

VALORACIÓN DEL MORFOTIPO RAQUÍDEO Y EXTENSIBILIDAD ISQUIOSURAL EN JUGADORES DE E-SPORTS

Spinal morphotype and hamstring flexibility assessment of
eSport players

TRABAJO FIN DE MÁSTER



DANIEL SOLER MATEO

FECHA: 26 – 07 - 2021

TUTOR: JOSÉ MARÍA MUYOR RODRÍGUEZ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Universidad de Almería

Índice

Resumen	2
Palabras clave:	3
1. Justificación	4
2. Introducción	5
4.1. Descripción de la muestra	8
4.2. Material	9
4.3. Procedimiento	10
4.4. Análisis de datos	13
5. Resultados	13
6. Discusión	16
7. Bibliografía	19

Resumen

Los jugadores de deportes electrónicos (eSports) deben pasar un elevado número de horas sentados para realizar la actividad, lo que podría desarrollar adaptaciones de la morfología de la curvatura de la columna vertebral. Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar el morfotipo raquídeo, en diferentes posturas, en jugadores de eSports; 2) analizar el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural, con el fin de proponer una programación de ejercicios para la actitud postural, así como de estiramientos de la musculatura isquiosural que faciliten y mejoren, en caso necesario, su desarrollo profesional y bienestar. Un total de 18 jugadores de eSports ($175,17 \pm 5,05$ cm; $82,26 \pm 13,41$ kg) participaron, de manera voluntaria, en el estudio. Estos participantes presentaban una experiencia de $3,38 \pm 1,57$ años en competición, con una dedicación media de entrenamiento semanal de $4,82 \pm 0,80$ días, con períodos de $5,33 \pm 0,70$ horas diarias. Para la evaluación de la morfología raquídea torácica, lumbar e inclinación del sacro, se utilizó el sistema Spinal Mouse. Para evaluar el grado de extensibilidad isquiosural, se utilizó el Test angular elevación de la pierna recta (EPR) y los tests lineales de Dedos-Planta (DDP) y Dedos-Suelo (DDS).

Resultados: En cuanto a la curva torácica el 37,8 % de los participantes estaban dentro de valores de normalidad, mientras que 10,8 % presentaban hipercifosis torácica. Además, se detectó un 41,2% de casos con hipolordosis lumbar, frente a un 52,9 % que presentó una lordosis lumbar dentro de la normalidad y un 5,9 % restante que presentó hiperlordosis lumbar. En cuanto a la extensibilidad isquiosural, casi el 90% de los participantes presentaron cortedad de grado I ($< 75^\circ$).

Conclusiones: La mitad de los deportistas de eSport evaluados, en bipedestación, presentaron una morfología raquídea torácica y lordosis lumbar dentro de valores de normalidad, aunque un porcentaje moderado tenían hipercifosis torácica. Casi la mitad de los jugadores mostraron hipolordosis lumbar. Por otro lado, aproximadamente, el 90% de los participantes presentaron cortedad isquiosural.

Abstract:

Electronic sports players (eSports) must spend a high number of hours sitting to perform the activity, which could develop adaptations of the morphology of the curvature of the spine. The objectives of the present work were: 1) to evaluate the spinal morphotype, in different postures, in eSports players; 2) analyze the range of extensibility of the hamstring muscles, in order to propose a program of exercises for postural attitude, as well as stretching of the hamstring muscles that facilitate and improve, if necessary, their professional development and wellness. A total of 18 eSports players (175.17 ± 5.05 cm; 82.26 ± 13.41 kg) voluntarily participated in the study. These participants had an experience of 3.38 ± 1.57 years in competition, with a mean weekly training dedication of 4.82 ± 0.80 days, with periods of 5.33 ± 0.70 hours per day. For the evaluation of the thoracic and lumbar spinal morphology and the inclination of the sacrum, the Spinal Mouse system was used. To evaluate the range of hamstring extensibility, the Straight Leg Raise Angular Test (EPR) and the Toes-Plant (DDP) and Toes-Floor (DDS) linear tests were used.

Results: Regarding the thoracic curve, 37.8% of the participants were within normal values, while 10.8% had thoracic hyperkyphosis. In addition, 41.2% of cases with lumbar hypolordosis were detected, compared to 52.9% who presented lumbar lordosis within normality and the remaining 5.9% who presented lumbar hyperlordosis. Regarding hamstring extensibility, almost 90% of the participants had grade I shortness ($<75^\circ$).

Conclusions: Half of the eSport athletes evaluated, standing, presented a thoracic spinal morphology and lumbar lordosis within normal values, although a moderate percentage had thoracic hyperkyphosis. Almost half of the players showed lumbar hypolordosis. On the other hand, approximately 90% of the participants presented hamstring shortness.

Palabras clave: columna vertebral, postura, dolor lumbar, videojuegos, flexibilidad, isquiosurales.

Key words: spine, posture, low back pain, videogames, flexibility, hamstrings.

1. Justificación

Durante los últimos años los eventos de competiciones online se han visto impulsados debido al amplio desarrollo en los avances tecnológicos y las mejoras en la conectividad de red. Gracias a estos avances, el sector de los videojuegos se ha visto beneficiado en todas las plataformas (por ejemplo: ordenadores, dispositivos móviles o videoconsolas); así como los eventos de eSports, que han proclamado un auge en las competiciones (tanto en modalidades individuales como colectivas) a través determinados videojuegos (Hamari & Sjöblom, 2017; Lee & Schoenstedt, 2011). A su vez, el número de jugