Por otra parte, desde que se abre el paracaídas hasta que toman tierra, se está produciendo una tracción del raquis provocada por la fuerza de la gravedad y el propio peso del sujeto (Figura 10).



Figura 10. Tracción del raquis por su propio peso

Los saltos y maniobras de exhibición consisten en la ejecución por parejas o grupos de determinados ejercicios vistosos, arriesgados y de alta exigencia en los que es necesario una fuerza de extremidades y tronco para soportar la tracción y peso de los otros paracaidistas (Figuras 11, 12, 13, 14, y 15).



Figuras 11 y 12. Maniobras de trabajo relativo de campana y de formación en espejo que soportan además el peso de otro compañero



Figura 13: Formación en diamante



Figura 14: Relativo de campana múltiple



Figura 15: Espejo de tres

La tercera situación que puede comprometer al raquis es al tomar tierra. En la zona de aterrizaje los miembros de la PAPEA recogen su paracaídas (Figura 16) y se dirigen a la zona de plegado (Figura 17) donde se desprenden de la mochila y el arnés. A nivel del suelo se tumban encima del paracaídas para retirarle el aire y posteriormente plegarlo adoptando posturas forzadas del raquis (Figuras 18 y 19). Cabe destacar que el conjunto de los dos paracaídas, el del salto más el de emergencia, tiene un peso de 12kg.



Figura 16: Recogida de paracaídas



Figura 17: Transporte de paracaídas a la zona de plegado



Figuras 18 y 19: Plegado de paracaídas a nivel del suelo

La frecuente adopción de posturas específicas para la actividad y la repetición sistemática de determinados gestos, pueden ocasionar incrementos de sus curvas dorsal y/o lumbar. Una detección precoz, un programa de prevención y de mantenimiento evitaría posibles alteraciones, algias vertebrales, como puede ser la lumbalgia o dorsalgia, nuevas lesiones o estructuraciones de las curvas ya presentes.

También se ha visto que existe una relación entre alteraciones del plano sagital, cortedad de la musculatura isquiosural y aparición de lumbalgias (Arab y Nourbakhsh, 2014)

La lumbalgia es un proceso doloroso presente en numerosos individuos. Cailliet (1984) afirma que el ochenta por ciento de los seres humanos padecen lumbalgia en alguna época de su vida. También menciona que los sujetos, en los que predominan la postura de bipedestación con aumento de la curvatura lumbar y con aproximación de escapulas como la postura militar de firmes, pueden presentar episodios de lumbalgia.

La tracción obtiene como resultado un estiramiento pasivo de los músculos y ligamentos de la región lumbar, los músculos se contraen y se relajan y la lordosis lumbar disminuye (Cailliet, 1984). La tracción lumbar está indicada en el tratamiento conservador de la lumbalgia y en las etapas iniciales de las hernias discales. También se utiliza como tratamiento de la deformidad cifótica severa, produciendo una descompresión de la medula espinal y fuerzas axial y transversal (Comín et al., 1995). Aunque la tracción sea útil y beneficiosa solo se puede utilizar por breves periodos de tiempo teniendo que volver a adoptar la postura erecta en tierra (Cailliet, 1984).

Otro de los ejercicios que realizan habitualmente para el entrenamiento es la carrera continua. Relacionando la lumbalgia con este ejercicio de entrenamiento destacamos que si un individuo presenta algún tipo de lumbalgia, como puede ser recurrente o persistente, no debe ni correr ni trotar. La carrera lenta o trote se realiza con el cuerpo ligeramente por delante del centro de gravedad, con aumento de la lordosis y con un impacto en el dorso equivalente a varias veces el peso del cuerpo. Sin embargo, la carrera disminuye la frecuencia y duración de los impactos contra el suelo ya que se apoya con los dedos y no con el talón (Cailliet, 1984).

Martínez-González-Moro et al. (2015) en un artículo recientemente publicado de los instructores del túnel del Viento, concluyen que el 78,9% de la población padecieron episodios de lumbalgia en el último año, pero no encontraron relaciones con el IMC, número de saltos de la trayectoria profesional, horas de entrenamiento a la semana y los años como instructor. Esta alta incidencia de dolor lumbar en esta población se asocia a la realización de esta actividad, que parece ser un riesgo para la producción de lumbalgia (Martínez et al., 2015).

1.2. HIPÓTESIS

Las actividades que desempeñan los integrantes de la Patrulla Acrobática de Paracaidismo requieren una alternancia en las posiciones del raquis, al realizar las actividades extremas de hipercifosis e hiperlordosis. Por ello no deben mostrar un predominio de alteraciones sagitales y sí un rango amplio de movilidad

1.3. OBJETIVOS

1. Describir las curvas sagitales y la movilidad del raquis en los miembros de la PAPEA.
2. Analizar la elasticidad de la musculatura isquiosural en los miembros de la PAPEA.
3. Determinar la fuerza de tronco y extremidades inferiores relacionándola con la disposición sagital del raquis.
4. Establecer las relaciones entre las alteraciones encontradas, el sexo y las variables antropométricas.

INTRODUCCIÓN

II. INTRODUCCIÓN

2.1. EL CORE

Desde el punto de vista anatómico, el core es el esqueleto axial, incluida la cintura pélvica y escapular, y los grupos musculares del tronco, de la pelvis y de las extremidades con inserciones proximales, para el mantenimiento de la estabilidad de la columna vertebral y de la pelvis. Su función es ayudar a generar y transferir la fuerza necesaria desde segmentos más grandes a los más pequeños del cuerpo, durante las actividades y movimientos del cuerpo (Behm et al., 2010). El objetivo que se busca es conseguir una estabilización global con unos campos de actuación en la estabilidad lumbo-pélvica, entrenamiento deportivo y prevención de lesiones (Leetun et al. 2004).

Un estudio clásico en el que se analizó la influencia de la musculatura del tronco en el equilibrio es el de Era et al. (1996), afirmando que la fuerza máxima de extensión de tronco, correlacionaba más fuertemente que la de rodilla, tobillo o mano con la oscilación del centro de presiones en equilibrio estático, tanto con ojos abiertos como con ojos cerrados. A partir de aquí, encontramos numerosos trabajos, predominando los realizados en personas mayores como el de Suri et al. (2009) donde se establece que la fuerza máxima de extensión de tronco predice más los valores de equilibrio estático monopodal y movilidad que la fuerza de flexión o extensión de piernas. Por otro lado, Granacher et al. (2013) establecieron moderadas correlaciones entre la fuerza de tronco y rotación con el equilibrio estático y la longitud de paso. Por lo tanto, la estabilidad del tronco es un factor imprescindible en el mantenimiento de la postura y mejorando su fuerza, también lo hará el equilibrio estático, dinámico y la movilidad de la columna.

No encontramos estudios que relacionen la fuerza del core y la actividad física en paracaidistas.

2.2. EL RAQUIS. PLANO SAGITAL

La columna vertebral es una estructura ósea en forma de pilar constituida por 33 ó 34 vértebras superpuestas, alternadas con discos fibrocartilaginosos a los que se unen por fuertes estructuras ligamentosas, apoyadas por los músculos (Hamill y Knutzen, 1995) (Figura 20). Sus funciones son la de protección de las estructuras del sistema nervioso central (médula, meninges y raíces nerviosas), dar rigidez para soportar cargas axiales y el movimiento, permitiendo la flexión, extensión, inclinación lateral y rotación (Kapandji, 2006).

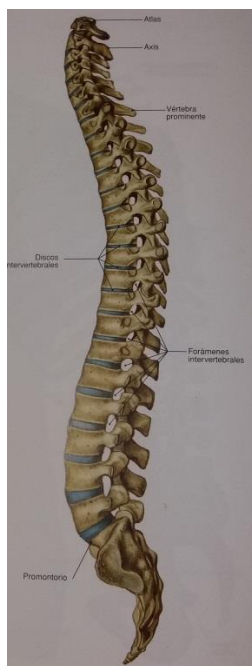


Figura 20. Curvas sagitales de la columna vertebral (Putz & Pabst, 2006)

En el plano sagital, el raquis se encuentra dividido en una serie de curvas fisiológicas: la columna cervical constituida por 7 vértebras, la columna dorsal que consta de 12 vértebras, la lumbar formada por 5 vértebras, la sacra por 5 vértebras fusionadas y la coccígea por 4 ó 5 vértebras.

Para tener un correcto equilibrio estático y dinámico, permitir un correcto funcionamiento de la musculatura y un adecuado reparto de las cargas para minimizar el riesgo de lesión, la cabeza debe estar alineada con el sacro (Cailliet, 1984). Los hábitos posturales y el entrenamiento pueden intervenir en la postura, pudiendo aparecer alteraciones estructurales y funcionales de los cuerpos vertebrales (Cailliet, 1984).

Las desalineaciones pueden producirse por aumento, disminución o inversión de una o dos curvaturas. Al aumento de la convexidad posterior de la curva torácica se le denomina *hipercifosis*; al aumento de la curvatura lumbar, *hiperlordosis*; a la disminución o rectificación de las curvas fisiológicas, *hipocifosis* o dorso plano e *hipolordosis*; y a la inversión de las curvaturas se le denomina *cifosis lumbar* o *lordosis torácica* (figura 21) (Serna et al., 1996).

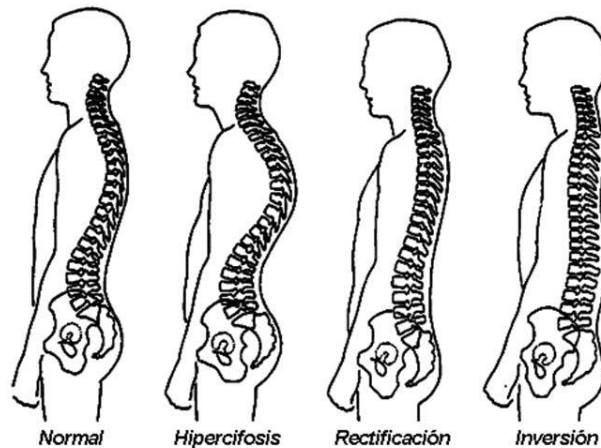


Figura 21. Diferentes disposiciones del raquis en el plano sagital. (Serna et al. 1996)

Según su flexibilidad, las curvas pueden clasificarse en no estructuradas o estructuradas. Nos referimos a curvas no estructuradas cuando la desalineación es reducible en la hiperextensión o el decúbito, por otro lado, las estructuradas son las curvas parcialmente reducibles que presentan acñaamientos vertebrales (Serna et al., 1996). Clasificándolas en referencia a su etiología, las curvas no estructuradas se consideran actitudes cifóticas y pueden estar causadas por hipertrofia mamaria, esquema corporal erróneo, debilidad muscular o astenia entre otras. Las estructuradas se clasifican en congénitas, idiopáticas, distrofia de Scheüermann o adquiridas que pueden dividirse en infecciosas, neoplásicas, traumáticas o inflamatorias (Santonja et al., 2000).

Existen diferentes métodos de evaluación para cuantificar las curvaturas del plano sagital, pudiendo clasificarlos como directos e indirectos. Podemos mencionar como directos la radiografía, estéreo-fotogrametría radiográfica, tomografía axial computerizada, resonancia magnética nuclear, densitometría, discografía, discomanometría y como indirectos, la inclinometría, método óptico como la topografía de *moiré*, goniometría, ultrasonidos y raquímetro (Comín et al., 1995).

2.3. PROCESO DE VALORACIÓN DEL PLANO SAGITAL DEL RAQUIS

Hay estudios que analizan el raquis en sujetos sanos o con patologías, deportistas o sedentarios. Existen diversos trabajos sobre el morfotipo raquídeo en el plano sagital del raquis, como el de Alricsson et al. (2016) que valoraron a esquiadores de élite mediante cifómetro e inclinómetro digital en flexión, extensión y rotación de tronco, afirmando que la cifosis torácica y la lordosis lumbar está relacionada con el dolor lumbar.

Consmüller et al. (2012) estudiaron en sujetos sanos y asintomáticos el raquis en bipedestación, máxima flexión y extensión de tronco con un método llamado Epionics SPINE[®], Giglio et al. (2007) examinaron a más de setecientos adolescentes y niños en bipedestación habitual mediante un pantógrafo, para observar la evolución de las curvas del raquis con el paso del tiempo o Briggs et al. (2007) evidencian que el aumento de la cifosis torácica se asocia a mayores cargas a nivel espinal y muscular pudiendo acelerar los procesos degenerativos, contribuyendo a la disfunción y al dolor.

Por otro lado, Hurtado-Cristancho et al. (2013) mediante de método de flechas sagitales examinaron a estudiantes universitarios para ver si existía una relación entre riesgo neuromuscular e índice cifótico. López-Sendín et al. (2005) también analizaron con el mismo método, las curvas raquídeas de cien futbolistas de categoría juvenil y amateur comparando con un grupo control, para observar las posibles adaptaciones. Según Salinas-Bueno et al. (2003) en su estudio para comprobar la precisión intra e interpersonal del método de medición de flechas, afirmaron que existe una cierta variedad de los valores que no se considera significativa y que es un método preciso para el diagnóstico clínico.

También Sainz-de-Baranda et al. (2009) estudiaron,, mediante inclinómetro en bipedestación, sedestación y flexión de tronco, a gimnastas especialistas en trampolín, observando que los hombres presentaban una tendencia a la cifosis dorsal en bipedestación y en flexión de tronco, mientras que en las mujeres se evidenciaba una mayor lordosis en bipedestación y menor cifosis lumbar en flexión de tronco y sedestación.

Araya et al. (2014) con el mismo método, valoraron a quince varones jugadores de hockey sobre césped, presentando una tendencia al aumento de la lordosis lumbar y un ascenso del hemicuerpo derecho respecto al izquierdo en comparación con un grupo control. Sin embargo, Rajabi et al. (2012) midieron con regla flexible a jugadoras

femeninas de hockey sobre césped comparándolas con grupo control, obteniendo que la cifosis torácica estaba aumentada en dichas jugadoras y estaba asociado con el número de años que llevaban practicando deporte. Laudner et al. (2013) estudiaron en bipedestación el rango de movimiento toracolumbar de jugadores de posición y lanzadores de béisbol usando un inclinómetro de burbuja, llegando a la conclusión de que los lanzadores tienen más movilidad de rotación hacia el lado del brazo que no se lanza, en comparación con los jugadores de posición. Ng et al. (2001) evaluaron con inclinómetro la lordosis lumbar en flexión, extensión de tronco e inclinación de hombres sanos. Kruusamäe et al. (2015) analizaron la cifosis y lordosis de treinta bailarines y treinta atletas mediante radiografías, para afirmar que los bailarines tenían curvaturas más pequeñas pero estructuradas.

Levine et al. (1996) midieron la lordosis lumbar y la inclinación de la pelvis con un método tridimensional, mostrando que al alterar voluntariamente la inclinación pélvica varía el ángulo de la lordosis lumbar. López-Miñarro et al. (2007a, 2009a) valoran a usuarios de salas de musculación evidenciando que los sujetos presentan morfotipo torácico alterado y que la cifosis torácica aumenta al movilizar cargas con los miembros superiores. Gómez-Lozano et al. (2013) afirmaron que las bailarinas de flamenco tienden a una rectificación de la curva cifótica pero no a su estructuración. Manosalvas-Cueva (2013) describe que más del 60% de estudiantes de bachillerato presentan desalineaciones en el plano sagital, la mayoría cifosis postural, seguido de la estructuración de la curva destacando a los varones y la rectificación.

En la tabla 1 mostramos diferentes estudios sobre medición de flechas e inclinómetro como método de medición y en la tabla 2 otros métodos de medición.

Tabla 1: Estudios que aplican como método de medición el inclinómetro y la medición de flechas.

Autor	Población	Método de medición	Aportaciones
Ojeda (2019)	30 practicantes de Crossfit. Hombres y mujeres	Flechas sagitales y test de Schober	Existe un cambio en la morfología raquídea al practicar continuamente Crossfit.
Amancio-Puelles (2018)	180 escolares de 4º a 6º de primaria	Flechas sagitales	Existe una relación significativa entre la mochila y las alteraciones del raquis en el plano sagital.
Mejía et al. (2017)	83 Estudiantes	Prueba de Adams y flechas sagitales	Las alteraciones de la columna están relacionadas con el peso de la mochila y los hábitos posturales.
Alricsson et al. (2016)	51 Esquiadores de élite	Inclinómetro digital y cifómetro	La cifosis torácica y la lordosis lumbar esta relacionados con el dolor lumbar.
Araya et al. (2014)	15 hombres hockistas y 15 hombres no deportistas	Análisis fotográfico e inclinómetro.	Presencia de hiperlordosis lumbar y ascenso del hemicuerpo derecho respecto al izquierdo en comparación con el grupo control.
Hurtado Cristancho et al. (2013)	33 Estudiantes universitarios.	Flechas sagitales.	No existe correlación entre factores de riesgo neuromuscular e índice cifótico. <i>Índice lordótico entre 25 y 35 mm.</i>
Laudner et al. (2013)	56 Jugadores de béisbol	Inclinómetro de burbuja	Los lanzadores tienen más rango de movimiento toraco-lumbar que los jugadores de posición.
López-Miñarro (2009a)	150 varones. Musculación de miembros superiores.	Inclinómetro.	La cifosis torácica aumenta al movilizar cargas con los miembros superiores. <i>Cifosis torácica entre 20º y 45º.</i>
Sainz de Baranda et al. (2009)	69 gimnastas de trampolín.	Inclinómetro en bipedestación, sedestación y flexión de tronco.	En flexión de tronco muestran hipercifosis lumbar, en sedestación hipercifosis torácica y lumbar. <i>Cifosis y lordosis entre 20º y 40º en bipedestación. En sedestación cifosis torácica hasta 40º y lumbar con lordosis de 15º hasta cifosis de 15º.</i>

Continuación de la Tabla 1: Estudios que aplican como método de medición el inclinómetro y la medición de flechas.

Autor	Población	Método de medición	Aportaciones
López-Miñarro et al. (2007a)	772 varones. Ejercicio en salas de musculación.	Inclinómetro.	La mayoría de sujetos evaluados presentan morfotipo torácico alterado. <i>Cifosis torácica entre 20° y 45°.</i>
López Sendín et al. (2005)	100 futbolistas de categoría juvenil y amateur y 37 no deportistas.	Flecha sagital cervical y lumbar. Flexibilidad de la cadena posterior.	Los futbolistas presentan tendencia a la hiperlordosis lumbar, mayor flexibilidad analítica del raquis lumbar y mayor elasticidad de la cadena muscular cinética recta posterior con respecto a los sujetos no deportistas

Tabla 2: Estudios que aplican otros métodos de medición del raquis.

Autor	Población	Método de medición	Aportaciones
Hernández et al. (2019)	219 escolares	Spinal Mouse®	Los varones tienen tendencia a la rectificación torácica, mientras que el sexo femenino presenta mayor curvatura dorsal y lumbar, además de mayor número de alteraciones en el raquis.
García (2019)	40 tenistas varones	Spinal Mouse® test distancia dedos-suelo y dedos-planta	Hay un alto porcentaje de tenistas con morfotipos cifóticos, tanto en la curva torácica, como en la curva lumbar. Pero se evidencia la frecuencia de casos con cifosis funcional, ya que en bipedestación, la mayoría presentan curvas normales.
García (2018)	40 tenistas varones	Spinal Mouse®	Un entrenamiento de tenis genera ligeros cambios en la disposición sagital del raquis. La fatiga puede aumentar la cifosis torácica y la disminución de la anteversión pélvica.
Kruusamäe et al. (2015)	30 Bailarines y 29 atletas	Radiografía	Los bailarines tienen curvaturas más pequeñas que los atletas pero son estructuradas

Continuación de la Tabla 2: Estudios que aplican otros métodos de medición del raquis.

Autor	Población	Método de medición	Aportaciones
Carrasco et al. (2014)	9 mujeres practicantes de pilates y 9 fuerza y elasticidad	Spinal Mouse®	La práctica de pilates aumenta el rango de movilidad articular dorsal y lumbar en la flexión.
Consmüller et al. (2012)	30 voluntarios	Epionics SPINE® en bipedestación, flexión y extensión	La zona más móvil en el plano sagital es la lumbar, a nivel de L4.
Muyor Rodríguez et al. (2012b)	45 ciclistas de élite y 45 master 30	Spinal Mouse®	No se encuentra relación de hipercifosis con la postura adoptada en la bicicleta.
Rajabi et al. (2012)	74 mujeres jugadoras de hockey	Regla flexible	La cifosis torácica se encuentra aumentada y relacionada con el número de años de deporte practicados.
Giglio et al. (2007)	718 adolescentes y niños	Pantógrafo	La cifosis torácica y la lordosis lumbar aumentaron con la edad sin diferencias de sexo.
Guermazi et al. (2006)	20 sujetos	Spinal Mouse®	Método aceptable para valorar movilidad global y segmentaria de la columna lumbar en flexión.
Rodríguez Ayala et al. (2006)	158 paracaidistas	Cuestionario de dolor y radiografías.	Se confirma la relación del número de saltos con patología lumbar, siendo directamente proporcional.
Mannion et al. (2004)	20 voluntarios	Spinal Mouse®	Método fiable para la medición del plano sagital del raquis en diferentes días a mismos sujetos con una mínima variación.
Moll et al. (1976)	237 sujetos	Test de Schober	Buen método para medir en varios planos: Flexión, extensión e inclinación, y diferenciar entre espondilitis anquilosante y afectación del disco.

En la tabla anterior, aparecen estudios con métodos de evaluación sofisticados como son el Epionics SPINE[®] o el Spinal Mouse[®]. El Epionics SPINE[®] es una tecnología avanzada de medición no invasiva basada en dos tiras de sensores que permite la evaluación de la movilidad lumbar y torácica en periodos de hasta veinticuatro horas. Aunque hay que tener en cuenta el índice de masa corporal del sujeto explorado, porque la medición se realiza sobre la piel, laterales a las espinosas y no sobre la columna vertebral (Consmüller et al., 2012).

El método *SpinalMouse*[®] es un instrumento de medición electrónico que proporciona parámetros de rangos articulares y ángulos segmentarios de la columna vertebral. Dicho dispositivo se desliza sobre las apófisis espinosas y los datos son transferidos a un ordenador, siendo éste el que reproduce un gráfico de dos dimensiones del raquis (Guermazi et al., 2006). Mediante un programa informático los datos son traducidos en tablas y figuras y comparados con los valores de referencia (Lang, 2011). Ha sido validado por diversos autores como Mannion et al. (2004), Guermazi et al. (2006), Topalidou et al. (2014), obteniendo un índice alto de fiabilidad (Barrett et al., 2014; Livanelioglu et al., 2016).

En la mayoría de los trabajos relacionados con el deporte que aparecen en la tablas 1 y 2 se encuentran diferentes adaptaciones en el raquis de manera que puedan dar lugar a alteraciones. Así, Ojeda (2019), afirma que hay cambios en la morfología raquídea al practicar continuamente Crossfit, Araya et al. (2014), indican la presencia de hiperlordosis lumbar y ascenso del hemicuerpo derecho respecto al izquierdo, en los jugadores de hockey. López-Sendín et al. (2005), en este estudio alegan que los futbolistas presentan tendencia a la hiperlordosis lumbar, mayor flexibilidad analítica del raquis lumbar y mayor elasticidad de la cadena muscular cinética recta posterior con respecto a los sujetos no deportistas. Kruusamäe et al. (2015), exponen que los bailarines tienen curvaturas más pequeñas que los atletas pero son estructuradas. Carrasco et al. (2014), estudian a practicantes de pilates concluyendo que al realizarlo periódicamente aumenta el rango de movilidad articular dorsal y lumbar en la flexión. Rajabi et al. (2012), afirman en el estudio de mujeres jugadoras de hockey que existe una hipercifosis torácica y se relaciona con el número de años de deporte practicados.

2.4. MUSCULATURA ISQUIOSURAL

Los músculos isquiosurales se originan en el isquion, descienden formando la masa muscular de la región posterior del muslo y se insertan en la tibia y peroné cruzando dos articulaciones, la cadera y la rodilla. Dicha musculatura se separa en dos grupos, uno interno que contiene profundamente a semimembranoso y más superficial, semitendinoso y otro externo formado por el bíceps femoral, destacando que la cabeza corta del bíceps es la excepción de este grupo siendo monoarticular.

En el plano sagital, su acción conjunta es la de retroversión de cadera, flexión de rodilla, además de ser rotador de rodilla. Más específicamente semimembranoso y semitendinoso actúan como rotadores internos, mientras que bíceps como rotador externo. Todos ellos se comportan como ligamentos activos al limitar las rotaciones y son sinergistas con el ligamento cruzado anterior para prevenir el desplazamiento de la tibia (Kapandji, 2012).

La musculatura isquiosural está íntimamente relacionada con el plano sagital del raquis por la basculación de la pelvis y ésta con el grado de lordosis. La valoración de la flexibilidad de dicha musculatura es frecuente en el ámbito de la salud físico-deportiva, dado que un acortamiento de la misma provoca una reducción del rendimiento del deportista (Sainz-de-Baranda et al., 2012) dando lugar a alteraciones biomecánicas de la pelvis (Williams y Welch, 2015; Muyor et al., 2011a; 2012a) y se relaciona con algias lumbares (Liu et al., 2012; Arab y Nourbakhsh, 2014). Sin embargo, otros estudios demuestran que la movilidad intervertebral (Muyor et al., 2012a; Handrakis et al., 2012) o las alteraciones en la articulación lumbo-pélvica (López-Miñarro et al., 2012; 2013) influyen en los resultados de medición de la flexibilidad isquiosural.

Existen diversos test para valorar este grupo muscular, los podemos clasificar en medidas longitudinales y de recorrido angular. Entre los test longitudinales se incluyen el test de distancia dedos-suelo y dedos-planta, los cuales son medidas indirectas y representan una validez moderada (Merino et al., 2011; Mayorga et al., 2014). En los test de recorrido angular encontramos el test de elevación de la pierna recta y el del ángulo poplíteo (López-Miñarro et al., 2015). Sobre estos procedimientos sí podemos afirmar que son medidas directas, fiables y específicas para valorar la musculatura isquiosural (Merino et al., 2011; López-Miñarro et al., 2015), porque se valora sobre una sola articulación y requiere que el examinador este entrenado previamente para realizar dicha medición (López-Miñarro et al., 2015). Por otro lado,

para relacionar la extensibilidad isquiosural y la disposición pélvica se ha descrito el test del ángulo lumbo-vertical y lumbo-horizontal en flexión (López-Miñarro et al., 2015; Ayala et al., 2013).

2.5. FUERZA DE TRONCO Y DE EXTREMIDADES INFERIORES

El trabajo de fuerza en disciplinas deportivas adquiere un papel fundamental dentro de los programas de entrenamiento, para la búsqueda del máximo rendimiento deportivo y la prevención de lesiones (Borghuis et al., 2008; Reed et al., 2012). En los últimos años ha incrementado el interés de los preparadores físicos por la mejora de la estabilidad de tronco (Borghuis et al., 2008; Kibler et al., 2006; Reed et al., 2012). El concepto de estabilidad del tronco es la capacidad del cuerpo para mantener o recuperar una posición o trayectoria cuando éste es sometido a fuerzas externas o internas (Zazulak et al., 2008).

Estudios realizados en diferentes deportes, han relacionado la carencia en el control del tronco ante movimientos rápidos aplicados en distintas direcciones, con lesiones de la región lumbar (Cholewicki et al., 2002) y de las extremidades inferiores (Zazulak et al., 2007). También, autores como Kibler et al. (2006) expresaron que el desarrollo de la estabilidad del core puede ayudar al rendimiento deportivo, ya que es el centro de las cadenas cinéticas, favoreciendo la transmisión de las fuerzas producidas por los miembros inferiores hacia los superiores y viceversa (Borghuis et al., 2008; Kibler et al., 2006; Juan-Recio et al., 2013).

Una mayor fuerza retrasa la aparición de la fatiga, permite la repetición de actividades y consigue una recuperación más rápida. La producción de fuerza está basada en las posibilidades de contracción de la musculatura esquelética. La relación existente entre la tensión muscular generada y la resistencia a vencer, van a determinar diferentes formas de contracción o producción de fuerza (Fernández Rivera, 2013). Estos tipos de contracción diferenciados van a dar como resultado los siguientes tipos de fuerzas:

Fuerza estática: es aquella que se produce como resultado de una contracción isométrica, en la que se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles sin detectarse cambio de longitud en la estructura muscular (Kirsch, 1993), es decir, la resistencia externa y la fuerza interna producida poseen la misma magnitud, siendo la resultante de ambas fuerzas en oposición igual a cero (Kuznetsov, 1989).

Fuerza dinámica: se produce como resultado de una contracción isotónica en la cual, se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles y un cambio de longitud en la estructura muscular. Dicha longitud puede ser en acortamiento, dando lugar a la llamada fuerza dinámico-concéntrica, en la que la fuerza muscular interna supera la resistencia a vencer; o tensión en alargamiento de las fibras musculares, que

supondría la llamada fuerza dinámico-excéntrica, donde la fuerza externa a vencer es superior a la tensión interna generada (Weineck, 1988).

Dadas las características de las pruebas deportivas y los niveles de fuerza a los que se ven sometidos deportistas de diferentes disciplinas, se puede medir la fuerza isométrica de tronco y extremidad inferior mediante un Dinamómetro TKK 5402 back[®] traccionando desde la bipedestación con rodillas flexionadas para la fuerza de las extremidades y extendidas para la de tronco. López-Gullón et al. (2011), valoraron con este método a luchadores olímpicos, para determinar la fuerza isométrica máxima de extensión de cadera. También han sido estudiadas mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera por Carrasco-Poyatos (2010), y tras el ejercicio acuático (Carrasco-Poyatos, 2013). Juan-Recio et al. (2013) evaluaron en judocas la estabilidad del tronco, el control postural del tronco y para valorar la fuerza y resistencia muscular se realizó un test de flexión y extensión del tronco en un dinamómetro isocinético.

MATERIAL Y
MÉTODO

III. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. POBLACIÓN

En este estudio participaron los catorce paracaidistas, de los cuales nueve son hombres y cinco mujeres, pertenecientes a la unidad de la Patrulla Acrobática de Paracaidismo del Ejército del Aire. El único criterio de inclusión fue ser miembro de la misma.

La población de estudio tiene una experiencia media de 7,5 años en la unidad y cuentan con una media de saltos de unos tres mil doscientos. Podemos resaltar que la población es homogénea en todas las variables con excepción del número de saltos que han realizado a lo largo de su carrera profesional y los años que pertenecen a la Patrulla Acrobática de Paracaidismo en los que existe una mayor dispersión (Tabla 3).

TABLA 3: Características básicas de la población:

	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (kg)	IMC (kg/m ²)	% GRASO	Nº SALTOS	AÑOS PAPEA
X±	34,6±	168,06±	69,54±	24,41±	22,88±	3271,86±	7,5±
SD	3,73	9,85	12,57	2,45	4,73	2467,45	4,9
Min-	29-	152,4-	48,6-	19,3-	14-	600-	2-
Max	41	182	87	28,4	30,3	10000	20
Cv	10,78	5,86	18,07	10,05	20,65	75,41	65,27

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

Si separamos la población por sexo, los varones superan a las mujeres en las variables de edad, talla, peso, índice de masa corporal, número de saltos realizados y años que llevan en la PAPEA y las mujeres resaltan por tener más porcentaje graso (Tabla 4).

TABLA 4: Características de la población separada por sexo:

	SEXO	EDAD (años)	TALLA (cm)	PESO (kg)	IMC (kg/m ²)	% GRASO	Nº SALTOS	AÑOS PAPEA
X±SD	MAS	34,4± 3,73	173,50± 6,74	77,18± 7,45	25,61± 1,94	20,49± 3,93	3944,44± 2780,79	8,5± 5,59
Min- Max	MAS	29- 41	162,5- 182	65- 87	23,3- 28,4	14- 26,2	1200- 10000	3- 20
Cv	MAS	12,66	3,88	9,66	7,57	19,16	70,5	65,37
X±SD	FEM	35± 2,6	158,26± 6,13	55,8± 5,92	22,24± 1,7	27,18± 2,4	2061,2± 1213,02	5,6± 2,8
Min- Max	FEM	32- 39	152,4- 168,5	48,6- 64,7	19,3- 23,7	24,5- 30,3	600- 3206	2- 8
Cv	FEM	7,56	3,88	10,6	7,65	8,84	58,85	51,45

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; MASC: masculino; FEM: femenino; Cv: coeficiente de variación.

3.2. MATERIALES

❖ Plomada y regla

La plomada pende de una cuerda que ponemos paralela al plano sagital de la columna vertebral, para medir la distancia del raquis del explorado a la referencia de la verticalidad (Figura 22).



Figura 22. Plomada

❖ Goniómetro

El goniómetro es un círculo graduado de 0° a 360° que contiene dos reglas para la alineación de la estructura a medir con la horizontal. Es portador de una burbuja de nivel la cual se tiene que encontrar simétricamente entre las dos señales para marcar la horizontal (Figura 23).



Figura 23. Goniómetro

❖ Inclínómetro

El modelo utilizado es el inclinómetro UNILEVEL que permite cuantificar las curvas en grados. Este inclinómetro de doble escala está graduado en incrementos de un grado (Figura 24).



Figura 24. Inclínómetro

❖ Banco de flexibilidad *sit and reach*

El banco de flexibilidad también llamado banco sueco es un cajón que se usa para medir la flexibilidad de la musculatura flexora de rodilla. Tiene una placa superior de escala graduada en centímetros para poder observar la distancia. El cero coincide en donde quedan apoyados los talones de los pies debajo de la placa. A partir de aquí, habrá centímetros positivos que se irán alejando de las plantas de los pies y negativos que se acercan al tronco (Figura 25).



Figura 25. Banco de flexibilidad

❖ **Soporte lumbar**

Como su propio nombre indica, es un soporte que se sitúa en la región lumbar al realizar la medición de la musculatura isquiosural para que la persona explorada no pueda realizar compensaciones (Figura 26).



Figura 26. Soporte lumbar

❖ **Dinamómetro de tronco**

Expresado en Kg de fuerza, permite obtener datos sobre la fuerza muscular del tren inferior. Contiene una escala que mide la fuerza entre 0 y 1.125 kg (2.500 libras) con incrementos de 4,5 kg (10 libras). Antes de comenzar hay que ajustarlo a la altura de cada sujeto (Figura 27).



Figura 27. Dinamómetro de tronco

❖ **Spinal Mouse®**

Es un dispositivo de telemetría inalámbrica portátil. Proporciona parámetros de rangos articulares y ángulos segmentarios tanto en el plano frontal como el sagital de forma segura y sin efectos nocivos. Consta de dos ruedas por las cuales se desliza sobre las apófisis espinosas y los datos son transferidos a tiempo real a un ordenador, siendo éste el que reproduce un gráfico de dos dimensiones del raquis. Más concretamente el instrumento calcula los ángulos segmentarios de cada nivel vertebral con respecto al total de la columna. La sensibilidad del instrumento se valora en grados sexagesimales con precisión de un grado. Mediante un programa informático los datos son traducidos en tablas y figuras y comparados con los valores de referencia (Figura 28).



Figura 28. Spinal Mouse®

3.3. PROCEDIMIENTO GENERAL.

Todas las mediciones se realizan en el mismo segmento horario y en la misma sala controlando la temperatura. En primer lugar se obtiene un informe favorable de la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia (Anexo I). Seguidamente los paracaidistas y su entrenador son informados sobre el procedimiento del estudio antes de la valoración (Anexo II), y se les facilita un consentimiento informado (Anexo III).

Completamos una ficha para cada uno de los participantes, en la que se recoge información referente a la edad, graduación, años que llevan en la PAPEA, peso, talla, índice de masa corporal, porcentaje graso y los procedimientos realizados para el estudio.

A cada uno de los sujetos se les midió:

- Las flechas sagitales en dos modalidades, la posición habitual e hiperextensión en bipedestación, para calcular los índices cifóticos y lordóticos
- La cifosis y lordosis con inclinómetro en bipedestación y sedestación en las dos modalidades
- El ángulo lumbo-horizontal en posición habitual e hiperextensión
- El test de elevación de la pierna recta, dedos-planta, dedos-suelo, lumbo-horizontal en flexión, lumbo-vertical en flexión para la valoración de la extensibilidad isquiosural
- Fuerza de tronco y extremidades
- La cifosis y lordosis con Spinal Mouse® en bipedestación habitual, máxima flexión en sedestación, extensión máxima en bipedestación, extensión máxima en patineta

La población se valora en ropa interior, sin calzado y por el mismo examinador.

3.3.1. CÁLCULO DE ÍNDICE CIFÓTICO Y LORDÓTICO

Para el cálculo de índices cifótico y lordótico se realiza la medición de flechas cervical, torácica, lumbar y sacra. Con la toma de estas distancias obtenemos los datos para calcular los índices, que permiten darnos a conocer la presencia de alteración raquídea:

Para clasificar la curva cifótica y saber si hay presencia de desalineación, utilizamos el Índice Cifótico (IC), que es la suma de las flechas cervical, lumbar y sacra y posteriormente dividido por dos. Se realiza igual para el índice cifótico en hiperextensión, utilizando las flechas medidas en posición de hiperextensión.

$$\text{Índice cifótico (IC)} = (\text{flecha cervical} + \text{flecha lumbar} + \text{flecha sacra}) \div 2$$

El Índice Lordótico se usa para clasificar a un sujeto de una desalineación sagital a nivel lumbar y lo calculamos con la suma de la flecha lumbar menos la mitad de la sacra.

$$\text{Índice lordótico (IL)} = \text{flecha lumbar} - 1/2 \text{ flecha sacra}$$

Para poder aplicar estas fórmulas, debe de haber una flecha que sea igual a cero, es decir, que el hilo de la plomada debe estar en contacto directo con la piel. Cuando no es así, se debe restar la de menor valor al resto (Santonja et al., 1992a).

Las posiciones adoptadas para la medición de flechas fueron las siguientes:

1. Bipedestación:

a) *Bipedestación habitual*: en las mediciones que se realizan en bipedestación, el sujeto mantiene una posición habitual de relajación. Sus miembros inferiores están separados y los pies mantienen contacto directo y continuo con el suelo. Los miembros superiores caen libremente a lo largo del cuerpo y su mirada se dirige hacia el frente (Figura 29).

b) *Bipedestación en hiperextensión*: partiendo de la posición anteriormente descrita, le solicitamos que se estire al máximo como si quisiera tocar el techo con la cabeza y que mantenga la posición mientras se realiza la toma de medidas. La mirada se mantiene en todo momento horizontal. En esta posición se corrige la actitud cifótica (Figura 30).

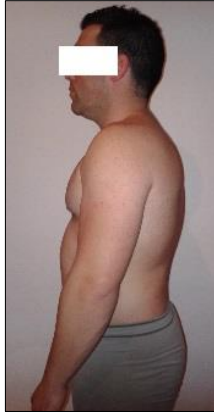


Figura 29. Posición habitual

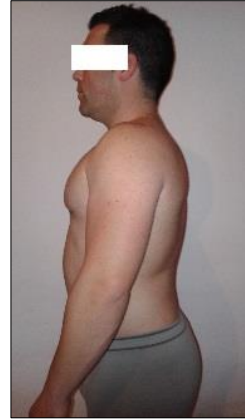


Figura 30. Posición en hiperextensión

2. Sedestación:

a) *Sedestación habitual*: en esta posición, el paracaidista está sentado en la camilla relajado, sin contactar con los pies en el suelo, los miembros inferiores separados y las manos apoyadas sobre los muslos. La mirada se mantiene al frente (Figura 31).

b) *Sedestación en hiperextensión*: al finalizar con las mediciones en la posición anteriormente descrita y sin mover al sujeto le pedimos la posición en hiperextensión, en la cual, tiene que estirarse al máximo como si quisiera tocar el techo con la cabeza. Esta postura debe de mantenerla mientras se realiza la toma de medidas (Figura 32).



Figura 31. Posición habitual



Figura 32. Posición en hiperextensión

El *procedimiento* a seguir para la medición de flechas es el siguiente:

a) *En bipedestación habitual*: para la medición de flechas sagitales la persona valorada se encuentra en posición habitual en bipedestación. Se usa una plomada y una regla para el procedimiento. Poniéndonos lateralmente al sujeto le colocamos la plomada paralela al raquis, de manera que contacte con el primer saliente o posteriormente, se restan los valores al resultado más pequeño. Medimos la distancia existente entre el hilo de la plomada y C7 que es la flecha cervical (Figura 33), donde presente la máxima convexidad dorsal denominándose flecha torácica (Figura 34), la máxima concavidad en la región lumbar llamándose flecha lumbar (Figura 35) y la flecha sacra (Figura 36) en el inicio del pliegue interglúteo.



Figura 33. Flecha cervical



Figura 34. Flecha torácica



Figura 35. Flecha lumbar



Figura 36. Flecha sacra

b) *Bipedestación en hiperextensión*: el proceso explicado anteriormente lo repetimos con la postura del sujeto en hiperextensión, que se realiza para valorar la reductibilidad de la curvatura cifótica. (Figura 37, 38, 39 y 40).



Figura 37. Flecha cervical hiperextensión



Figura 38. Flecha torácica hiperextensión



Figura 39. Flecha lumbar hiperextensión



Figura 40. Flecha sacra hiperextensión

3.3.2. MEDICIÓN CON INCLINÓMETRO

Realizamos las mediciones en bipedestación y sedestación, tanto en posición habitual, como en hiperextensión.

a) *Bipedestación habitual*: para la medición de la cifosis torácica se coloca el apoyo superior del inclinómetro a nivel de la apófisis espinosa de la primera vértebra torácica (T1) (Figura 41) a cero grados. A continuación lo situamos donde presenta el mayor valor angular, es decir, al final de la curvatura cifótica (Figura 42), obteniendo el grado de cifosis torácica.

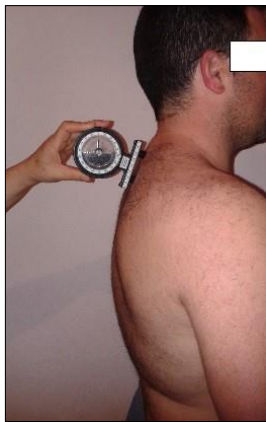


Figura 41. Inicio de la medición de la cifosis torácica. Inclinómetro a cero grados en T1



Figura 42. Fin de la medición de la cifosis torácica. Inclinómetro en mayor valor angular

Seguidamente en el punto donde se determina el mayor grado de cifosis torácica, ponemos el inclinómetro a 0 grados (Figura 43) y se desciende hasta llegar al inicio del pliegue interglúteo (Figura 44), consiguiendo así el grado de lordosis lumbar.



Figura 43. Inicio de la medición de la lordosis lumbar. Inclinómetro a cero grados al final de la cifosis

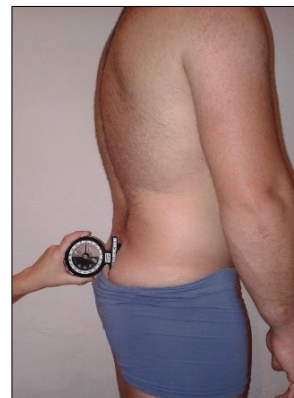


Figura 44. Fin de la medición de la lordosis lumbar. Inclinómetro en inicio del pliegue interglúteo

b) *Bipedestación en hiperextensión*: Se realiza el mismo proceso explicado anteriormente, pero esta vez, manteniendo la posición de hiperextensión (Figuras 45, 46 y 47).



Figura 45. Início de la medición de la cifosis torácica. Inclínómetro a cero grados en T1

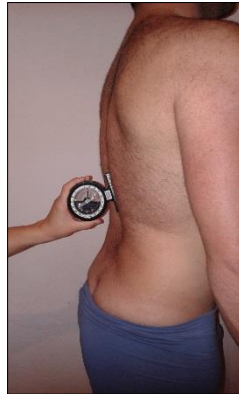


Figura 46. Posición final de la medición de la cifosis torácica e inicio de la lordosis lumbar



Figura 47. Fin de la medición de la lordosis lumbar. Inclínómetro en inicio del pliegue interglúteo

c) *Sedestación habitual e hiperextensión*: en estas dos posiciones tomamos los mismos puntos de referencia y se sigue el mismo procedimiento que en bipedestación. En un primer paso realizamos la toma de medidas en sedestación habitual (Figura 48 y 49) y posteriormente en hiperextensión (Figura 50 y 51).



Figura 48. Início de la medición de la cifosis torácica en posición habitual



Figura 49. Fin de la medición de la curva



Figura 50. Inicio de la medición de la cifosis torácica en posición de hiperextensión



Figura 51. Fin de la medición de la curva

3.3.3. MEDICIÓN DEL ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL

Con un goniómetro cuantificamos la posición de la pelvis, midiendo el ángulo lumbo-horizontal. Colocamos una rama alineada sobre las espinosas de L5-S1 y la otra se dispone horizontalmente. El ángulo que obtenemos de resultado es el suplementario, por lo que al valor obtenido deben restarse 180° . Se realiza en sedestación en sus dos modalidades (Figuras 52 y 53).



Figura 52. Ángulo lumbo-horizontal en posición habitual



Figura 53. Ángulo lumbo-horizontal en posición de hiperextensión

3.3.4. TEST DE VALORACIÓN DE LA EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL

1. TEST ELEVACIÓN PIERNA RECTA

La persona a explorar se encuentra en decúbito supino en una camilla, con un soporte localizado en la región lumbar. Un ayudante puede fijar la extremidad inferior que no se está evaluando para que no existan compensaciones, seguidamente se realiza una flexión pasiva de cadera con la rodilla extendida al miembro a explorar. Utilizando el isquiogoniómetro, se coloca la escala goniométría a la altura de la cadera y el brazo telescópico alineado con la extremidad, obteniendo así, los grados de flexión de cadera (Figura 54).

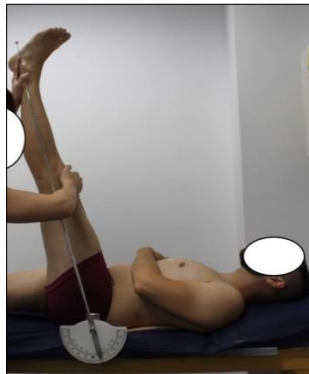


Figura 54: Test elevación de la pierna recta

2. TEST DEDOS-PLANTA DEL PIE

El sujeto se sienta sobre la camilla con las rodillas extendidas y los tobillos a 90° apoyados en el banco de flexibilidad *sit and reach*. Desde aquí, sin hacer rebotes, realiza una flexión de tronco con los miembros superiores extendidos, una mano sobre la otra y la cabeza colocada entre los mismos, intentando tocar sus pies. Se procede a la medición de la distancia que queda entre los dedos de las manos y la planta de los pies. Siendo números negativos cuando no llega y positivos cuando sobrepasa sus pies (Figura 55).



Figura 55: Test dedos-planta del pie

3. TEST LUMBO-HORIZONTAL EN FLEXIÓN

Con el sujeto en la posición final del test anterior se procede a evaluar la posición de la pelvis con un goniómetro, de modo que se alinea una rama con las apófisis espinosas lumbo-sacras y la otra horizontalmente, obteniendo así, el ángulo lumbo-horizontal en flexión (Figura 56).

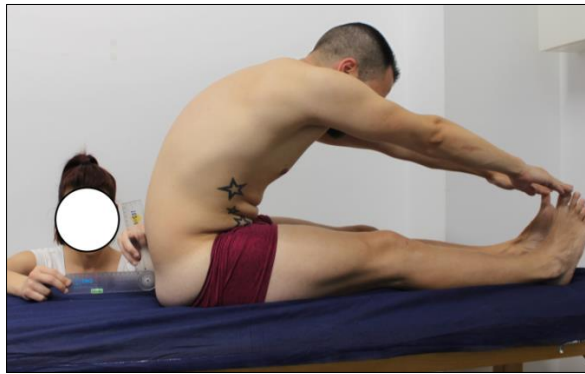


Figura 56: Test ángulo lumbo-horizontal en flexión

4. TEST DISTANCIA DEDOS-SUELO

Para determinar la distancia dedos-suelo la persona valorada se dispone en bipedestación sobre el banco de flexibilidad con las piernas separadas a la anchura de las caderas. Seguidamente realiza una flexión de tronco dejando caer hacia delante los brazos estirados, una mano sobre la otra, sin flexionar las rodillas y sin compensar con otra parte del cuerpo. El objetivo es llegar con las manos a la mayor distancia posible sobre el banco y proceder a su medición (Figura 57).



Figura 57: Test distancia dedos-suelo

5. TEST LUMBO-VERTICAL EN FLEXIÓN

Desde la posición final anteriormente descrita se procede a determinar el test lumbo-vertical, de modo que se coloca una rama del goniómetro sobre las apófisis espinosas lumbo-sacras y la otra rama verticalmente (Figura 58).

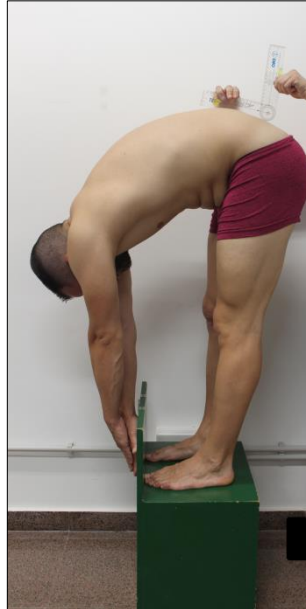


Figura 58: Test ángulo lumbo-vertical

3.3.5. MEDICIÓN DE LA FUERZA DE TRONCO Y EXTREMIDADES

1. TRONCO

Esta medición se toma con un dinamómetro de tronco, de forma que la persona se posiciona sobre su plataforma en bipedestación con las rodillas extendidas, el tronco erguido pero con una inclinación de 45° respecto a la pared. El movimiento a realizar es la extensión de tronco, desplazando la barra sostenida entre las manos hasta que haya contacto con los muslos. Es en este momento cuando se realiza la toma de datos. Este procedimiento se realizó tres veces con un minuto de descanso en cada una de ellas y se seleccionó la mejor medición (Figura 59).



Figura 59: Test fuerza isométrica de tronco

2. EXTREMIDADES INFERIORES

Como en la medición anterior la persona se encuentra en bipedestación sobre la base del dinamómetro con el tronco erguido, pero con una flexión de rodillas entre los 130° y 140°. Manteniendo dichos grados de flexión de rodillas, se solicita la extensión de las rodillas hasta que la barra sujeta en las manos tome contacto con los muslos mediante la modificación de la longitud de cadera. A continuación se procede a la toma de datos. Este procedimiento se realizó tres veces con un minuto de descanso en cada una de ellas y se seleccionó la mejor medición (Figura 60).



Figura 60: Test fuerza isométrica de miembros inferiores

De cada uno de los sujetos se obtuvieron los valores absolutos en newton (N), los valores relativos al dividir la fuerza entre el peso corporal (N/Kg) y los valores de la fuerza dividido por la Masa Libre de Grasa (MLG).

3.3.6. MEDICIÓN CON SPINALMOUSE®

Se marca previamente con un lápiz dermatográfico la vértebra C7. A continuación deslizamos en sentido cráneo caudal las ruedas del Spinal Mouse® situadas en la parte inferior, recorriendo todas las apófisis espinosas desde C7 hasta la parte superior del pliegue interglúteo que es S3 aproximadamente. Los datos son transferidos en tiempo real del dispositivo al ordenador mediante *bluetooth* quedándose registrados.

En los resultados de la curva torácica interpretamos que los valores positivos corresponden a una convexidad posterior (cifosis) y los valores negativos corresponden a una rectificación de la curva torácica. Para la curva lumbar los valores positivos indican una inversión de la curva, mientras que los negativos una concavidad posterior (lordosis). Para la pelvis, la posición vertical se corresponde a una angulación de 0°, los valores positivos a posición de anteversión pélvica y los negativos a retroversión.

Las posiciones analizadas son la bipedestación habitual, máxima flexión en sedestación, extensión máxima en bipedestación, extensión máxima en patineta.

1. BIPEDESTACIÓN HABITUAL

La persona valorada se sitúa en bipedestación con los pies separados a una distancia equivalente a la anchura de sus caderas. Los brazos están relajados dejándolos caer libremente a ambos lados del cuerpo y la mirada al frente. Se realiza el procedimiento de medición explicado anteriormente (Figura 61).

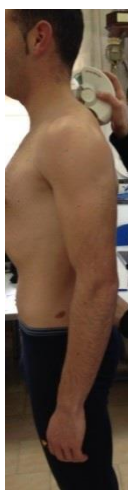


Figura 61: Bipedestación habitual

2. MÁXIMA FLEXIÓN EN SEDESTACIÓN

El explorado se encuentra en sedestación sobre una silla, con sus rodillas en un ángulo de 90° y las plantas de los pies a una distancia un poco más amplia que la anchura de los hombros, manteniendo el contacto en todo momento con el suelo. Desde aquí, se solicita una flexión máxima de tronco pasando entre sus piernas los miembros superiores extendidos y las palmas de las manos juntas. Es en esta posición final donde se realiza la medición (Figura 62).



Figura 62: Máxima flexión en sedestación

3. EXTENSIÓN MÁXIMA EN BIPEDESTACIÓN

Partiendo de la posición de bipedestación, solicitamos al paracaidista una extensión máxima de tronco, manteniendo las rodillas en extensión y la cabeza en posición neutra (Figura 63).

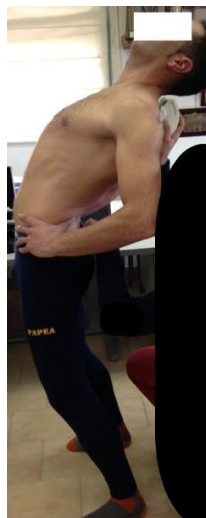


Figura 63: Extensión máxima en bipedestación.

4. EXTENSIÓN MÁXIMA EN PATINETA

Se le solicita al paracaidista que mantenga la posición de entrenamiento sobre la patineta, similar a la postura adoptada en la caída libre. La posición es en decúbito prono con extensión de cadera, tronco y hombros, y ligera flexión de codos y rodillas (Figura 64).



Figura 64: Extensión máxima en patineta

3.3.7. CLASIFICACIÓN DE LOS VALORES

1. ÍNDICE CIFÓTICO E ÍNDICE LORDÓTICO:

Este método de medición aporta información sobre si el eje se encuentra equilibrado, atrasado o adelantado. Se habla de eje atrasado cuando la flecha sacra sea mayor que cero, y de eje adelantado en el caso de que la torácica sea mayor a cero (Santonja et al., 1992a)

Los valores de normalidad para el índice cifótico son de 30 a 55. Cuando el índice sea superior a 55 sospecharemos que presenta una hipercifosis e inferior a 30 un dorso plano (Santonja et al., 1992a). El límite de la normalidad del índice cifótico autocorregido (ICA) es ≤ 35 , cuando alcanza valores entre 35 y 50 indica una tendencia a la estructuración de la curva (Serna et al., 1996) considerándose criterio de estructuración cuando este índice es ≥ 50 (Santonja et al., 1992a).

Para el índice lordótico se consideran valores normales los comprendidos entre 20 y 40, por debajo de 20 indica que existe una rectificación lumbar, mientras que los superiores a 40 se sospecha de hiperlordosis (Santonja et al., 1992a).

2. GRADOS DE MEDICIÓN CON INCLINÓMETRO Y SPINAL MOUSE®:

Los valores angulares de la cifosis torácica en bipedestación se clasifican en las siguientes categorías: rectificación torácica $< 20^\circ$, normalidad $20-45^\circ$, hipercifosis torácica leve $46-60^\circ$ e hipercifosis torácica moderada $> 60^\circ$ (López-Miñarro et al., 2009b). Consideramos que la cifosis es flexible, es decir, que se descarta la estructuración, cuando el grado de cifosis en hiperextensión es $< 25^\circ$ (Santonja et al., 1992a). En sedestación se considera normal $< 40^\circ$ (Sainz-de-Baranda, 2009).

En cuanto a la lordosis lumbar en bipedestación, dichas categorías son: rectificación lumbar $< 20^\circ$, normalidad $20^\circ- 40^\circ$ e hiperlordosis lumbar $> 40^\circ$ (López-Miñarro et al., 2007b). En sedestación se considera normal un rango de $0^\circ \pm 15^\circ$ (Sainz-de-Baranda, 2009; Alonso, 2013; Santonja, 2013a).

3. **ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL:**

El valor angular del ángulo lumbo-horizontal se encuentra dentro de la normalidad cuando es $< 100^\circ$. Estos valores los tomamos de referencia para la sedestación habitual e hiperextensión (Alonso, 2013; Santonja, 2013b).

A continuación se muestra una tabla resumen con los valores de normalidad para los índices cifótico, lordótico, cifosis, lordosis y ángulo lumbo-horizontal. (Tabla 5)

Tabla 5: Valores de normalidad para índices cifótico, lordótico, grados de cifosis, lordosis y Ángulo Lumbo-Horizontal (Á L-H).

	Disminuido	Normal	Aumentado
Índice Cifótico	< 30 Dorso plano	30-55	> 55 Hiper cifosis
Índice Lordótico	< 20 Rectificación lumbar	20-40	> 40 Hiperlordosis
Cifosis Bipedestación	< 20 Dorso plano	20-45°	46-60 Hiper cifosis
Lordosis Bipedestación	< 20 Rectificación lumbar	20-40°	> 40 Hiperlordosis
Cifosis Sedestación	-	$< 40^\circ$	$> 40^\circ$ Hiper cifosis
Lordosis Sedestación	< -15 Rectificación lumbar	0±15	$> + 15$ Hiperlordosis
Á L-H Sedestación	-	$< 100^\circ$	$> 100^\circ$

4. **MUSCULATURA ISQUIOSURAL:**

Se han utilizado unos valores de referencia para determinar la clasificación de la extensibilidad isquiosural (Santonja et al.1992b). Según el resultado de la medición de los test EPR, DDS, DDP, L-H fx y L-V, puede dar lugar a una extensibilidad normal, grado I de cortedad o grado II de cortedad (Tabla 6).

Tabla 6: Clasificación de la cortedad isquiosural.

	EPR (°)	DDS (cm)	DDP (cm)	L-H fx (°)	L-V (°)
Normal	≥75	≥(-4)	≥(-2)	≤100	≥60
Grado I	61-74	(-5)-(-11)	(-3)-(-9)	101-114	51-59
Grado II	≤60	≤(-12)	≤(-10)	≥115	≤50

EPR: Test elevación de pierna recta; DDS: Test distancia dedos-suelo; DDP: Test distancia dedos-planta; L-H fx: Test ángulo lumbo-horizontal en flexión; L-V: Test ángulo lumbo-vertical.

5. FUERZA DE TRONCO Y EXTREMIDADES INFERIORES:

En la tabla 7 se presentan los valores de normalidad para la fuerza de tronco y de extremidades inferiores separadas por sexo. Se clasifican en diferentes categorías como “*Excelente, Bueno, Promedio, Pobre y Muy pobre*” según Heyward (1998).

Tabla 7: Valores de referencia para la fuerza de tronco y extremidades inferiores (newton) separado por sexo.

	Excelente	Bueno	Promedio	Pobre	Muy pobre
Fuerza Tronco					
Masculino	>209	177-208	126-176	91-125	<91
Femenino	>111	98-110	52-97	39-51	<39
Fuerza EEII					
Masculino	>241	214-240	160-213	137-159	<137
Femenino	>136	114-135	66-113	49-65	<49

EEII: Extremidades inferiores

3.4. MÉTODO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SPSS 24, a partir de los datos introducidos previamente en una hoja de cálculo de EXCEL en la que cada caso (sujeto) es una fila y cada variable una columna.

Las variables cuantitativas se describen mediante la media, desviación estándar, el rango (mínimo y máximo) y el coeficiente de variación (desviación típica/media x100). Las variables cualitativas se expresan como valores absolutos y porcentajes. La distribución normal de las variables se comprobó mediante la prueba de Shapiro Wilk.

Se utilizó la *t-Student* para hacer la comparación de medias de variables independientes y la comparación de medias entre muestras relacionadas con el test de la *t* pareada.

Al ser pocos casos, para la comparación de medias de muestras no relacionadas, se ha usado también la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.

Para determinar el grado de relación entre variables se calculó el coeficiente de correlación de Pearson.

El nivel de significación fue establecido en $p \leq 0,05$.

Las variables independientes para cada sujeto son: edad, años en PAPEA, número de saltos, peso, talla, IMC, porcentaje graso. Las variables dependientes son: el índice cifótico, lordótico, grados de cifosis y lordosis con inclinómetro, ángulo lumbo-horizontal, extensibilidad isquiosural, fuerza de tronco y de extremidades, las curvas torácica, lumbar e inclinación pélvica medidas con Spinal Mouse®.

RESULTADOS

IV. RESULTADOS

Analizamos los resultados obtenidos de los diferentes métodos de medición.

4.1 ÍNDICES CIFÓTICO Y LORDÓTICO EN BIPEDESTACIÓN. POSICIÓN HABITUAL E HIPEREXTENSIÓN

En la tabla 8 se muestran los valores obtenidos del índice cifótico y lordótico en posición habitual, el índice cifótico en hiperextensión y el porcentaje de autocorrección de toda la población. Observamos que el coeficiente de variación del índice lordótico, índice cifótico en hiperextensión y el porcentaje de autocorrección muestra que la población es dispersa. En la tabla se ha resaltado en negrita y subrayado aquellos valores que muestran poca corrección.

TABLA 8: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos del índice cifótico (IC) en las dos modalidades de posición, lordótico (IL) y el porcentaje de autocorrección de toda la población.

Sujeto	ÍC Habitual	IC en HIPER	IL Habitual	% Autocorrección
1	<u>65</u>	<u>47,5</u>	32,5	26,92
2	<u>57,5</u>	<u>40</u>	27,5	30,43
3	<u>70</u>	<u>67,5</u>	37,5	<u>3,57</u>
4	50	35	<u>15</u>	30,00
5	<u>75</u>	<u>40</u>	<u>45</u>	46,67
6	52,5	25,00	37,5	52,38
7	<u>67,5</u>	<u>42,5</u>	<u>42,5</u>	37,04
8	55	<u>47,5</u>	25	<u>13,64</u>
9	45	27,50	20	38,89
10	45	<u>37,50</u>	37,5	16,67
11	55	32,5	25	40,91
12	40	30,00	27,5	25,00
13	<u>65</u>	<u>37,5</u>	<u>47,5</u>	42,31
14	50	15,00	52,5	70,00
X±SD	56,61±10,5	37,50±12,36	33,75±10,95	33,89±16,97
Min-Max	40-75	15-67,50	15-52,5	3,57-70,00
Cv	18,54	32,97	32,45	50,08

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; HIPER: hiperextensión.

En posición habitual, existen seis sujetos que presentan valores por encima de la normalidad en el índice cifótico y cuatro sujetos en el índice lordótico. Un hombre tiene la curva cifótica estructurada y cinco varones y dos mujeres tienen tendencia a la estructuración. Todo lo mencionado se refleja en las Tablas 9, 10 y 11.

TABLA 9: Distribución de la población según los valores de referencia del índice cifótico e índice lordótico en posición habitual de toda la población.

Valoración	Índice Cifótico		Índice Lordótico	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	6	42,8 %	4	28,5 %
Normales	8	57,1 %	9	64,3 %
Inferiores	0	0 %	1	7,1 %
TOTAL	14	100 %	14	100 %

TABLA 10: Distribución de la población según los valores de referencia del índice cifótico en hiperextensión de toda la población.

Indice Cifótico Hiperextensión		
Valoración	Nº sujetos	Porcentaje
Normal	6	42,8 %
Tendencia estructuración	7	50 %
Estructurada	1	7,1 %
TOTAL	14	100 %

TABLA 11: Distribución de los sujetos que manifiestan alteración de la curva cifótica.

Indice Cifótico alterado en Hiperextensión				
Valoración	Sexo Masculino		Sexo Femenino	
	Nºsujetos	Porcentaje	Nºsujetos	Porcentaje
Tendencia estructuración	5	83,4 %	2	100 %
Estructuración	1	16,7 %	0	0 %
TOTAL	6	100 %	2	100%

Tras comparar entre ambos grupos en posición habitual, podemos destacar que el índice cifótico es más elevado en hombres, mientras que el índice lordótico lo es en mujeres, como podemos observar a continuación en la Tabla 12 y en la Figura 67. No se observa diferencias significativas entre el sexo. Al aplicar la prueba de U de Mann-Whitney, se puede retener la hipótesis nula de que la distribución del índice cifótico (898,000) y del índice lordótico (438,000) es la misma en ambos grupos.

TABLA 12: comparación del índice cifótico y lordótico ente grupos según sexo

Sexo		Índice Cifótico	Índice Lordótico
Masculino	X±SD	59,72±10,11	31,39±10,24
	Min-Max	45,00-75,00	15,00-45,00
	Cv	16,93	32,62
Femenino	X±SD	51,00±9,62	38,00±12,04
	Min-Max	40,00-65,00	25,00-52,50
	Cv	18,86	31,69
Diferencia		p=0,142	p=0,297
Sig. prueba U		260,000	645,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig. : Significación.

En posición habitual podemos resaltar que existen cinco hombres y una mujer que presentan valores superiores a la normalidad del índice cifótico, mientras que el índice lordótico se encuentra elevado en dos varones y dos mujeres y tan solo un hombre con valor inferior. Todo ello se evidencia en la Tabla 13.

TABLA 13: Distribución de la población según los valores de referencia en el índice cifótico y el lordótico en posición habitual de toda la población

Valoración	Índice Cifótico		Índice Lordótico	
	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)
Superiores	5 (55,6%)	1 (20%)	2 (22,3%)	2 (40%)
Normales	4 (44,5%)	4 (80%)	6 (66,7%)	3 (60%)
Inferiores	0 (0%)	0 (0%)	1 (11,2%)	0 (0%)
TOTAL	9 (100%)	5 (100%)	9 (100%)	5 (100%)

Al realizar una comparación entre ambos sexos en posición de hiperextensión podemos determinar que la media del índice cifótico masculino es superior al femenino (Tabla 14 y Figura 65), mientras que el porcentaje de autocorrección es más elevado en mujeres. Cabe resaltar que toda la población es dispersa en cuanto al porcentaje de autocorrección como aparece en la Tabla 14. No se observa diferencias significativas entre sexo del índice cifótico en posición de hiperextensión, ni del porcentaje de autocorrección. Al aplicar la prueba de U de Mann-Whitney, se puede retener la hipótesis nula de que la distribución del índice cifótico en hiperextensión (240,000) es la misma en ambos grupos.

TABLA 14: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos del índice cifótico en posición de hiperextensión y el porcentaje de autocorrección separado por sexo.

Sexo		ÍC Hiperextensión	%Autocorrección
Masculino	X±SD	41,39±12,57	31,06±15,30
	Min-Max	25,00-67,50	3,57-52,38
	Cv	30,37	49,26
Femenino	X±SD	30,50±9,25	38,98±20,44
	Min-Max	15,00-37,50	16,67-70,00
	Cv	30,34	52,43
Diferencia		p=0,117	p=0,425
Sig. prueba U		414,000	493,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; IC: índice cifótico; Sig. : Significación.

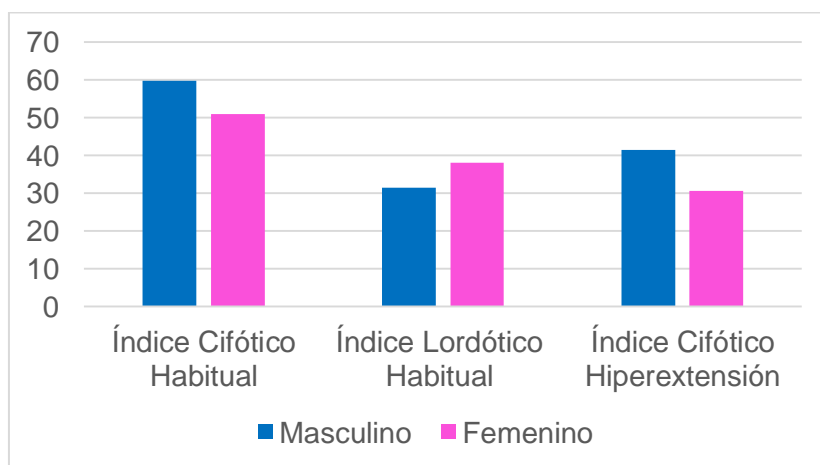


Figura 65. Valores medios (en grados) de los índices cifótico y lordótico en posición habitual e índice cifótico en hiperextensión en sexo masculino y femenino

4.2. RELACIÓN DE LAS ALTERACIONES DEL RAQUIS CON VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

En la siguiente tabla (Tabla 15) se dividen a los sujetos en tres categorías dependiendo de la talla que presenten. La distribución de los grupos queda de la siguiente forma: cinco sujetos en la categoría de “bajos” (grupo 1), seis “normales” (grupo 2) y tres “altos” (grupo 3). Si los separamos por índice de masa corporal tenemos a diez sujetos con “normopeso” (grupo 2) y cuatro con “sobrepeso” (grupo 3).

Tabla 15: Distribución de la población según talla e índice de masa corporal.

Talla		Nº sujetos	IMC		Nº sujetos
Grupo 1 (150-165 cm)	Bajo	5(35,71%)	Grupo 1 (<20)	Bajo peso	0(0%)
Grupo 2 (166- 179cm)	Normal	6(42,85%)	Grupo 2 (20-25)	Normopeso	10(71,42%)
Grupo 3 (>180 cm)	Alto	3(21,42%)	Grupo 3 (>25)	Sobrepeso	4(28,57%)
Total		14(100%)	Total		14(100%)

En la tabla 16 se muestra la distribución de los índices cifótico y lordótico de nuestra población en función de la talla, señalando que todos los altos tienen un índice cifótico aumentado. Al correlacionar, separado por sexo, los índices cifótico y lordótico con la talla, observamos una correlación positiva y significativa en el índice cifótico en los varones ($r=0,851$, $p=0,004$) pero no en el índice lordótico ($r=0,615$, $p=0,078$) ni en las mujeres (IC: $0,197$, $p=0,751$; IL: $0,446$, $p=0,052$).

TABLA 16: Distribución de la población según los índices cifótico y lordótico en función de la talla.

Talla	Bajos	Normales	Altos	Total
	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)
IC aumentado	1 (7,1%)	2 (14,2%)	3 (21,4%)	6 (42,8%)
IC normal	4 (28,5%)	4 (28,5%)	0 (0%)	8 (57,1%)
Total	5 (35,7%)	6 (42,8%)	3 (21,4%)	14 (100%)
IL disminuido	0 (0%)	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
IL aumentado	2 (14,2%)	0 (0%)	2 (14,2%)	4 (28,5%)
IL normal	3 (21,4%)	5 (35,7%)	1 (7,1%)	9 (64,2%)
Total	5 (35,7%)	6 (42,8%)	3 (21,4%)	14(100%)

IC: índice cifótico; IL: índice lordótico

En la tabla 17 no hay una distribución significativa del índice cifótico y lordótico en función del IMC. Al correlacionar en toda la población el IMC con los índices cifótico y lordótico se obtiene una relación positiva y significativa (IC: $r=0,633$, $p=0,015$; IL: $r=0,547$, $p=0,043$) que se pierde al separarlos por sexo.

TABLA 17: Distribución de la población según los índices cifótico y lordótico en función del IMC.

IMC	Normopeso	Sobrepeso	Total
	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)
IC aumentado	4 (28,5%)	2 (14,2%)	6 (42,8%)
IC normal	6 (42,8%)	2 (14,2%)	8 (57,1%)
Total	10 (71,4%)	4 (28,5%)	14 (100%)
IL disminuido	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
IL aumentado	3 (21,4%)	1 (7,1%)	4 (28,5%)
IL normal	6 (42,8%)	3 (21,4%)	9 (64,2%)
Total	10 (71,4%)	4 (28,5%)	14 (100%)

IMC: índice de masa corporal; IC: índice cifótico; IL: índice lordótico

4.3. CURVAS CIFÓTICA Y LORDÓTICA EN BIPEDESTACIÓN. POSICIÓN HABITUAL E HIPEREXTENSIÓN

En la tabla 18 mostramos los datos obtenidos de la cifosis y lordosis de toda la población en posición habitual e hiperextensión. Destacamos que la población es homogénea. En la mayoría de los sujetos, como era de esperar, la cifosis y la lordosis son mayores en posición habitual en comparación con la hiperextensión. Once de los sujetos han realizado una corrección de la cifosis, mientras que la lordosis no se ha obtenido el mismo resultado, ya que la hiperextensión afecta principalmente a la región torácica. En la tabla se ha resaltado en negrita y subrayado aquellos valores que no están dentro de la normalidad.

TABLA 18: Valores expresados en grados de la cifosis y lordosis en posición habitual (HAB) e hiperextensión (HIPER) para cada uno de los sujetos y estadísticos descriptivos de la población.

Sujeto	Cifosis HAB	Cifosis HIPER	Lordosis HAB	Lordosis HIPER
1	<u>50</u>	45	40	30
2	40	35	20	20
3	45	40	35	35
4	45	40	20	20
5	<u>60</u>	45	<u>50</u>	<u>50</u>
6	35	30	30	40
7	<u>50</u>	40	<u>45</u>	40
8	40	40	40	30
9	20	20	20	20
10	45	45	<u>45</u>	35
11	35	30	35	30
12	<u>50</u>	30	<u>45</u>	35
13	40	30	25	30
14	45	20	40	30
X±SD	42,86±9,35	35±8,55	35±10,38	31,79±8,46
Min-Max	20-60	20-45	20-50	20-50
Cv	21,81	24,42	29,65	26,61

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

En la siguiente tabla (Tabla 19) podemos observar cómo se distribuye la población mediante los valores de normalidad de la cifosis y lordosis. Destacamos que tanto en cifosis como en lordosis habitual, hay cuatro sujetos que presentan valores superiores a los de normalidad. En posición de hiperextensión sólo se halla un hombre con valores aumentados de lordosis.

TABLA 19: Distribución de la población según los valores de referencia de la cifosis y lordosis habitual de toda la población.

Valoración	Cifosis		Lordosis	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	4	28,6 %	4	28,6 %
Normales	10	71,4 %	10	71,4 %
Inferiores	0	0 %	0	0 %
TOTAL	14	100 %	14	100 %

Los datos que analizamos diferenciando el sexo en posición habitual se aprecian en la tabla 20. Visualizamos que la media de la lordosis es superior en el sexo femenino. Las cifras obtenidas de la lordosis en el sexo masculino evidencian que son dispersas. No se observa diferencias significativas entre el sexo, de la cifosis y lordosis en posición habitual.

TABLA 20: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos de la cifosis y lordosis diferenciando el sexo en posición habitual.

Sexo		Cifosis	Lordosis
Masculino	X±SD	42,78±11,21	33,33±11,46
	Min-Max	20,00-60,00	20,00-50,00
	Cv	26,21	34,37
Femenino	X±SD	43,00±5,70	38,00±8,37
	Min-Max	35,00-50,00	25,00-45,00
	Cv	13,26	22,02
Diferencia		p=0,968	p=0,442
Sig. prueba U		898,000	438,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig. : Significación.

A continuación se compara la distribución de la población de cifosis y lordosis en posición habitual. Podemos observar que hay tres hombres y una mujer con valores aumentados de cifosis y dos varones y dos hembras con hiperlordosis (Tabla 21).

TABLAS 21: Distribución de la población según los valores de referencia de la cifosis y lordosis habitual separada por sexo.

Valoración	Cifosis		Lordosis	
	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)
Superiores	3 (33,4%)	1 (20%)	2 (22,3%)	2 (40%)
Normales	6 (66,7%)	4 (80%)	7 (77,8%)	3 (60%)
Inferiores	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
TOTAL	9 (100%)	5 (100%)	9 (100%)	5 (100%)

Con respecto a la posición de hiperextensión separada por sexo destacamos que la cifosis en el masculino es ligeramente superior al femenino y en la lordosis casi llegan a igualarse. Resaltamos que los valores obtenidos de los hombres son dispersos en cuanto a la lordosis. No se observa diferencias significativas entre el sexo de la cifosis y lordosis en posición de hiperextensión (Tabla 22 y Figura 66).

TABLA 22: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos de la cifosis y lordosis diferenciando el sexo en posición de hiperextensión.

Sexo		Cifosis	Lordosis
Masculino	X±SD	37,22±7,95	31,67±10,61
	Min-Max	20,00-45,00	20,00-50,00
	Cv	21,36	33,49
Femenino	X±SD	31,00±8,94	32,00±2,74
	Min-Max	20,00-45,00	30,00-35,00
	Cv	28,85	8,56
Diferencia		p=0,204	p=0,947
Sig. prueba U		240,000	1,000,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig. : Significación.

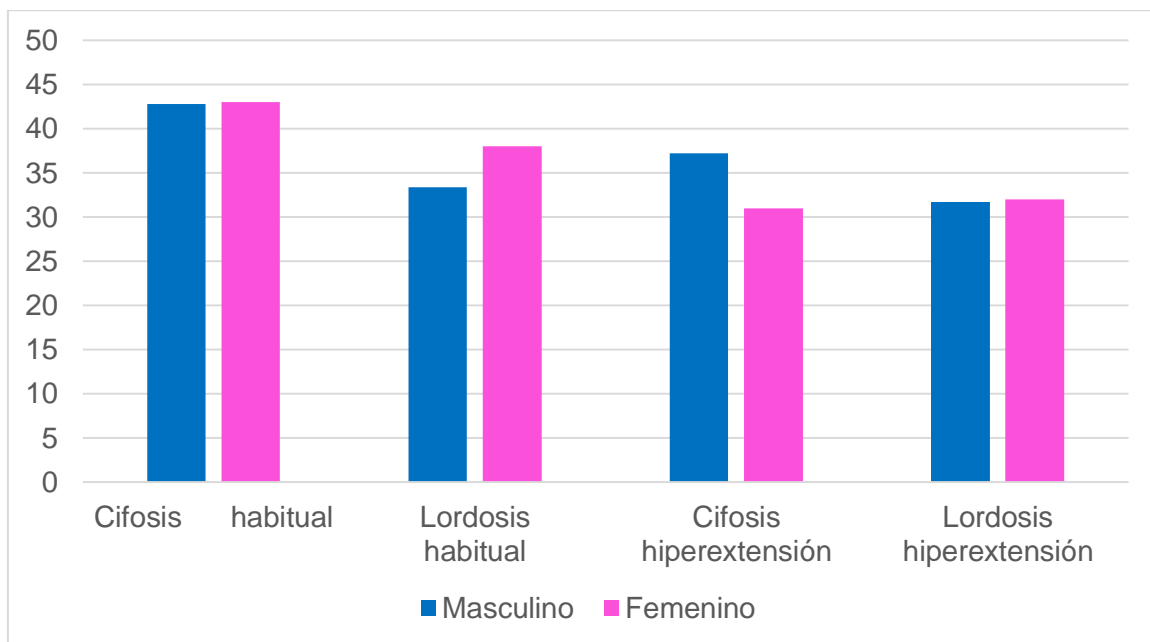


Figura 66. Valores medios (en grados) de la cifosis y lordosis en posición habitual e hiperextensión en sexo masculino y femenino.

4.4. CURVAS CIFÓTICA Y LORDÓTICA EN SEDESTACIÓN. POSICIÓN HABITUAL E HIPEREXTENSIÓN

En la tabla 23 y figura 67 mostramos los datos referentes a la cifosis y lordosis en las dos modalidades de posición. Como era de esperar, en la media de toda la población valorada, la cifosis es mayor en posición habitual que en hiperextensión, por otro lado, los datos de la lordosis en ambas modalidades son dispersos.

Al igual que en bipedestación, la mayoría de los sujetos presentan valores más altos en la cifosis habitual. Doce de los sujetos han realizado una corrección de la cifosis, mientras que la lordosis hay seis sujetos que mantienen los valores, tres que disminuyen y cinco que aumentan. En la tabla se ha resaltado en negrita y subrayado aquellos valores que no están dentro de la normalidad.

TABLA 23: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos de la cifosis y lordosis en sedestación habitual (HAB) e hiperextensión (HIPER).

Sujeto	Cifosis HAB	Cifosis HIPER	Lordosis HAB	Lordosis HIPER
1	<u>45</u>	<u>45</u>	0	5
2	40	30	0	0
3	<u>50</u>	<u>45</u>	10	5
4	<u>45</u>	40	0	0
5	<u>50</u>	40	10	10
6	35	20	10	10
7	35	30	10	5
8	40	30	10	<u>20</u>
9	40	5	0	0
10	40	35	5	<u>20</u>
11	30	25	0	<u>20</u>
12	<u>45</u>	35	15	<u>25</u>
13	30	30	<u>20</u>	0
14	30	20	10	10
X±SD	39,64±6,92	30,71±10,89	7,69±6,33	10±8,66
Min-Max	30-50	5-45	0-20	0-25
Cv	17,47	35,47	82,29	86,60

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

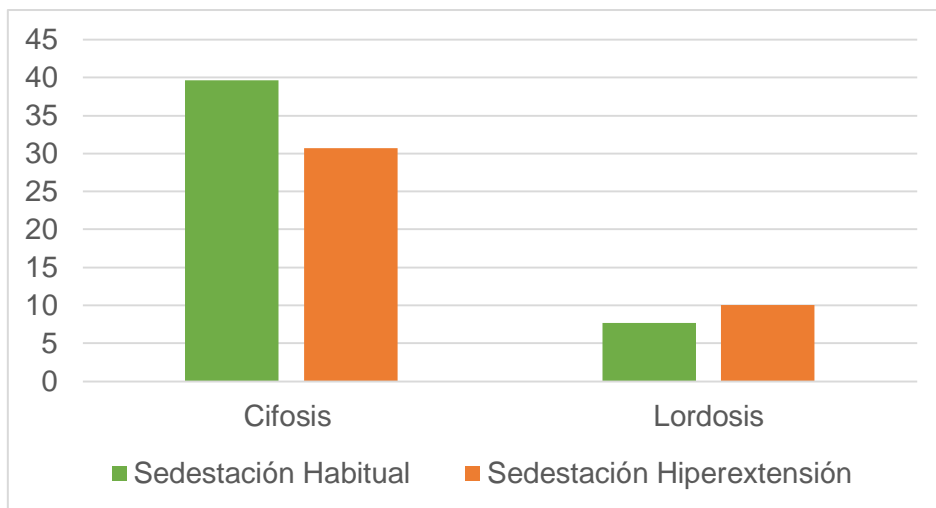


Figura 67. Valores medios (en grados) de la cifosis y lordosis en sedestación habitual e hiperextensión.

En las Tablas 24 y 25 aparece la cifosis y lordosis en ambas modalidades. Se presenta cinco individuos con hipercifosis en posición habitual y dos en hiperextensión, mientras que la hiperlordosis está presente en un sujeto en posición habitual y cuatro en hiperextensión.

TABLA 24: Distribución de la población según los valores de referencia de la cifosis habitual e hiperextensión en sedestación.

Valoración	Cifosis habitual		Cifosis hiperextensión	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	5	35,7 %	2	14,3 %
Normales	9	64,3 %	12	85,7 %
Inferiores	0	0 %	0	0 %
TOTAL	14	100 %	14	100 %

TABLA 25: Distribución de la población según los valores de referencia de la lordosis habitual e hiperextensión.

Valoración	Lordosis habitual		Lordosis hiperextensión	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	1	7,14 %	4	28,6 %
Normales	13	92,8 %	10	71,4 %
Inferiores	0	0 %	0	0 %
TOTAL	14	100 %	14	100 %

Si separamos los valores obtenidos por sexo (Tabla 26 y Figura 68), obtenemos que en posición habitual la cifosis es mayor en el sexo masculino y la lordosis en el femenino. Los valores de la población continúan siendo dispersos en cuanto a la lordosis. En posición habitual existe una mujer y cuatro varones que presentan hipercifosis y una hembra con hiperlordosis, como se observa en la tabla 27. No se observa diferencias significativas entre el sexo de la cifosis y lordosis en posición habitual.

TABLA 26: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos de la cifosis y lordosis en sedestación habitual en el sexo masculino y femenino.

Sexo		Cifosis	Lordosis
Masculino	X±SD	42,22±5,65	6,25±5,18
	Min-Max	35-50	0-10
	Cv	13,39	82,81
Femenino	X±SD	35,00±7,07	10,00±7,91
	Min-Max	30-45	0-20
	Cv	20,20	79,06
Diferencia		p=0,057	p=0,228
Sig. prueba U		83,000	298,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig. : Significación.

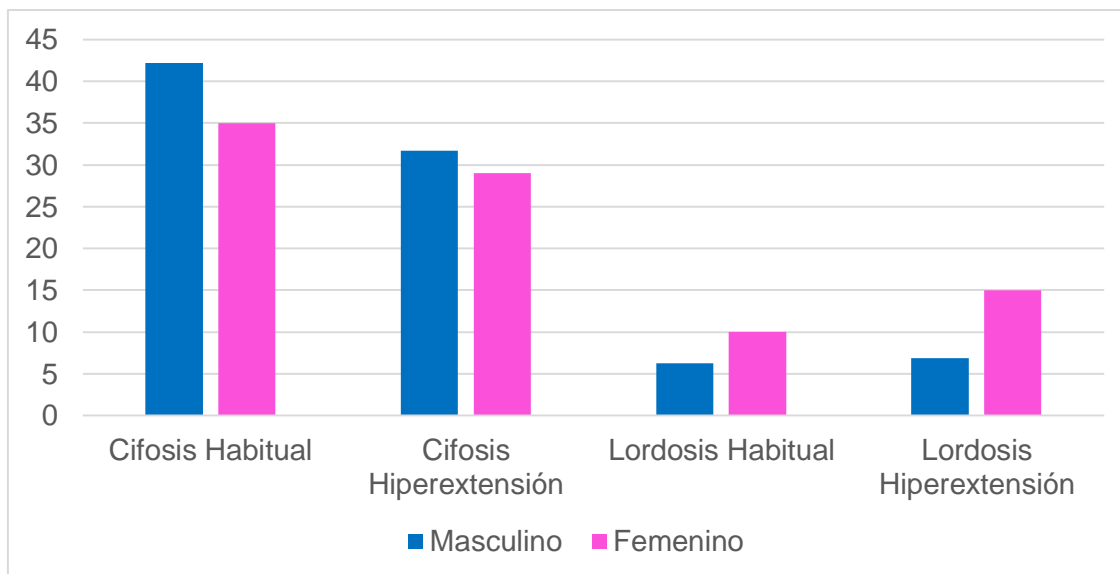


Figura 68. Valores medios (en grados) de la cifosis y lordosis en sedestación habitual e hiperextensión en el sexo masculino y femenino.

TABLA 27: Distribución de la población según los valores de referencia de la cifosis y lordosis habitual separada por sexo.

Valoración	Cifosis		Lordosis	
	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)
Superiores	4 (44,5%)	1 (20%)	0 (0%)	1 (20%)
Normales	5 (55,6%)	4 (80%)	9 (100%)	4 (80%)
Inferiores	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
TOTAL	9 (100%)	5 (100%)	9 (100%)	5 (100%)

Los datos obtenidos en posición de hiperextensión en ambos grupos (Tabla 28 y Figura 70) nos muestran, al igual que en posición habitual, que la lordosis continúa siendo más alta en las hembras y la cifosis en los varones. Independientemente del sexo, los datos de la población siguen siendo dispersos en cuanto a la lordosis. Se destaca al sexo masculino que también son heterogéneos con la cifosis. Con referencia a la distribución de la población (Tabla 29), hay dos hombres que presentan

hipercifosis, tres mujeres y un varón con hiperlordosis. No se observa diferencias significativas entre el sexo de la cifosis y lordosis en posición de hiperextensión.

TABLA 28: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos de la sedestación en hiperextensión del sexo masculino y femenino.

Sexo		Cifosis	Lordosis
Masculino	X±SD	31,67±12,99	6,88±6,51
	Min-Max	5,00-45,00	0,00-20,00
	Cv	41,02	94,73
Femenino	X±SD	29,00±6,52	15,00±10,00
	Min-Max	20,00-35,00	0,00-25,00
	Cv	22,48	66,67
Diferencia		p=0,679	p=0,065
Sig. prueba U		518,000	112,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig. : Significación.

TABLA 29: Distribución de la población, separada por sexo, según los valores de referencia de la cifosis y lordosis en hiperextensión.

Valoración	Cifosis Hiperextensión		Lordosis Hiperextensión	
	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)	Masculino Nºsujetos (%)	Femenino Nºsujetos (%)
Superiores	2 (22,3%)	0 (0%)	1 (11,2%)	3 (60%)
Normales	7 (77,8%)	5 (100%)	8 (88,9%)	2 (40%)
Inferiores	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
TOTAL	9 (100%)	5 (100%)	9 (100%)	5 (100%)

4.5. ÁNGULO LUMBO-HORIZONTAL EN SEDESTACIÓN HABITUAL E HIPEREXTENSIÓN DE TRONCO

En la tabla 30 se aprecian los datos recogidos del test ángulo lumbo-horizontal en las dos modalidades de posición. La media del ángulo lumbo-horizontal en las diferentes modalidades se lleva una diferencia de cinco grados, siendo más elevada en posición habitual. Los datos obtenidos de la población son homogéneos. En posición habitual se hallan dos sujetos que presentan valores superiores a la normalidad y en la posición de hiperextensión hay otros dos (Tabla 31). En la tabla se ha resaltado en negrita y subrayado aquellos valores que no están dentro de la normalidad.

TABLA 30: Valores expresados en grados del ángulo lumbo-horizontal en sedestación habitual e hiperextensión, para cada uno de los sujetos y estadísticos descriptivos de la población.

Sujeto	Ángulo L-H Habitual	Ángulo L-H Hiperextensión
1	<u>100</u>	95
2	90	90
3	95	<u>100</u>
4	100	90
5	100	<u>100</u>
6	105	95
7	90	85
8	90	90
9	<u>105</u>	90
10	85	85
11	90	80
12	80	70
13	95	90
14	95	95
X±SD	94,29±7,30	89,64±7,96
Min-Max	80-105	100-8,88
Cv	7,74	8,88

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación, Ángulo L-H: ángulo lumbo-horizontal.

TABLA 31: Distribución de la población según los valores de referencia del ángulo lumbo-horizontal (Á L-H) en posición habitual e hiperextensión de la población.

Á L-H HABITUAL			Á L-H HIPEREXTENSION	
Valoración	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	2	14,2 %	2	14,2 %
Normales	12	85,7 %	12	85,7 %
Inferiores	0	0 %	0	0 %
TOTAL	14	100 %	14	100 %

En las dos posiciones adoptadas los hombres han obtenido valores más elevados con respecto a las mujeres (Figura 69) y son homogéneos como se observa en la tabla 32. Tanto en posición habitual como en hiperextensión existen dos hombres que presentan valores superiores a la normalidad (Tabla 33 y 34). Se observa diferencias significativas para el ángulo lumbo-horizontal en posición habitual, $p=0,037$ y en posición de hiperextensión, $p=0,042$.

TABLA 32: Valores expresados en grados y estadísticos descriptivos del ángulo lumbo-horizontal en posición habitual e hiperextensión de la población.

Sexo		Á L-H Habitual	Á L-H Hiperextensión
Masculino	X±SD	97,22±6,18	92,78±5,07
	Min-Max	90,00-105,00	85,00-100,00
	Cv	6,36	5,46
Femenino	X±SD	89,00±6,52	84,00±9,62
	Min-Max	80,00-95,00	70,00-95,00
	Cv	7,32	11,45
Diferencia		$p=0,037$	$p=0,042$

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Á L-H: ángulo lumbo-horizontal.

TABLA 33: Distribución de la población según los valores de referencia del ángulo lumbo-horizontal en posición habitual separado por sexo.

Ángulo Lumbo-Horizontal Habitual				
	Sexo Masculino		Sexo Femenino	
Valoración	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	2	22,3 %	0	0 %
Normales	7	77,8 %	5	100 %
Inferiores	0	44,5 %	0	0 %
TOTAL	9	100 %	5	100%

TABLA 34: Distribución de la población según los valores de referencia del ángulo lumbo-horizontal en posición de hiperextensión separado por sexo.

Ángulo Lumbo-Horizontal Hiperextensión				
	Sexo Masculino		Sexo Femenino	
Valoración	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Superiores	2	22,3 %	0	0 %
Normales	7	77,8 %	5	100 %
Inferiores	0	0 %	0	0 %
TOTAL	9	100 %	5	100%

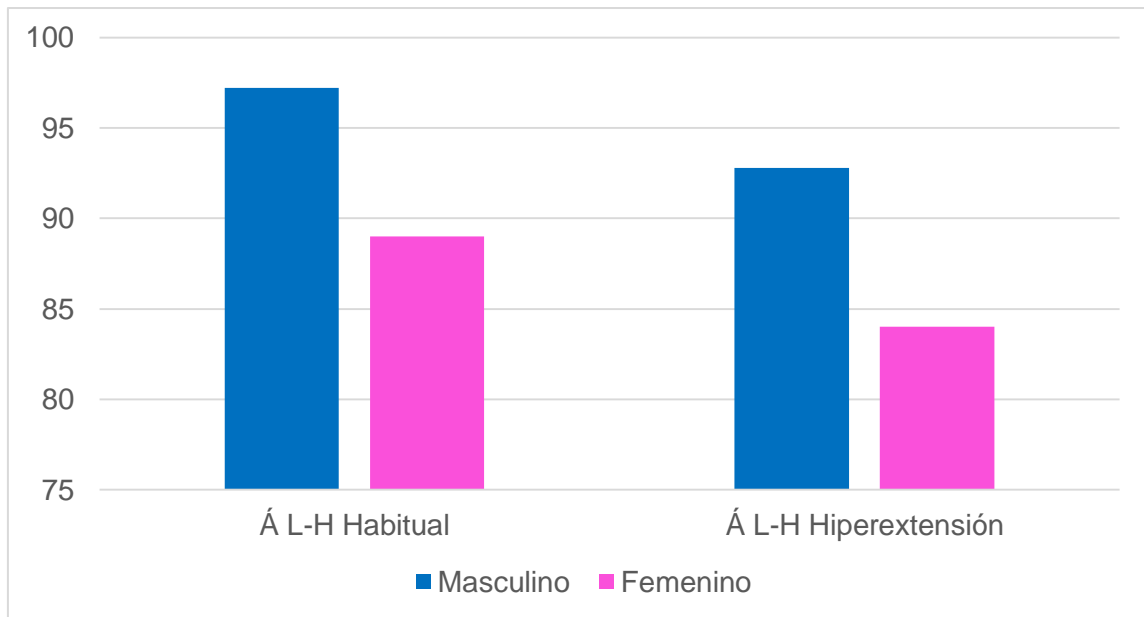


Figura 69. Valores medios (en grados) del ángulo lumbo-horizontal en sedestación habitual e hiperextensión en el sexo masculino y femenino. Á L-H: ángulo lumbo-horizontal.

4.6. DISPOSICIÓN DEL RAQUIS CON SPINAL MOUSE®

Al medir las curvas raquídeas y la inclinación pélvica con el Spinal Mouse® en bipedestación habitual, obtenemos los valores que mostramos en la tabla 35. En la Figura 70 se muestra los gráficos que nos proporciona el software del Spinal Mouse®, a partir de los cuales hemos obtenido los datos para la creación de las tablas de resultados. Al ser la cifosis una curva convexa se expresa con valores positivos, mientras la curva lumbar que es cóncava, en negativos. En la tabla 36 y 37 se observa que en el grupo de varones, la mayoría presenta cifosis torácica leve, en el caso de las mujeres, los valores están entre la normalidad y la cifosis leve. Respecto a la curvatura lumbar, casi la totalidad de los sujetos están dentro de los valores considerados normales. En lo referente a la inclinación pélvica, las mujeres presentan valores angulares mayores hacia la anteversión.

TABLA 35: Valores expresados en grados de las curvas raquídeas e inclinación pélvica, medidos con Spinal Mouse®, de cada uno de los sujetos y estadísticos descriptivos de la población en bipedestación habitual.

Sujeto	Curva Torácica	Curva Lumbar	Inclinación Pélvica
1	56	-30	17
2	47	-27	16
3	54	-35	22
4	58	-22	9
5	50	-35	20
6	43	-35	22
7	57	-33	12
8	47	-29	18
9	35	-19	16
10	36	-38	28
11	44	-27	13
12	47	-39	25
13	50	-28	14
X±SD	48±7,34	-30,54±6,01	17,85±5,41
Min-Max	35-58	-39-(-19)	9-28
Cv	15,29	-19,68	30,34

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

TABLA 36: Distribución de la población según los valores de referencia de la curva torácica, en posición de bipedestación habitual separado por sexo.

Curva Torácica				
Valoración	Sexo Masculino		Sexo Femenino	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Cifosis leve	7	77,8 %	2	50 %
Normales	2	22,3 %	2	50 %
Rectificación	0	0 %	0	0%
TOTAL	9	100 %	4	100 %

TABLA 37: Distribución de la población según los valores de referencia de la curva lumbar, en posición de bipedestación habitual separado por sexo.

Curva Lumbar				
Valoración	Sexo Masculino		Sexo Femenino	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
Lordosis leve	0	0 %	0	0 %
Normales	8	88,9 %	4	100 %
Rectificación	1	11,2 %	0	0 %
TOTAL	9	100 %	4	100 %

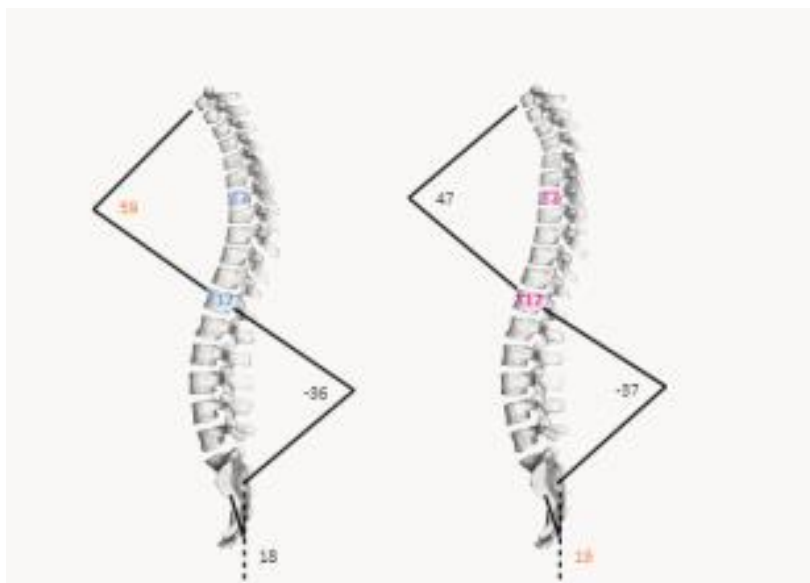


Figura 70. Modelo de los gráficos que proporciona el software del Spinal Mouse®.

En la tabla 38 se muestran los valores obtenidos en la posición de máxima flexión en sedestación. Todos los valores obtenidos son positivos, ya que al mantener dicha posición, el raquis realiza una cifosis completa. El coeficiente de variación nos muestra que todos los datos son homogéneos.

TABLA 38: Valores expresados en grados de las curvas raquídeas e inclinación pélvica, medidos con Spinal Mouse®, de cada uno de los sujetos y estadísticos descriptivos de la población en máxima flexión en sedestación.

Sujeto	Curva Torácica	Curva Lumbar	Inclinación Pélvica
1	71	28	52
2	91	36	42
3	80	35	38
4	86	28	44
5	84	41	48
6	84	23	48
7	85	21	48
8	84	17	52
9	84	40	46
10	82	21	56
11	79	31	51
12	86	27	58
13	78	38	62
X±SD	82,62±4,86	29,69±7,86	49,62±6,60
Min-Max	71-91	17-41	38-62
Cv	5,88	26,50	13,31

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

Al realizar la extensión máxima de tronco en bipedestación, existen varios sujetos que invierten la curva torácica, realizando una lordosis y apareciendo valores negativos en la Tabla 39. Se aprecia la heterogeneidad de los valores obtenidos en dicha curva.

TABLA 39: Valores expresados en grados de las curvas raquídeas e inclinación pélvica, medidos con Spinal Mouse®, de cada uno de los sujetos y estadísticos descriptivos de la población en extensión máxima de tronco en bipedestación.

Sujeto	Curva Torácica	Curva Lumbar	Inclinación Pélvica
1	24	-53	-22
2	44	-47	-9
3	12	-52	5
4	39	-31	-9
5	8	-40	-35
6	-13	-62	-7
7	31	-54	-2
8	0	-40	-5
9	-12	-34	-14
10	13	-51	-20
11	-22	-59	-4
12	38	-59	-10
13	-2	-56	4
X±SD	12,31±21,69	-49,08±9,95	-9,85±10,96
Min-Max	-22-44	-62-(-31)	-35-5
Cv	176,25	-20,26	-111,32

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

Al realizar la extensión máxima de tronco en patineta, se observa a tres sujetos que presentan lordosis de todo el raquis, apareciendo valores negativos en la columna de “curva torácica” de la tabla 40. Los valores positivos de la curva torácica nos indican, un segmento más rígido y que por lo tanto, no invierte la curva. Se destaca la heterogeneidad de los valores de dicha curva.

TABLA 40: Valores expresados en grados de las curvas raquídeas e inclinación pélvica, medidos con Spinal Mouse®, de cada uno de los sujetos y estadísticos descriptivos de la población en extensión máxima de tronco en patineta.

Sujeto	Curva Torácica	Curva Lumbar	Inclinación Pélvica
1	17	-39	106
2	24	-39	100
3	9	-41	110
4	5	-36	106
5	-3	-37	103
6	2	-33	102
7	-8	-38	108
8	7	-30	104
9	-19	-34	104
10	10	-56	110
11	20	-45	115
12	14	-36	115
13	13	-42	103
X±SD	7±11,85	-38,92±6,47	106,62±4,75
Min-Max	-19-24	-65-(-30)	100-115
Cv	169,33	-16,63	4,46

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación.

Los valores medios y desviaciones típicas de la curva torácica, lumbar e inclinación pélvica en las posturas evaluadas son presentados en la tabla 41. Tanto en posición de bipedestación habitual como en extensión, son los hombres los que presentan una cifosis más acentuada y las mujeres la lordosis lumbar. En el caso de la flexión en sedestación, los valores obtenidos de varones y mujeres son similares.

Se halla diferencia significativa en el sexo con respecto a la curva lumbar, en posición de extensión en bipedestación. También en la inclinación pélvica en máxima flexión en sedestación. Además de la posición en patineta en la curva lumbar e inclinación pélvica. Las mencionadas diferencias significativas son resaltadas en negrita en la tabla 41. Mediante la prueba de U de Mann-Whitney se comprueba que también hay diferencias significativas en máxima flexión en sedestación con una significación de 11,000.

TABLA 41: Valores medios y desviación típica (grados) de la curva torácica, lumbar e inclinación pélvica en las cuatro posturas evaluadas.

		A	B	C	D
	Total	48,00±7,34	12,31±21,69	82,62±4,86	7,00±11,85
Curva Torácica	Masculino	49,67±7,55	14,78±21,06	83,22±5,40	3,78±12,89
	Femenino	44,25±6,02	6,75±25,29	81,25 ±3,59	14,25±4,19
	Diferencia	p=0,234	p=0,561	p=0,523	p=0,148
	Total	-30,54±6,01	-49,08±9,95	29,69±7,87	-38,92±6,47
Curva Lumbar	Masculino	-29,44±5,88	-45,9±10,29	29,89±8,58	-36,33±3,46
	Femenino	-33,00 ±6,38	-56,25±3,77	29,25±7,14	-44,75±8,38
	Diferencia	p=0,347	p=0,023	p=0,899	p=0,022
	Total	17,85±5,41	-9,85±10,96	49,62±6,60	106,62±4,75
Inclinación Pélvica	Masculino	16,89±4,34	-10,9±11,74	46,44±4,56	104,78±3,07
	Femenino	20,00±7,62	-7,50±10,12	56,75±4,57	110,75±5,7
	Diferencia	p=0,489	p=0,638	p=0,002	p=0,029

A=Bipedestación habitual; B= Extensión máxima en bipedestación; C=Máxima flexión en sedestación; D=Extensión máxima en patineta

La amplitud de cada movimiento se muestra en la tabla 42. La hiperextensión se valora restando la posición básica en bipedestación (A) a la posición de máxima extensión (B), se aprecia una disminución media de la curva torácica de $35,6 \pm 18,8^\circ$. La curva lumbar aumenta más en mujeres que en hombres. La inclinación pélvica cambia su signo en ambos sexos.

En la amplitud de la máxima flexión de tronco obtenida al restar a la posición de máxima flexión (C) el valor de la bipedestación (A), la curva torácica aumenta más en mujeres que en hombres, las curvas lumbares se invierten pasando de la lordosis a la cifosis con una amplitud similar en ambos sexos.

En la amplitud global del movimiento raquídeo, obtenido al restar la máxima extensión a la máxima flexión (C-B), los valores superiores corresponden a las mujeres. La amplitud del movimiento específico, en posición de vuelo en caída libre (D-A), muestra reducción de la curva torácica y aumento de la lumbar. Se halla diferencia significativa entre el sexo en la curva torácica de la mencionada posición de vuelo, quedando resaltada en negrita en la tabla 42. Además, mediante la prueba de U de Mann-Whitney se comprueba que también hay diferencias significativas en la amplitud de movimiento específico, la posición de vuelo, con una significación de 34,000.

TABLA 42: Valores medios y desviación típica (grados) de las amplitudes de cada movimiento.

		(B-A)	(C-A)	(C-B)	(D-A)
	Total	-35,69±18,84	34,62±9,49	70,31±20,47	-41±12,82
Curva	Masculino	-34,89±16,57	33,56±10,48	68,44±20,8	-45,89±12,06
Torácica	Femenino	-37,5±26,11	37±7,53	74,5±22,1	-30±6,06
	Diferencia	p=0,829	p=0,569	p=0,643	p=0,032
	Total	18,54±7,9	60,23±8,07	78,77±11,15	8,38±7,39
Curva	Masculino	16,44±7,13	59,33±9,37	75,78±10,93	6,89±6,01
Lumbar	Femenino	23,25±8,46	62,25±4,35	85,5±9,57	11,75±10,01
	Diferencia	p=0,160	p=0,571	p=0,154	p=0,293
	Total	27,69±13,54	31,77±7,61	59,46±13,11	88,77±6,35
Inclinación	Masculino	27,78±12,77	29,56±6,44	57,33±14,38	87,89±5,64
Pélvica	Femenino	27,5±17,25	36,75±8,54	64,25±9,6	90,75±8,3
	Diferencia	p=0,975	p=0,119	p=0,404	p=0,478

(B-A)= Extensión máxima en bipedestación- Bipedestación habitual; (C-A)= Máxima flexión en sedestación- Bipedestación habitual; (C-B)= Máxima flexión en sedestación- Extensión máxima en bipedestación; (D-A)= Extensión máxima en patineta- Bipedestación habitual.

Al dividir la población en dos grupos en función de las referencias de normalidad para la curva torácica, en “normales o dentro del rango” (n=4) y “mayores del rango” (n=9), obtenemos los valores medios de la tabla 43. Dos de las mujeres forman parte del grupo de normalidad y otras dos tienen el valor de la curva torácica por encima del rango de normalidad. Las diferencias entre ambos grupos en la curva cifótica en bipedestación habitual y en extensión son significativas y quedan marcadas en negrita en la tabla 43. La curva lordótica y la inclinación pélvica no presentan diferencias entre los grupos.

TABLA 43: Valores medios y desviación típica (grados) de la curva torácica, lumbar e inclinación pélvica en las cuatro posturas evaluadas separados por grupos según el rango de normalidad de la cifosis torácica.

		A	B	C	D
Curva Torácica	Normal	42±5,29	-8±28,15	84,33±4,03	8,5±15,51
	Mayores rango	53,14±4,18	16±15,7	81,14±5,3	5,71±8,73
	Diferencia	p=0,001	p=0,013	p=0,866	p=0,471
Curva Lumbar	Normal	-30,83±7,81	-52±10,47	29,67±7,42	-40,5±8,73
	Mayores rango	-30,29±4,61	-46,57±9,52	29,71±8,83	-37,5±3,66
	Diferencia	p=0,767	p=0,581	p=0,787	p=0,271
Inclinación Pélvica	Normal	20±5,90	-10,67±5,65	50,17±6,0,8	107,67±6,56
	Mayores rango	16,0±4,58	-9,14±14,58	49,14±7,47	105,71±2,63
	Diferencia	p=0,422	p=0,773	p=0,829	p=0,589

A=Bipedestación; B= Extensión en bipedestación; C=Flexión en sedestación; D=Patineta

En la tabla 44 comparamos las amplitudes de los movimientos entre ambos grupos. Se aprecia diferencias significativas en la amplitud de la flexión máxima y entre la posición habitual y la de decúbito en patineta, las cuales están señaladas en negrita en la tabla. Lo sujetos con más cifosis en bipedestación, realizan menos movimiento que los que están en el rango de normalidad al flexionar el tronco, pero en la extensión en decúbito su amplitud de movimiento es mayor.

TABLA 44: Comparación de las amplitudes de cada movimiento entre grupos (según cifosis torácica).

		(B-A)	(C-A)	(C-B)	(A-D)
Curva Torácica	Normal	34±26,02	42,33±5,05	76,33±25,06	33,5±12,11
	Mayores rango	37,14±11,87	28±6,95	65,14±15,06	47,43±10,01
	Diferencia	p=0,793	p=0,002	p=0,348	p=0,045
Curva Lumbar	Normal	21,17±7,19	60,5±3,27	81,67±7,12	9,67±9,69
	Mayores rango	16,29±8,3	60±11,02	76,29±13,82	7,29±5,28
	Diferencia	p=0,286	p=0,912	p=0,409	p=0,585
Inclinación Pélvica	Normal	30,67±10,41	30,17±4,67	60,83±9,45	-87,67±7,94
	Mayores rango	25,14±16,12	33,14±9,63	58,29±16,31	-89,71±5,09
	Diferencia	p=0,487	p=0,506	p=0,743	P=0,585

(B-A)= Extensión máxima en bipedestación- Bipedestación habitual; (C-A)= Máxima flexión en sedestación- Bipedestación habitual; (C-B)= Máxima flexión en sedestación- Extensión máxima en bipedestación; (D-A)= Extensión máxima en patineta- Bipedestación habitual.

4.7. COMPARACIÓN DE LA VALORACIÓN DEL SPINAL MOUSE® CON LA DEL INCLINÓMETRO E ÍNDICES CIFÓTICO Y LORDÓTICO

Como se refleja en la tabla 45, la medición de la curva torácica con Spinal Mouse® tiene una correlación significativa de $r=0,600$ ($p=0,030$) con el índice cifótico y de $r=0,560$ ($p=0,046$) con la medición con inclinómetro. La medición de la curva lordótica con Spinal Mouse® tiene una correlación significativa de $r=0,603$ ($p=0,029$) con el índice lordótico y de $r=0,775$ ($p=0,002$) con la medición con inclinómetro.

Tabla 45: Correlación de la medición del Spinal Mouse® con los índices e inclinómetro.

Spinal Mouse®	Índice Cifótico	Índice Lordótico	Cifosis Habitual	Lordosis Habitual
Cifosis en Bipedestación	$r=0,600$ $p=0,030$		$r=0,560$ $p=0,046$	
Lordosis en Bipedestación		$r=0,603$ $p=0,029$		$r=0,775$ $p=0,002$

4.8. EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL

4.8.1. TEST DE RECORRIDO ANGULAR

En la tabla 46 mostramos los valores obtenidos en los test de Elevación de la Pierna Recta (EPR) y visualizamos que el sexo femenino obtiene un ángulo ligeramente superior al masculino en las dos extremidades. Cabe destacar que en los hombres coinciden los valores del lado derecho e izquierdo. Resalta la homogeneidad de los datos de toda la población, además de que la media se encuentra en la categoría de normalidad. No aparecen diferencias significativas entre varones y mujeres, ni entre derecha e izquierda.

Tabla 46: Valores expresados en grados del Test Elevación Pierna Recta de ambos miembros inferiores separado por sexo.

Sexo		EPR derecha	EPR izquierda
Masculino	X±SD	88,33±7,07	88,33±7,07
	Min-max	80-100	80-100
	Cv	8,00	8,00
Femenino	X±SD	91±8,94	92±7,58
	Min-max	80-100	85-100
	Cv	9,83	8,24
Diferencia		p=0,549	p=0,382
Sig. prueba U		606,000	518,000

EPR: Test elevación pierna recta en miembro inferior; X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig: Significación.

4.8.2. TEST LONGITUDINALES

Tanto en el test de Distancia Dedos-Planta (DDP) como en Dedos-Suelo (DDS), no se encuentran diferencias significativas entre el sexo masculino y femenino (Tabla 47). Sólo existen dos sujetos con valores negativos en estos test, pero los datos obtenidos en las otras mediciones son normales.

Tabla 47: Valores expresados en centímetros del Test Distancia Dedos-Planta y Dedos-Suelo separado por sexo.

Sexo		Distancia Dedos-Planta	Distancia Dedos-Suelo
Masculino	X±SD	6,44±10,17	5,61±8,39
	Min-max	-11-20	-8,5-17
	Cv	157,89	149,56
Femenino	X±SD	7,80±5,45	8,20±4,92
	Min-max	2-15	2-14
	Cv	69,87	59,99
Diferencia		p=0,789	p=0,543
Sig. prueba U		898,000	699,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación; Sig: Significación.

4.8.3. TEST DE REPERCUSIÓN LUMBAR

No se observa sujetos con repercusión de cortedad de la musculatura isquiosural. Tampoco se hallan diferencias significativas entre el sexo en los test lumbo-horizontal en flexión y lumbo-vertical (Tabla 48).

Tabla 48: Valores expresados en grados del Test Lumbo-Horizontal en Flexión y Lumbo-Vertical separado por sexo.

Sexo		Lumbo-horizontal Flexión	Lumbo-Vertical
Masculino	X±SD	92,78±8,33	82,78±9,39
	Min-max	80-100	70-100
	Cv	8,98	11,35
Femenino	X±SD	91±6,52	86±4,18
	Min-max	80-95	80-90
	Cv	7,16	4,86
Diferencia		p=0,689	p=0,486
Sig. prueba U		518,000	438,000

X: media; SD: desviación estándar; Min: mínimo; Max: máximo; Cv: coeficiente de variación Sig: Significación.

4.8.4. CLASIFICACIÓN DE LA CORTEDAD ISQUIOSURAL

En la siguiente tabla (Tabla 49) se destaca que todos los sujetos pertenecen a la categoría de normalidad en la Elevación de la Pierna Recta, a pesar de que hay dos sujetos que presentan valores disminuidos en las mediciones con los test longitudinales.

Tabla 49: Clasificación de la cortedad isquiosural.

	Normal		Grado I		Grado II	
	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje	Nº sujetos	Porcentaje
EPR	14	100%	0	0%	0	0%
DDS	12	85,7%	2	14,2%	0	0%
DDP	12	85,7%	1	7,1%	1	7,1%
L-H fx	12	85,7%	2	14,2%	0	0%
L-V	14	100%	0	0%	0	0%

EPR: Test elevación de pierna recta; DDS: Test distancia dedos-suelo; DDP: Test distancia dedos-planta; L-H fx: Test ángulo lumbo-horizontal en flexión; L-V: Test ángulo lumbo-vertical.

4.9. FUERZA DE TRONCO Y EXTREMIDADES INFERIORES

En la tabla 50 mostramos los valores de fuerza absoluta, relativa y la fuerza dividida entre la masa libre de grasa de los grupos masculino y femenino. En los datos recogidos destacamos que la fuerza relativa de tronco y extremidades en el sexo femenino son heterogéneos, pero al analizar la fuerza con la masa libre de grasa, observamos que la heterogeneidad desaparece y el grupo es homogéneo. No se observa diferencias significativas entre el grupo masculino y femenino.

Tabla 50: Estadísticos descriptivos de la fuerza absoluta, relativa y masa libre de grasa separado por sexo.

		Fuerza absoluta (N)		Fuerza relativa (N/Kg)		Fuerza /MLG (N/Kg)	
		Tronco	EEII	Tronco	EEII	Tronco	EEII
Masculino	X	132,78	161,11	1,73	2,10	2,30	2,78
	SD	37,59	31,60	0,46	0,41	0,44	0,43
	Cv	28,81	19,61	26,62	19,71	19,12	15,59
Femenino	X	95,00	125,00	1,75	2,29	1,96	2,71
	SD	28,06	34,82	0,70	0,86	0,13	0,31
	Cv	29,54	27,86	40,03	37,69	6,74	11,45
Diferencia		p=0,075	p=0,071	p=0,949	p=0,574	p=0,124	p=0,751
Sig. prueba U		112,000	83,000	518,000	797,000	83,000	1,000,000

X: media; SD: desviación estándar; Cv: coeficiente de variación; EEII: extremidades inferiores; MLG: Masa Libre de Grasa; Sig: Significación.

Se presenta en la tabla 51 la distribución de la población de la fuerza absoluta de tronco, dividida en diferentes categorías como *Excelente*, *Bueno*, *Promedio*, *Pobre* y *Muy pobre* según la clasificación de Heyward (1998). Obtenemos cuatro varones en la categoría de *Promedio* y otros cuatro por debajo de la misma. Con respecto a las mujeres cuatro están en el rango de *Promedio* y una en *Excelente*.

TABLA 51: Distribución de la población separada por sexo, según los valores de referencia de la fuerza absoluta de tronco.

	Excelente	Bueno	Promedio	Pobre	Muy pobre	TOTAL
Masculino	0 (0%)	1 (11,2%)	4 (44,5%)	2(22,3%)	2 (22,3%)	9(100%)
Femenino	1 (20%)	0 (0%)	4 (80%)	0 (0%)	0 (0%)	5(100%)
Total	1 (7,1%)	1 (7,1%)	8 (57,1%)	2(14,2%)	2 (14,2%)	14(100%)

En la fuerza absoluta de extremidades inferiores hallamos la misma distribución que en la fuerza de tronco para el sexo masculino. En el equipo femenino hay dos mujeres en la categoría de *Promedio*, dos en *Bueno* y una en *Excelente*. Todo ello se visualiza en la tabla 52.

TABLA 52: Distribución de la población separada por sexo, según los valores de referencia de la fuerza absoluta de extremidades inferiores.

	Excelente	Bueno	Promedio	Pobre	Muy pobre	TOTAL
Masculino	0 (0%)	1 (11,2%)	4 (44,5%)	2(22,3%)	2 (22,3%)	9(100%)
Femenino	1 (20%)	2 (40%)	2 (40%)	0 (0%)	0 (0%)	5(100%)
Total	1 (7,1%)	3 (21,4%)	6 (42,8%)	2(14,2%)	2 (14,2%)	14(100%)

4.10. RELACIÓN DE LA DISPOSICIÓN DEL RAQUIS CON LA FUERZA DEL TRONCO

Los cuatro paracaidistas con hipercifosis tienen valoraciones diferentes en la fuerza de tronco (tabla 53) y de EEII (tabla 54), así, hay uno para cada una de las categorías. Además, en las tablas 53 y 54 mostramos la distribución de fuerza de los sujetos con cifosis normal.

Tabla 53: Distribución de la población según los valores de referencia de la curva dorsal y fuerza de tronco.

Fuerza Tronco	Hipercifosis	Cifosis Normal	Total
	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)
Excelente	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
Bueno	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
Promedio	1 (7,1%)	7 (50%)	8 (57,1%)
Pobre	1 (7,1%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)
Muy pobre	0 (0%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)
Total	4 (28,5%)	10 (71,4%)	14 (100%)

Tabla 54: Distribución de la población según los valores de referencia de la curva dorsal y fuerza de extremidades.

Fuerza Extremidades	Hipercifosis	Cifosis Normal	Total
	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)
Excelente	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
Bueno	1 (7,1%)	2 (14,2%)	3 (21,4%)
Promedio	1 (7,1%)	5 (35,7%)	6 (42,8%)
Pobre	1 (7,1%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)
Muy pobre	0 (0%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)
Total	4 (%)	10 (%)	14 (100%)

En la distribución de la población en función de la lordosis observamos que es heterogénea, con tendencia a que los sujetos con lordosis normal tengan una fuerza de tronco “Promedio” y fuerza extremidades “Bueno” y “Promedio” (tablas 55 y 56).

Tabla 55: Distribución de la población según los valores de referencia de la curva lumbar y fuerza de tronco.

Fuerza Tronco	Hiperlordosis	Lordosis Normal	Total
	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)
Excelente	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
Bueno	0 (0%)	1 (7,1%)	1 (7,1%)
Promedio	2 (14,2%)	6 (42,8%)	8 (57,1%)
Pobre	1 (7,1%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)
Muy pobre	0 (0%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)
Total	4 (28,5%)	10 (71,4%)	14 (100%)

Tabla 56: Distribución de la población según los valores de referencia de la curva lumbar y fuerza de extremidades.

Fuerza Extremidades	Hiperlordosis	Lordosis Normal	Total
	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)	Nº sujetos (%)
Excelente	1 (7,1%)	0 (0%)	1 (7,1%)
Bueno	0 (0%)	3 (21,4%)	3 (21,4%)
Promedio	2 (14,2%)	4 (28,5%)	6 (42,8%)
Pobre	1 (7,1%)	1 (7,1%)	2 (14,2%)
Muy pobre	0 (0%)	2 (14,2%)	2 (14,2%)
Total	4 (28,5%)	10 (71,4%)	14 (100%)

Al correlacionar los valores de ambas mediciones de la fuerza (tronco y extremidades inferiores) con la cifosis y lordosis no se observan relaciones significativas (Tabla 57).

Tabla 57: Correlación de la fuerza de tronco y extremidades inferiores con la cifosis y lordosis.

	Fuerza tronco	Fuerza EEII
Cifosis	r=0,146	r=0,063
	p=0,619	p=0,830
Lordosis	r=0,077	r=-0,041
	p=0,792	p=0,889

EEII: extremidades inferiores

DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

5.1. SOBRE LA POBLACIÓN Y EL MÉTODO

En el presente estudio nos hemos centrado en el core, porque es la terminología actual que va a englobar más la parte central del cuerpo. Se ha realizado la valoración del plano sagital del raquis, la musculatura isquiosural y la fuerza de tronco y extremidades de una población concreta: la Patrulla Acrobática de Paracaidismo del Ejército del Aire, de la que no se conocen estudios previos. A pesar de que en esta tesis contamos con un número reducido de sujetos, se ha estudiado el cien por cien de la población.

La mayoría de los trabajos que tratan sobre la columna vertebral en el ámbito militar, están relacionados con accidentes y lesiones como los de Szuflika et al. (2016); Yoganandan et al. (2016) ó Rodrigo et al. (2017). Otros autores se han dedicado al estudio de las lumbalgias como Rodríguez-Soto et al. (2017) ó Yoganandan et al. (2015). Umale et al. (2018) y Martire et al. (2015) han investigado sobre la columna cervical en militares, mientras que nosotros en la disposición del raquis, nos hemos centrado en la columna dorsal y lumbar.

Centrándonos en investigaciones del ámbito del paracaidismo, Rodríguez et al. (2006) en un estudio del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos, afirman que la incidencia de patología a nivel de la columna lumbar, es directamente proporcional al número de saltos realizados. Sin embargo, Dhar (2007) menciona que la tasa de lesiones es igual para los primeros saltos y los posteriores, es decir, que el número de saltos no protege contra las lesiones, y una de las causas puede ser el aumento del tiempo a la exposición de riesgo. Ellitsgaard (1987) refiere que en paracaidistas deportivos como para militares, la mayoría de lesiones se producen en el aterrizaje, de manera que las personas afectadas, no adoptaron una buena posición del cuerpo para ello. También indica que la causa de lesiones en el aterrizaje, es la falta de formación adecuada o experiencia. Estos estudios mencionados, hablan de la incidencia de la patología a nivel lumbar, la relación de los saltos realizados por los profesionales con las lesiones en el aterrizaje, pero no realizan un estudio amplio sobre las curvaturas del raquis sagital.

Nuestra población la componen paracaidistas de edad adulta, en torno a los 35 años. Esto supone una diferencia con respecto a la mayoría de los estudios, que se refieren al raquis en relación con deportistas, que suelen ser adultos jóvenes y

adolescentes como en tenistas (García-Velez, 2016), kayakistas (López-Miñarro et al., 2014), bailarinas (Vaquero-Cristóbal et al., 2015) o gimnastas de trampolín (Rodríguez-Iniesta, 2015). Esto se debe a que el paracaidismo es una actividad que se practica después de la mayoría de edad, por lo que los sujetos ya han terminado el crecimiento. Han tenido que presentarse a diversas pruebas para acceder a la PAPEA, y su edad de inicio en el paracaidismo acrobático es tardía desde el punto de vista deportivo, además, cabe destacar la actividad profesional de nuestra población.

En este trabajo hemos analizado tanto a hombres como a mujeres. Destaca que en una actividad tan minoritaria haya un grupo de mujeres, aunque sea reducido. En otros trabajos sobre el raquis se han estudiado a los varones (Araya et al., 2014; López-Miñarro et al., 2009b; 2007b) y mujeres (Conesa-Ros, 2015; Carrasco et al., 2014; Rajabi et al., 2012) por separado.

5.2. SOBRE LAS VALORACIONES DEL ÍNDICE CIFÓTICO, LORDÓTICO, CIFOSIS Y LORDOSIS

Hemos medido la cifosis, lordosis y calculado los índices cifótico y lordótico en bipedestación y sedestación, además se han medido en dos modalidades diferentes, la postura habitual e hiperextensión o autocorrección. La bipedestación es una postura de las muchas adoptadas en la vida diaria, pero no la única, y por ello hay autores que resaltan la importancia de estudiar el raquis en otras posiciones como la sedestación (Salem et al., 2015; Andújar, 1992). La mayoría de los autores plantean el procedimiento en posición habitual, mientras que nosotros hemos incluido la posición de hiperextensión, ya que nos permite determinar si existe una estructuración de la curva y el rango de movimiento de la columna.

Para valorar el plano sagital del raquis, hemos utilizado el cálculo de índices cifótico y lordótico. Éste es un método sencillo, fiable y válido para la búsqueda de desalineaciones (Santonja-Medina et al., 1992a; Yuing et al., 2010; Rillardon et al., 2003). Ha sido utilizado por diversos autores como Brito-Hernández et al. (2018) para establecer la prevalencia de hipercifosis e hiperlordosis y su relación con el índice de masa corporal e índice cintura-talla, ó Ries et al. (2015) para comparar las curvas raquídeas de sujetos con deformidad, antes y después de cirugía con casos controles.

En nuestro estudio hemos encontrado sujetos que presentan valores por encima de los considerados normales, a pesar de ello, pueden mantener una buena movilidad por la autocorrección que realizan. Mediante el análisis de los índices cifótico y lordótico, el 71% de los integrantes de nuestro trabajo podemos considerar que presentan una alteración postural, valores superiores al trabajo de Brito-Hernández et al. (2018), que solo obtuvo un 57% de sujetos con variación de la normalidad. En los dos estudios se presenta la hipercifosis como desalineación predominante.

En bipedestación el 42% de nuestros sujetos consideramos que tienen valores superiores a la normalidad del índice cifótico, siendo éste mayor de 55. Esta clasificación ha sido utilizada también por Santonja et al. (1992a) y Serna et al. (1996). Los datos obtenidos del índice cifótico en las dos modalidades y la cifosis, son superiores en el sexo masculino, debido a la mayor estructuración de las curvas que presentan. Por el contrario, el índice lordótico y la lordosis son mayores en el sexo femenino.

En esta tesis hay diferencias entre ambos sexos, al igual que en el estudio de Fonseca et al. (2006), que encontraron desigualdad entre los resultados de las mediciones de la curvatura lumbar entre los géneros, y además observaron valores más altos para las personas de edad avanzada. Dreischarf et al. (2014) también estudiaron la diferencia entre el género y la edad, obteniendo que en ambos sexos aparece una disminución de la lordosis entre los 20-29 años y 30-39 años.

Diferentes estudios han demostrado que la técnica de medición del rango de movimiento lumbar, y los grados de lordosis con el inclinómetro es válida y fiable (Petra et al., 1996; Ng. J., et al., 2001). Lewis et al. (2010) afirmaron que los inclinómetros dependientes de la gravedad muestran una excelente fiabilidad. MacIntyre et al. (2014) miden con inclinómetro digital en individuos con baja masa ósea, la región torácica y lumbar, y además afirman que es una técnica fiable, válida y directa. Según Sadeghi et al. (2015) el inclinómetro de burbuja y la cinta métrica tienen una alta fiabilidad, para medir la amplitud de movimiento lumbar y para el seguimiento de la eficacia de las intervenciones terapéuticas.

Hemos obtenido los valores de normalidad a partir de los propuestos por varios autores como Díaz et al. (2009) establecen como rango de normalidad para la cifosis entre 20-40°, siendo la máxima aceptada 50° y de lordosis -25-60°. Al igual que De las Heras (2006) y Natalio-Firpo (2010) que fijan el rango de cifosis normal entre 20° y 40°. Lang-Tapia (2011) deja un rango un poco más amplio, siendo éste hasta los 50° de cifosis y para la lordosis de 40-60°, mientras que Antuña et al. (1997) sitúa a la lordosis entre 35-55°. Santonja et al. (1992) aporta como valores para la cifosis de 20-45° y para la lordosis de 20-40°. Hemos utilizado los mismos valores de normalidad con otro método de medición como es el Spinal Mouse[®], ya que utilizan la misma unidad de medida, los grados.

La exploración del raquis sagital se debe completar con el estudio en sedestación, para valorar las inversiones de las curvaturas y posibles estructuraciones (Santonja et al., 1992a). En los paracaidistas se observa la misma diferencia que en bipedestación entre el sexo, debido a que las cifosis ya estructuradas continúan manteniendo esa disposición, a pesar de modificar la posición.

Hemos relacionado los sujetos que presentaban alteraciones en el raquis como la hiperlordosis e hipercifosis con las variables antropométricas de talla e índice de masa corporal. Se ha encontrado una correlación positiva entre el índice cifótico y lordótico en función del IMC de la población conjunta, además de la misma correlación

para índice cifótico y la talla en los varones. Sin embargo, a diferencia de nuestra tesis, Murray et al. (1997) vieron una correlación entre el peso corporal de paracaidistas con episodios de dolor de espalda, número de saltos y edad.

El plano sagital del raquis ha sido estudiado en otras poblaciones como en jugadores de hockey (Araya et al., 2014), que confirmaron la tendencia al aumento de la lordosis lumbar, relacionada a una anteversión pélvica en los deportistas de alto rendimiento, al igual que López-Sendín et al. (2005) en futbolistas. Bach et al. (1985) comprobaron que en los corredores se produce una tirantez de los músculos isquiotibiales, un acortamiento de la musculatura flexora de cadera, báscula pélvica anterior y vinculado a ello, un aumento de la lordosis lumbar pudiendo ocasionar dolor a este nivel.

5.3. SOBRE LA VALORACIÓN CON SPINAL MOUSE®

Hemos utilizado el Spinal Mouse® para medir las curvas sagitales en diferentes posiciones como la bipedestación o la sedestación. Además, hemos incluido otras posiciones más específicas de la actividad paracaidista, para obtener la amplitud de movimiento de los sujetos de estudio. Poco más de la mitad de nuestra población presenta una cifosis torácica leve, datos que coinciden con el estudio de Muyor et al. (2011b) que evalúan a ciclistas de élite y de máster. Además, las medias obtenidas en las curvas torácica, lumbar e inclinación pélvica de los sujetos de nuestro estudio son muy similares a los datos del trabajo de los ciclistas, medidos en posición de bipedestación habitual. Por debajo de nuestro porcentaje de cifóticos quedan las bailarinas de cuarto curso de enseñanzas elementales y de primer curso de enseñanza profesional de conservatorio evaluadas por Vaquero et al. (2014).

Al igual que López Miñarro et al. (2014) y Hurtado et al. (2013), hemos considerado que los datos obtenidos de la lordosis lumbar e inclinación pélvica en el sexo femenino, son más altos que en los varones por las características específicas del género. Por otra parte, las mujeres de nuestro estudio presentan mayor amplitud global del movimiento raquídeo con respecto a los hombres, debido a la mayor extensibilidad que se presenta en el sexo femenino.

Al comparar nuestros datos obtenidos con el método de medición de Spinal Mouse® e inclinómetro, obtenemos diferencias en la clasificación de los sujetos. Esto se debe a que hemos utilizado los valores de referencia del inclinómetro para el Spinal Mouse®, a pesar de que en éste, se emplea distinta metodología, como el inicio de medición de la curva, por adaptación del dispositivo a la región a medir (Contreras et al. (1981); López-Miñarro et al. (2007a); Pastor (2000); Santonja et al. (1992a)).

Mannion et al. (2004), confirman la fiabilidad del Spinal Mouse® y además, Kellis et al. (2008) comparan los resultados con radiografías. Al realizar la correlación de los métodos de evaluación empleados, como son el Spinal Mouse®, el inclinómetro y el cálculo de índices, se obtiene una correlación significativa entre las mediciones de cada curva. Al comprobar que hay una buena correlación entre los diferentes métodos de medición, tenemos la certeza de que podemos elegir indistintamente, entre el Spinal Mouse®, inclinómetro y el cálculo de índices para la valoración del raquis.

La mayoría de estudios analizan a los sujetos, mayormente en bipedestación y sedestación, en distintas disciplinas deportivas, pero en la modalidad de paracaidismo

acrobático profesional, aún no hay estudios que indiquen cuales podrían ser sus adaptaciones en la postura. Consideramos que el Spinal Mouse[®] es el método de medición más completo, ya que nos sirve para recoger datos en posiciones más difíciles de reproducir como la patineta, siendo ésta, específica de la actividad paracaidista.

5.4. SOBRE LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL

La cortedad de la musculatura isquiosural ha sido estudiada en numerosos trabajos de investigación para relacionarla, no sólo con la falta de extensibilidad, sino también con las alteraciones y patologías que repercuten a la pelvis y la columna vertebral (Hellsing et al., 1988; Bado et al., 1964; Jordá 1971).

Gajdosik et al. (1994) evidenciaron relación entre la musculatura isquiosural, la disminución del movimiento de anteversión pélvica y la lordosis, mientras que Ehrmann et al. (2001), en su estudio de adolescentes, garantizan que uno de los factores asociados con el desarrollo de dolor a nivel lumbar, es la flexibilidad de la musculatura isquiotibial, además del crecimiento y debilidad del cuádriceps. Por lo tanto, podríamos decir que un acortamiento en la musculatura isquiosural, produce una retroversión pélvica, lo que conlleva a una disminución de la curva lumbar, causada por un acortamiento fisiológico de un grupo muscular. Al observar que nuestros sujetos no tienen cortedad de esta musculatura, podemos considerar que no están predispuestos a la anteversión pélvica.

En la literatura se recopilan numerosos estudios de sujetos que practican diferentes actividades como ciclistas (Muyor et al., 2011a), nadadores (Pastor, 2000), piragüistas (López-Miñarro, 2009b), triatletas jóvenes (Weerasekara, 2010) o bailarinas (Gómez, 2007), pero no se conocen trabajos previos que analicen esta musculatura en paracaidistas. Por lo tanto, tenemos que comparar los resultados hallados con las publicaciones existentes de otras poblaciones. Es importante la valoración de la musculatura isquiosural en paracaidistas, para detectar cortedades que puedan tratarse y que no contribuyan a la fijación o hipermovilidad de la pelvis.

Al igual que recomiendan diversos autores, nosotros hemos utilizado dos tipos de medidas, longitudinales y angulares, para la valoración de la musculatura isquiosural. Los test longitudinales de distancia dedos-suelo y dedos-planta del pie son sencillos y presentan validez moderada (Ayala et al., 2012b; López-Miñarro et al., 2015). Los test angulares son elevación de la pierna recta y ángulo poplíteo (Mayorga et al., 2014; Ayala et al., 2012a; 2013). Además, para ver la repercusión en el paracaidismo, hemos incluido el test del ángulo lumbo-vertical y lumbo-horizontal en flexión y así, relacionar la extensibilidad isquiosural y la disposición pélvica (López-Miñarro et al., 2015; Ayala et al., 2013). Se ha utilizado los centímetros como unidad de medida para los test longitudinales y los grados para los angulares.

Para la medición de los ángulos, hemos utilizado en nuestro trabajo el isquiogoniómetro de brazo telescópico por su mayor precisión, mientras que en los estudios de Merino et al. (2011) y Bakhtiary et al. (2011) han usado un goniómetro. También usamos el soporte lumbar porque consideramos que mejora la calidad de la toma de datos, tal y como mencionan López-Miñarro et al. (2015) y Hopkins (2000). Para facilitar la medición de la longitud y la comodidad del paracaidista, hemos utilizado un banco de medición, al igual que en las investigaciones de Merino et al. (2011) y López-Miñarro et al. (2015).

Para obtener los valores de referencia, hemos tenido en cuenta las publicaciones de Ayala et al. (2013) por ser una revisión sistemática dedicada exclusivamente a ello, y a describir la metodología de valoración de las pruebas angulares y Santonja et al. (1992b) que realiza una selección de la bibliografía y establece unos valores de normalidad.

Todos los sujetos de nuestra tesis pertenecen a la categoría de normalidad. A pesar de que se presentan dos sujetos con valores disminuidos en los test longitudinales, se puede justificar con una desproporción entre extremidades superiores e inferiores. Al estar correctamente entrenados mantienen una continua actividad física, y tras finalizarla, incluyen periódicamente estiramientos. Al trabajar la extensibilidad de dicha musculatura, mejora notablemente el trabajo de flexibilidad (Pastor, 2000). Consideramos que pertenecer a la categoría de normalidad es un factor positivo, porque la cortedad de la musculatura isquiosural puede influir sobre el raquis produciendo desalineaciones.

5.5. SOBRE LA VALORACIÓN DE LA FUERZA

Para valorar la fuerza isométrica hemos utilizado el sistema descrito por Carrasco et al. (2013) con un dinamómetro de tronco. El sujeto se coloca en bipedestación sobre el mismo, primero con las rodillas extendidas para realizar el test de fuerza de tronco y seguidamente con las rodillas ligeramente flexionadas, para el test de extremidades inferiores. Consideramos que esta posición es la más adecuada para la correcta toma de medidas de la fuerza isométrica.

Del mismo modo que la mayoría de los autores, hemos utilizado la fuerza absoluta en newton como unidad de medida (Carrasco et al., 2013; Clemente et al., 2012a; 2012b; 2013), además de la fuerza relativa. Hay autores que usan los kilogramos (Halder et al. (2016); Imagama et al. (2011)), u otros, optan por utilizar los kilogramos por fuerza (Casla et al. (2012)). Como era de esperar, la fuerza absoluta de los varones es superior a la de las mujeres, pero al obtener la fuerza relativa, los valores llegan casi a igualarse. Observamos que los datos están concentrados siendo homogéneos, esta característica se hace más evidente al analizar la fuerza en función de la masa libre de grasa.

Ballester et al. (1997) también analizan la fuerza estática isométrica máxima del tren inferior con dinamometría de tronco. Otros autores optaron por analizar la fuerza del core con la extensión del tronco, como Debeliso et al. (2004), observando que los sujetos con mayor nivel de fuerza muscular, presentaban menores deformaciones discales en levantamiento de peso con las piernas extendidas. En nuestra tesis no hallamos relación entre deformidad dorsal con la fuerza de tronco, ni extremidades inferiores. Pero sí hay tendencia a que los sujetos con lordosis normal presenten una fuerza de tronco y extremidades de "Promedio".

5.6. LIMITACIONES

- La falta de bibliografía sobre paracaidistas y la escasez de información sobre sus alteraciones raquídeas, nos dificulta las comparaciones de nuestro equipo. Es por ello, por lo que no podemos extrapolar los datos obtenidos a una población más amplia.
- No se ha utilizado un grupo control para evitar sesgos en su formación y se ha optado por elegir como comparación de la normalidad lo referido en la bibliografía.
- Diversos autores en sus trabajos con otras poblaciones, han comparado los datos obtenidos con el Spinal Mouse® e inclinómetro con valoraciones radiografías, para observar la correlación entre ambos. Nosotros no lo hemos considerado relevante, ya que no hay necesidad clínica de radiar a los sujetos y también porque hemos obtenido, con los artículos encontrados, información de la equiparación de los métodos de medición.
- Los sujetos de estudio cuando se inician en el paracaidismo ya han terminado el crecimiento, por lo tanto, las alteraciones estructurales que nos podamos encontrar eran previas al inicio de este deporte y van a ser difíciles de corregir y de controlar mediante la actividad paracaidista. Por lo contrario, las actitudes cifóticas y lordóticas sí que pueden ser consecuencia de esta profesión, y sobre ellas se puede tratar la prevención, para evitar la aparición de dorsalgias y lumbalgias.
- Esta tesis la hemos realizado con una orientación descriptiva y morfológica, por ello, no sean relacionado las alteraciones que se han encontrado con manifestaciones clínicas ni antecedentes personales. Esto abriría un nuevo campo para futuras investigaciones de un estudio prospectivo, que incluya la evaluación de los sujetos antes de entrar en el equipo, para observar los cambios en la postura a lo largo de su permanencia en el mismo y su relación con las posibles algias.

Este trabajo nos permite conocer mejor la fuerza, el comportamiento del raquis y de la musculatura adyacente de estos paracaidistas profesionales, frente al nivel de exigencia física que presentan.

CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES

1. Con los diferentes métodos de exploración utilizados se observa que cerca de la mitad de los paracaidistas presentan alteraciones en sus curvas raquídeas. La mayoría de ellas son curvas dinámicas o actitudes posturales que se corrigen con el cambio de postura.
2. La elasticidad de la musculatura isquiosural de estos paracaidistas se encuentra dentro del rango de la normalidad. No se han encontrado sujetos con acortamientos.
3. Como era de esperar, hay diferencias en los valores de fuerza absoluta entre varones y mujeres, que desaparecen en los valores de la fuerza relativa. No se haya relación entre las deformidades raquídeas con la fuerza de tronco ni extremidades.
4. No se ha encontrado relación entre las curvas cifóticas y lordóticas y las variables antropométricas. Las actitudes cifóticas predominan en el grupo de varones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alonso-Ruiz, C. (2013). Cifosis dorso lumbar – lumbar dinámica. En: Sociedad Española de Rehabilitación Infantil. XVIII Jornadas científicas de la rehabilitación infantil. Alteraciones del raquis. Madrid: SERI, 30-3.
- ❖ Alricsson, M., Björklund, G., Cronholm, M., Olsson, O., Viklund, P., Svantesson, U. (2016). Spinal alignment, mobility of the hip and thoracic spine and prevalence of low back pain in Young elite cross-country skiers. *J Exerc Rehabil*, 12(1):21-8.
- ❖ Amancio Puelles, A. A. La mochila y su relación con las alteraciones del raquis en el plano sagital en los escolares de 4to a 6to de primaria de la IE. Wilma Sotillo de Bacigalupo Tacna diciembre 2017 [tesis]. Perú: Universidad privada de Tacna; 2018.
- ❖ Andújar, P. (1992). Indicaciones sobre la prevención y el tratamiento de las alteraciones del desarrollo del aparato locomotor. En: F. Santonja e I. Martínez. *Valoración Médico-Deportiva del Escolar*. 1ª edición. Murcia: Universidad de Murcia, 303-14.
- ❖ Antuña-Antuña, S., González-Méndez, J., López-Fanjul, J.C., Paz-Jiménez, J. (1997). Análisis del plano sagital en las escoliosis idiopáticas tratadas con instrumentación Cotrl-Dubousset. *Rev Esp Cir Osteoart*, 32:73-7.
- ❖ Arab, A.M., Nourbakhsh, M.R. (2014). Hamstring muscle length and lumbar lordosis in subjects with different lifestyle and work setting: comparison between individuals with and without chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 27(1):63-70.
- ❖ Araya, M.J., González, V., Palomera, C., Vargas, F. (2014). Adaptaciones posturales en el plano sagital y posterior de hombres chilenos hockistas sobre césped de alto rendimiento. [Tesis Doctoral]. Santiago de Chile: Universidad Nacional Andres Bello.
- ❖ Ayala, F., Sainz-de-Baranda, P., De-Ste-Croiz, M., Santonja-Medina, F. (2012a). Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: revisión sistemática. *Rev Andal Med Deporte*, 5(2):57-66.
- ❖ Ayala, F., Sainz-de-Baranda, P., De-Ste-Croix, M., Santonja-Medina, F. (2012b). Reproducibility and criterion-related validity of the sit and reach test and toe touch test for estimating hamstring flexibility in recreationally active young adults. *Phys Ther Sport*, 13(4):219-26.
- ❖ Ayala, F., Sainz-de-Baranda, P., Cejudo, A., Santonja, F. (2013). Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los

- procedimientos exploratorios y valores de referencia. *Rev Andal Med Deporte*, 6(3):120-8.
- ❖ Bach, D.K., Green, D.S., Jensen, G.M., Savinar, E. (1985). A comparison of muscular tightness in runners and non-runners and the relation of muscular tightness to low back pain in runners. *J Orthop Sports Phys Ther*, 6(6):315-23.
 - ❖ Ballesteros, E., Durán, C., Planas, A., López-Bedoya, J., Vernetta, M. (1997). Fuerza y dominancia lateral. *Apunts*, 47(1):74-80.
 - ❖ Bado, J.L., Barros, P.C., Ruggiero, A., Navillat, M. (1964). Análisis estadístico de la frecuencia del Síndrome de "Retracción de los Isquiotibiales" estudiado en colectividades infantiles sanas y su relación con el Dorso Curvo. *Anales de la Facultad de Medicina de Montevideo*, 49(1):328-37.
 - ❖ Bakhtiary, A.H., Fatemi, E., Khalili, M.A., Ghorbani, R. (2011). Localised application of vibration improves passive knee extension in women with apparent reduces hamstring extensibility: a randomized trial. *J Physiother*, 57(3):165-71.
 - ❖ Barrett, E., McCreesh, K., Lewis, J. (2014). Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: a systematic review. *Man Ther*, 19(1):10-7.
 - ❖ Behm, D.G., Drinkwater, E.J., Willardson, J.M., Cowley, P.M. (2010). The use of instability to train the core musculature *Appl Physiol Nutr Metab*, 35(1):91-108.
 - ❖ Borghuis, J., Hof, A.L., & Lemmink, K.A. (2008). The importance of sensory-motor control in providing core stability: implications for measurement and training. *Sports Medicine*, 38(11): 893-916.
 - ❖ Briggs, A.M., Van-Dieën, J.H., Wrigley, T.V., Greig, A.M., Phillips, B., Kai-Lo, S. et al. (2007). Thoracic kyphosis affects spinal loads and trunk muscle force. *Phys Ther*, 87(5): 595-607.
 - ❖ Brito-Hernandez, L., Espinoza-Navarro, O., Díaz-Gamboa, J. & Lizana, P.A. (2018). Postural evaluation and prevalence of hyperkyphosis and hyperlordosis in students of elementary school, *Int J Morphol*, 36(1):290-96.
 - ❖ Cailliet, R. (1984). *Lumbalgia*. México: El Manual Moderno.
 - ❖ Carrasco-Poyatos, M. (2010). El efecto de dos programas de ejercicio en el medio acuático sobre la condición física y el estado de salud en mujeres postmenopáusicas con moderado riesgo de fractura de cadera. [Tesis Doctoral]. Universidad de Córdoba: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
 - ❖ Carrasco-Poyatos, M., Martínez-González-Moro, I. y Vaquero-Abellán, M. (2013). Cambios en la fuerza isométrica de mujeres postmenopáusicas tras el ejercicio acuático. *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte*, 13(49):73-86.

- ❖ Carrasco, M., Reche, D., Torres-Sobejano, M., Romero, E., Martínez, I. (2014). Comparación de la movilidad del raquis entre mujeres de mediana edad practicantes de pilates y de otro tipo de ejercicio físico. *Journal of Sport and Health Research*, 6(2):169-76.
- ❖ Casla Barrio, S., Sampedro Molinuelo, J., Díaz de Durana, A., Coterón López, F.J., Barakat Carballo, R.O. (2012). Cáncer de mama y ejercicio físico: estudio piloto. *RAMD*. 4(5): 134-139.
- ❖ Cholewicki, J., Greene, H.S., Polzhofer, G.K., Galloway, M.T., Shah, R.A., & Radebold, A. (2002). Neuromuscular function in athletes following recovery from a recent acute low back injury. *J Orthop Sports Phys Ther*, 32(11):568-75.
- ❖ Clemente Suárez, V.J., Robles Pérez. J.J. (2012a). Respuesta orgánica en una simulación de combate. *Sanid Mil*, 68(2):97-100.
- ❖ Clemente Suárez, V.J., Robles Pérez. J.J. (2012b). Análisis de los marcadores fisiológicos, activación cortical y manifestaciones de la fuerza en una situación simulada de combate. *AMD*, 29(149):680-86.
- ❖ Clemente Suárez, V.J., Robles Pérez. J.J. (2013). Psycho-physiological response of soldiers in urban combat. *AN PSICOL-SPAIN*, 29(2):598-603.
- ❖ Conesa-Ros, E. (2015). Valoración de la movilidad de la columna en el plano sagital y extensibilidad de la musculatura isquiosural en gimnasia estética de grupo. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia: Murcia.
- ❖ Consmüller, T., Rohlmann, A., Weinland, D., Druschel, C., Duda, G., Taylor, W. (2012). Comparative evaluation of a novel measurement tool to assess lumbar spine posture and range of motion. *Eur Spine J*, 21:2170-80.
- ❖ Contreras, M.J., Miranda, J.L., Ordoñez, M.F., Miranda, M., Diez, F. (1981). Semiología del dorso curvo juvenil. En: *Jornada Fonográfica vertebral*. Madrid; Servicio de Rehabilitación, Hospital La Paz. 41-65.
- ❖ Comín, M., Prat, J., Soler-Gracia, C., Viosca, E., Peris, J.L., Lafuente, R., et al. (1995). *Biomecánica del raquis y sistemas de reparación*. 1ª ed. Valencia: IMPIVA.
- ❖ Debeliso, M., O'Shea, J.P., Harris, C., Adams, K.J. & Climstein, M. (2004). The relation between trunk strength measures and lumbar disc deformation stoop type lifting. *JEPonline*, 7(6):16-26.
- ❖ De-las-Heras, J. (2006). Patología de la columna vertebral. *An Pediatr Contin*, 4(3):196-9.
- ❖ Dhar, D. (2007). Retrospective study of injuries in military parachuting. *Medical Journal Armed Forces India*, 63(4):353-5.
- ❖ Díaz, J.J., Schröter, G.C., Schulz, I.R. (2009). Actualización de la evaluación radiológica de la escoliosis. *Rev Chil Radiol*, 15:141-51.

- ❖ Dreischarf, M., Albios, L., Rohlmann, A., Pries, E., Bashkuev, M., Zander, T. et al. (2014). Age-Related loss of lumbar spinal lordosis and mobility – A study of 323 asymptomatic volunteers. PLOS ONE, 9(12):1-19.
- ❖ Ehrmann Feldman, D., Shrier, I., Rossignol, M., Abenheim, L. (2001). Risk factors for the development of low back pain in adolescence. Am J Epidemiol, 154:30-6.
- ❖ Ejército del Aire. Patrulla Acrobática de paracaidismo del Ejército del Aire [sede web]. Madrid: Ministerio de Defensa; acceso 30 de abril de 2017. Disponible en: <http://papea.defensa.gob.es/>
- ❖ Ellitsgaard, N. (1987). Parachuting injuries: a study of 110,000 sport jumps. Brit J Sports Med, 21(1):13-7.
- ❖ Era, P., Schroll, M., Ytting, H., Gause-Nilsson, I., Heikkinen, E., Steen, B. (1996). Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Science, 51(2):53-63.
- ❖ Fernández Rivera, A. (2013). Cuantificación de la fuerza. Aspectos teóricos. EFDeportes [revista digital]. 2013; Nº 187. <http://www.efdeportes.com/>
- ❖ Fonseca-Damasceno, L.H., Guarnieri-Catarin, S.R., Dorival-Campos, A., Aparecido-Defino, H.L. (2006). Lumbar lordosis: a study of angle values and of vertebral bodies and intervertebral discs role. Acta Ortop Bras, 14(4):193-8.
- ❖ Gajdosik, R.L., Albert, C.R., Mitman, J.J. (1994). 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, 20(4):213-9.
- ❖ García Vélez, A.J. (2016). Influencia de la práctica del tenis sobre las curvaturas sagitales del raquis y la extensibilidad isquiosural en deportistas adolescentes [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia: Murcia.
- ❖ García Vélez, A.J., López Miñarro, P.A. (2018). Efecto agudo del entrenamiento de tenis sobre las curvaturas sagitales del raquis en bipedestación. CCD, 39: 243-52.
- ❖ García Vélez, A.J. (2019). Descripción del morfotipo raquídeo en diferentes posiciones en tenistas jóvenes. Retos, 36:174-84.
- ❖ Giglio, C.A., Batista-Volpon, J. (2007). Development and evaluation of thoracic kyphosis and lumbar lordosis during growth. J Child Orthop, 1:187-93.
- ❖ Gómez-Lozano, S. (2007). Estudio sagital del raquis en bailarinas de danza clásica y danza española. [Tesis Doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia.
- ❖ Gómez-Lozano, S., Vargas-Macías, A., Santonja-Medina, F., Canteras-Jordana, M. (2013). Estudio descriptivo del morfotipo raquídeo sagital en bailarinas de flamenco. Rev Cent Investig Flamenco Telethusa, 6(7):19-28.

- ❖ Granacher, U., Gollhofer, A., Hortobágyi, T., Kressig, R.W., Muehlbauer, T. (2013). The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports med*, 43(7):627-41.
- ❖ Guermazi, M., Ghroubi, S., Kassis, M., Jaziri, O., Keskes, H., Kessomtini, W. et al. (2006). Validity and reliability of Spinal Mouse[®] to assess lumbar flexion. *Ann Readapt Med Phys*, 49(4):172-7.
- ❖ Halder, K., Pathak, A., Tomer, O.S., Chatterjee, A., Saha, M. (2016). Physical and physiological comparison between indian female college basketball players and sedentary students. *Advances in Applied Physiology*, 1(2):18-23.
- ❖ Hamill, J. y Knutzen, K.M. (1995). *Biomechanical basic of human movement*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 241-79.
- ❖ Handrakis, J.P., Friel, K., Hoeffner, F., Akinkunle, O., Genova, V., Isakov, E., et al. (2012). Key characteristics of low backpain and disability in college-aged adults: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*, 93 (7):1217-24.
- ❖ Hellsing, A.L. (1988). Tightness of Hamstring-and Poas Mator Muscles. *Upsala J Med Sci*, 93:267-76.
- ❖ Hernández, J.A., Espada Mateos, M., Abián Vicén, J., Abián Vicent, P. 2019. Curvatura del raquis en escolares y relación del peso de sus mochilas con el grado de incapacidad física en función del sexo. *Retos*. 36:245-50.
- ❖ Heyward, V.H. (1998). *Advanced fitness assessment & exercise prescription*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books. 3ªedición:109.
- ❖ Hopkins, W.G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*. 30(1):1-15.
- ❖ Hurtado-Cristancho, J.L., Jaramillo, A.A., López-Herrera, J.F. (2013). Correlación entre cuatro factores de riesgo neuromuscular para el dolor lumbar y el índice lordótico. *Rev Col Med Fis Rehab*, 23:39-47.
- ❖ Imagama, S., Matsuyama, Y., Hasegawa, Y., Sakai, Y., Ito, Z., Ishiguro, N. et al. (2011). Back muscle strength and spinal mobility are predictors of quality of life in middle-aged and elderly males. *Eur Spine J*, 20(6):954-961.
- ❖ Jordá, E. (1971). Brevedad de los Isquiosurales. El síndrome de Bado en la gimnasia educativa y el deporte. *Apunts Med Deport*, 8(31):123-4.
- ❖ Juan-Recio, C., Barbado, D., López-Valenciano, A., López-Plaza D., Montero-Carretero C. y Vera Garcia FJ. (2013). Condición muscular y estabilidad del tronco en judocas de nivel nacional e internacional. *Rev. Artes Marciales Asiát.*, 8(2):451-465.
- ❖ Junta central de Educación Física y Deportes del Ejército del Aire. Reglamento de paracaidismo del CISM. 1ª ed. Madrid: Ministerio de Defensa; 2011.

- ❖ Kapandji, A.I. (2006). Fisiología articular: tronco y raquis. 5ª edición. Madrid: Panamericana.
- ❖ Kapandji, A.I. (2012). Fisiología articular: miembro inferior. 6ª edición. Madrid: Panamericana.
- ❖ Kellis, E., Adamou, G., Tziliou, G., Emmanouilidou, M. (2008). Reliability of spinal range of motion in healthy boys using a skin-surface device. *J Manipulative Physiol Ther*, 31(8):570-6.
- ❖ Kibler, W.B., Press, J., & Sciascia A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3):189-98.
- ❖ Kirsch, L. (1993). Entrenamiento isométrico. Ejercicio para desarrollar la fuerza muscular y relajarse. Barcelona: Paidotribo, 14-15.
- ❖ Kruusamäe, H., Maasalu, K., Wyon, M., Jürimäe, T., Mäestu, J., Mooses, M. et al. (2015). Spinal posture in different DanceSport dance styles compared with track and field athletes. *Scimedirect*, 51:307-11.
- ❖ Kuznetsov, V. (1989). Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel. Buenos Aires: Stadium, 11-3.
- ❖ Lang Tapia, M. (2011). Estudio de la cifosis torácica y la lordosis lumbar mediante un dispositivo electro-mecánico computerizado no-invasivo (SpinalMouse®) [Tesis Doctoral]. Granada: Editorial de la Universidad de Granada.
- ❖ Laudner, K., Lynall, R., Williams, J.G., Wong, R., Onuki, T., Meister, K. (2013). Thoracolumbar range of motion in baseball pitchers and position players. *Int J Sports Phys Ther*, 8(6):777-83.
- ❖ Leetun, D., Ireland, M., Willson, J., Ballantyne, B., & Davis, M. (2004). Core stability measures as a risk factors for lower extremity injury in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(6), 926-34.
- ❖ Levine, D., Whittle, M.W. (1996). The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *JOSPT*, 4:130-5.
- ❖ Lewis, J.S., Valentine, R.E. (2010). Clinical measurement of the thoracic kyphosis. A study of the intra-rater reliability in subjects with and without shoulder pain. *BMC Musculoskeletal disorders*, 11:39.
- ❖ Liu, H., Garrett, W.E., Moorman, C.T., Yu, B. (2012). Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literatura, 1:92-101.
- ❖ Livanelioglu, A., Kaya, F., Nabiyev, V., Demirkiran, G., Fırat, T. (2016). La validez y fiabilidad de la evaluación del Spinal Mouse® de las curvaturas espinales en el plano frontal en las curvas toraco-lumbares idiopáticas del adolescente pediátrico. *Eur Spine J*, 25(2):476-82.

- ❖ López-Gullón. J.M., García-Pallarés, J., Berengüi-Gil, R., Martínez-Moreno, A., Morales-Baños, V., Torres-Bonete, M.D., et al. (2011). Factores físicos y psicológicos predictores del éxito en lucha olímpica. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2):572-88.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Rodríguez-García, P.L., Santonja-Medina, F., Yuste-Lucas, J.L., García-Ibarra, A. (2007a). Disposición sagital del raquis en usuarios de salas de musculación. *Archivos Med Dep.* 122:435-41.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Yuste-Lucas, J.L., Rodríguez-García, P.L., Santonja-Medina, F., Sainz-de-Baranda-Andújar, P., García-Ibarra, A. (2007b). Disposición sagital del raquis lumbar y torácico en el ejercicio de curl de bíceps con barra en bipedestación. *CCD*, 3:19-24.
- ❖ López-Miñarro, P.A. (2009a). Comparación de la cifosis torácica entre varios ejercicios de acondicionamiento muscular para los miembros superiores. *Rev Andal Med Deporte*, 2(4):110-5.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Alacid, F., Muyor, J.M. (2009b). Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores. *Rev int med cienc act fis deporte*, 9(3):379-82.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Muyor, J.M., Alacid, F. (2012). Influence of hamstring extensibility on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt in high-trained young kayakers. *Eur J Sports Sci*, 12(6):469-74.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Muyor, J.M., Alacid, F., Vaquero-Cristóbal, R., López-Plaza, D., Isorna, M. (2013). Comparison of hamstring extensibility and spinal posture between kayakers and canoeists. *Kinesiology*, 45(2):163-70.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Muyor, J.M., Alacid, F., Isorna, M., Vaquero-Cristobal, R. (2014). Disposición sagital del raquis e inclinación pélvica en kayakistas. *Rev.int.med.cienc.act.fis.deporte*, 14(56):633-50.
- ❖ López-Miñarro, P.A., Vaquero, R., Muyor, J.M., Espejo, L. (2015). Validez del test sit and reach para valorar la extensibilidad isquiosural en mujeres mayores. *Nutr Hosp*, 32(1):312-17.
- ❖ López-Sendín, N., Albuquerque-Sendín, F., Quintana-Aparicio, E., Domínguez-Muñoz, R., Rubens-Rebelatto, J. y Calvo-Arenillas, J.I. (2005). Evaluación y análisis del morfotipo raquídeo del futbolista juvenil y amateur. *Fisioterapia*, 27(4):192-200.
- ❖ MacIncyre, N.J., Lorbergs, A.L., Adachi, J.D. (2014). Inclinerometer-based measures of standing posture in older adults with low bone mass are reliable and associated with self-reported, but not performance-based, physical function. *Osteoporos Int*, 25:721–28.

- ❖ Mannion, A.F., Knecht, K., Balaban, G., Dvorak, J., Grob, D. (2004). A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine J*, 13:122-36.
- ❖ Manosalvas-Cueva, A.R. (2013). Prevalencia de la cifosis estructural en adolescentes de segundo y tercer año de bachillerato en ciencias de la unidad educativa Alfonso Del Hierro del Distrito Metropolitano de Quito, en el periodo febrero-junio de 2013. [Tesis Doctoral]. Distrito Metropolitano de Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- ❖ Martínez-González-Moro, I., Lomas-Albadalejo, J.L., Serrano-Gisbert, M.F., Alvaredo-Mateos, M.A., Carrasco-Poyatos, M., López-Camacho, R. (2015). Factores relacionados con las lumbalgias de los instructores de paracaidismo en el Túnel del Viento. *Arch Med Deporte*, 32(3):70-6.
- ❖ Martire, R.L., Gladh, K., Westman, A., Lindholm, P., Nilsson, J., Äng, B.O. (2015). Neck muscle activity in skydiver during parachute opening shock, *Scand J Med Sci Sports*, 26(3):307-16.
- ❖ Mayorga, D., Merino, R., Viciano, J. (2014). Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med*, 13:1-14.
- ❖ Mejía Balcázar, M., Aguilar Aguilar, B., Mejía Barajas, K. (2017). Hábitos posturales de riesgo para desarrollar hiperlordosis, cifosis y escoliosis en niños/as de 11 a 13 años. *CEDAMAZ*,7: 63-70.
- ❖ Merino, R., Mayorga, D., Fernández, E. (2011). Validity of sit-and-reach test dor the assessment of hamstring muscle extensibility in junior level triathletes. *TRANCES*, 3(3).
- ❖ Moll, J.M.H., Wright, V. (1971). Normal range of spinal mobility. *Ann Rheum Dis*, 30:381-6.
- ❖ Murray-Leslie, C.F., Lintott, D.J., Wright, V. (1997). The spine in sport and veteran military parachutists. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 36:332-42.
- ❖ Muyor, J.M., Alacid, F., López-Miñarro, P.A. (2011a). Influence of hamstring muscles extensibility on spinal curvatures and pelvic tilt in highly trained cyclists. *J Hum Kinet*, 29:15-23.
- ❖ Muyor, J.M., Lopez-Miñarro, P.A., Alacid, F. (2011b). Spinal posture of thoracic and lumbar spine and pelvic tilt in highly trained cyclists. *J Sports Sci Med*, 10(2):355-61.

- ❖ Muyor, J.M., Alacid, F., Rodríguez-García, P.L., López-Miñarro, P.A. (2012a). Influencia de la extensibilidad isquiosural en la morfología sagital del raquis e inclinación pélvica en deportistas. *International Journal Morphology*, 30(1):176-81.
- ❖ Muyor-Rodríguez, J.M., López-Miñarro, P.A., Alacid-Cárceles, F. (2012b). Valoración del raquis torácico, lumbar e inclinación pélvica en ciclistas de categoría elite y máster 30. *APUNTS Educación física y deportes*, 108:17-25.
- ❖ Natalio-Firpo, C.A. (2010). *Manual de ortopedia y traumatología*. 3ª ed y 1ªed electrónica. Buenos Aires: Dr Carlos A. N. Firpo.
- ❖ Ng, J.K.F., Kippers, V., Richardson, C.A. (2001). Parnianpour M. Range of motion and lordosis of the lumbar spine. Reliability of measurement and normative values. *Spine*, 26(1):53-60.
- ❖ Ojeda, A. Análisis del morfotipo raquídeo lumbar en deportistas que practican Crossfit en el centro “La Cueva” durante el periodo de Agosto a Septiembre del 2018 [tesis]. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2019.
- ❖ Pastor A. (2000). Estudio del morfotipo sagital de la columna y de la extensibilidad de la musculatura isquiosural de jóvenes nadadores de elite Españoles. [Tesis Doctoral]. Murcia: Universidad de Murcia.
- ❖ Petra, M.S., Franz-Bernhard, E., Knut, F., Dagmar, S., Jan, H. (1996). Lumbar range of motion: reliability and validity of the inclinometer technique in the clinical measurement of trunk flexibility. *Spine*, 21(11):1332-8.
- ❖ Putz, R. & Pabst, R. *Atlas de anatomía humana de Sobotta*. 22ª ed. Tomo II. Medica Panamericana; 2006.
- ❖ Rajabi, R., Mobarakabadi, L., Alizadhen, H.M., Hendrick, P. (2012). Thoracic kyphosis comparisons in adolescent female competitive field hockey players and untrained control. *J Sports Med Phys Fitness*, 52(5):545-50.
- ❖ Reed, C.A., Ford, K.R., Myer, G.D., & Hewett, T.E. (2012). The effects of isolated and integrated 'core stability' training on athletic performance measures: a systematic review. *Sports Medicine*, 42(8):697-706.
- ❖ Ries, Z., Harpole, B., Graves, C., Gnanapragasam, G., Larson, N., Weintstein, S., et al. (2015). Selective thoracic fusion of lenke I and II curves affects sagittal profiles but not sagittal or spinopelvic alignment: a case-control study, *Spine*, 40(12):926-34.
- ❖ Rillardon, L., Levassor, N., Guigui, P., Wodecki, P., Cardinne, L., Templier, A. & Skalli, W. (2003). Validation of a tool to measure pelvic and Spinal parameters of sagittal balance, *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 89(3):218-27.
- ❖ Rodrigo, J.J. & Boyd, R.E. (2017). Lumbar spine injuries in military parachute jumpers, *The Physician and Sportmedicine*, 7(9):122-33.

- ❖ Rodríguez-Ayala, J., Rodríguez-de-la-Cruz, R. (2006). Alteraciones de la columna lumbar y saltos en paracaídas. *Rev Sanid Milit Mex*, 60(3):154-59.
- ❖ Rodríguez-Iniesta, M. (2015). Valoración del plano sagital de la columna vertebral y la extensibilidad de la musculatura isquiosural en gimnastas de trampolín. [Tesis Doctoral]. Universidad de Murcia: Murcia.
- ❖ Rodríguez-Soto, A.E., Berry, D.B., Palombo, L., Valaik, E., Kelly, K.R., Ward, S.R. (2014). Effect of load magnitude and distribution on lumbar spine posture in active-duty marines, *Spine*, 42:345-51
- ❖ Sadeghi, R., Mosallanezhad, Z., Nodehi-Moghadam, A., Reza, M., Biglarian, A., Ezati, K. (2015). The reliability of bubble inclinometer and tape measure in determining lumbar spine range of motion in healthy individuals and patients. *Physical Treatments*, 3:137-44.
- ❖ Sainz-de-Baranda, P., Santonja, F., Rodríguez-Iniesta, M. (2009). Valoración de la disposición sagital del raquis en gimnastas especialistas en trampolín. *Rev Int Cienc Deporte*, 5:21-33.
- ❖ Sainz-de-Baranda, P., Ayala, F., Cejudo, A., Santonja, F. (2012). Description and analysis of the sit-and-reach test utility for estimating hamstring muscle flexibility. *Revista española de educación física y deportes*, 396:119-33.
- ❖ Salem, W., Coomans, Y., Brismée, J.M., Klein, P., Sobczak, S., Dugailly, P.M. (2015). Sagittal thoracic and lumbar spine profiles in upright standing and lying prone positions among healthy subjects: influence of various biometric features. *Spine*, 40 (15):900-8.
- ❖ Salinas-Bueno, I., Roig-Trenchs, M.R., Rams-Gómez, M. (2003). Precisión del eje sagital según el método de medición por plomada. *Fisioter calid vida*, 26(1):13-7.
- ❖ Santonja-Medina, F., Martínez-Herrada, J. (1992a). Clínica y exploración de las alteraciones axiales del raquis y pelvis. En: Santonja Medina F y Martínez González-Moro I. Valoración médico-deportiva del escolar. Murcia: Secretariado de publicaciones de la Universidad de Murcia, 207-21.
- ❖ Santonja-Medina, F., Martínez González-Moro, I. Síndrome de acortamiento de la musculatura isquiosural. En: Santonja-Medina, F. Valoración Médico-Deportiva del Escolar. 1ªed. Universidad de Murcia: Editum; 1992b. 245-58.
- ❖ Santonja, F., Pastor, A. (2000). Cifosis y lordosis. En: Arribas Blanco JM. Cirugía menor y procedimientos en medicina de familia. 1ª ed. Madrid: Jarpyo, 1049-61.
- ❖ Santonja-Medina, F. (2013a). Exploración clínica del plano sagital del raquis. En: Sociedad Española de Rehabilitación Infantil. XVIII Jornadas científicas de la rehabilitación infantil. Alteraciones del raquis. Madrid: SERI, 15-22.

- ❖ Santonja-Medina, F. (2013b). Síndrome de los isquiosurales cortos. En: Sociedad Española de Rehabilitación Infantil. XVIII Jornadas científicas de la rehabilitación infantil. Alteraciones del raquis. Madrid: SERI, 23-9.
- ❖ Serna-García, L., Santonja-Medina, F., Pastor-Clemente, A. (1996). Exploración clínica del plano sagital del raquis. *Selección*, 5(2):36-50.
- ❖ Suri, P., Kiely, D.K., Leveille, S.G., Frontera, W.R., Bean, J.F. (2009). Trunk muscle attributes are associated with balance and mobility in older adults: a pilot study. *PM&R*, 1(10):916-24.
- ❖ Szufflita, N.S., Neal, C.J. Rosner, M.K., Frankowski, R.F., Grossman, R.G. (2016). Spine injuries sustained by U.S. military personnel in combat are different from non-combat spine injuries, *Military Medicine*, 181(10):1314–23.
- ❖ Topalidou, A., Tzagarakis, G., Souvatzis, X., Kontakis, G., Katonis, P. (2014). Evaluation of the reliability of a new non-invasive method for assessing the functionality and mobility of the spine. *Acta Bioeng Biomech*, 16(1):117-24.
- ❖ Umale, S., Yoganandan, N. (2018). Mechanisms of Cervical Spine Disc Injury under Cyclic Loading, *Asian Spine J*, 12(5):910-18.
- ❖ Vaquero-Cristobal, R. Esparza-Ros, F., Gómez-Duran, R., Martínez-Ruis, E., Muyor, J.M., Alacid, F., et al. (2015). Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedestación y máxima flexión de tronco con rodillas extendidas en bailarinas. *Arch.Med.Deporte*, 31(2):87-93.
- ❖ Weerasekara, I. (2013). Prevalence of hamstring tightness among the male athletes of university of Peradeniya in 2010, Sri Lanka. *Int J Phys Med Rehab*, 01(01):108.
- ❖ Weineck, J. (1988). Entrenamiento óptimo. Barcelona: Hispano Europea.
- ❖ Williams-llii, D.S., Welch, L.M. (2015). Male and female runners demonstrate different sagittal plane mechanics as a function of static hamstring flexibility. *Braz J Phys Ther*.
- ❖ Yoganandan, N., Stemper, B.D., Baisdem, J.L., Pintar, F.A. Paskoff, G.R., Shender, B.S. (2015). Effects of acceleration level on lumbar spine injuries in military populations, *Eur Spine J*, 15(6):1318-24.
- ❖ Yoganandan, N., Pintar, F.A., Humm, J.R., Maiman, D.J., Voo, L., Merkle, A. (2016). Cervical spine injuries, mechanisms, stability and AIS scores from vertical loading applied to military environments, *Eur Spine J*, 25:2193-201.
- ❖ Yuing, F.T.A., Almagià, A.F., Lizana, P.J., Rodríguez, R.F.J., Ivanovic, D.M., Binvignat, G.O. et al. (2010). Comparación entre dos métodos utilizados para medir la curva lumbar. *Int J Morphol*, 28(2):509-13.

- ❖ Zazulak, B.T., Hewett, T.E., Reeves, N.P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: a prospective biomechanical/epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7):1123-30.

ANEXOS

ANEXO I: INFORME DE LA COMISIÓN DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE
MURCIA

Vicerrectorado de
Investigación

CEI Comisión de
Ética de
Investigación

cm CAMPUS MARE NOSTRUM

**INFORME DE LA COMISIÓN DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
DE LA
UNIVERSIDAD DE MURCIA**

Jaime Peris Riera, Catedrático de Universidad y Secretario de la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia

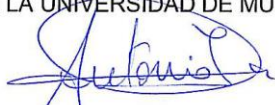
CERTIFICA:

Que D. Ignacio Martínez González-Moro ha presentado el proyecto de investigación titulado "*Valoración de la condición físico-deportiva de los miembros de la Patrulla Acrobática Paracaidista Aérea del Ejército del Aire (PAPEA)*", enmarcado en el Convenio Universidad de Murcia-Ministerio de Defensa-Escuela Militar de Paracaidismo "Méndez Prada".

Que la Comisión de Ética de Investigación analizó toda la documentación presentada, y de conformidad con lo acordado el día 4 de marzo de 2015¹, por unanimidad, se emite INFORME FAVORABLE.

Y para que conste y tenga los efectos que correspondan, firmo esta certificación, con el visto bueno del Presidente de la Comisión, en Murcia a 11 de marzo de 2015.

Vº Bº
EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN
DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA



Fdo.: Antonio Juan García Fernández



ID: 1034/2015

¹ A los efectos de lo establecido en el art. 27.5 de la Ley 30/1992 de 26 de noviembre de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del P.A.C. (B.O.E. 27-11), se advierte que el acta de la sesión citada está pendiente de aprobación

ANEXO II: INFORMACIÓN SOBRE EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.

Título:

VALORACIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA DE LOS MIEMBROS DE LA PAPEA.

Objetivo:

Describir la condición físico-deportiva y funcional de los miembros de la Papea considerándolos como integrantes de un grupo de deportistas de élite.

Dicho trabajo se utilizará para la elaboración de trabajos académicos (Tesis Doctoral) y no conlleva ningún coste para los participantes ni tampoco gratificación económica.

Metodología:

El estudio consistirá en la obtención de información referente a las siguientes cualidades: fuerza, flexibilidad y disposición del raquis. Para ello se realizará la correspondiente toma de datos y mediciones.

* Fuerza: fuerza isométrica de tronco y piernas.

* Disposición sagital del raquis: Medición de flechas sagitales y curvas raquídeas.

* Flexibilidad de la musculatura isquiosural: Test EPR, ángulo lumbo horizontal, Distancia dedos planta, Distancia dedos suelo.

Ninguna de estas pruebas supone un riesgo para la salud, ni se toma ninguna muestra orgánica.

Tratamiento de los datos:

Los datos obtenidos serán confidenciales y solo se usarán con fines académicos, didácticos e investigadores. En ningún momento se asociará la información particular con elementos de identificación personal. Se incluirán en un fichero que estará sometido a las garantías de la ley 15/1999 del 13 de diciembre.

En el caso de obtenerse fotografías o videos se eliminarán los rasgos que permitan identificar a las personas, estos solo se usarán con fines académicos, no distribuyéndose a terceras personas ni instituciones o empresas. Tampoco se divulgarán por medios informáticos ni de ningún otro tipo.

Derecho a causar baja:

La participación es voluntaria y los participantes en el estudio pueden renunciar a seguir participando en el mismo, en cualquier momento y sin necesidad de justificar su baja.

ANEXO III: CONSENTIMIENTO INFORMADO.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

D. _____ con DNI _____

DECLARO:

Que he leído la información en el dorso de este documento sobre los objetivos, metodología, pruebas e intervenciones a realizar en el transcurso de esta investigación.

Que se me ha informado que el cuestionario que se va a realizar es confidencial y la información que se obtenga de él será tratada solo con fines académicos e investigadores, que será realizado en las instalaciones apropiadas y por personal debidamente cualificado y especializado y que en cualquier momento puedo causar baja en el mismo. Se me enviará un informe con el resultado de las pruebas.

Que mi participación es totalmente voluntaria y que puedo abandonar el estudio en cualquier momento sin necesidad de justificación.

Por tanto, presto mi conformidad y acepto formar parte del estudio y autorizo al Grupo de Investigación Ejercicio físico y Rendimiento Humano de la Universidad de Murcia, para utilizar los datos recogidos, así como las imágenes que pudieran obtenerse, respetando siempre mi anonimato e impidiendo mi identificación.

En Murcia, a _____ de _____ 20__

Fdo. _____

Por el Grupo de Investigación:

Fdo. _____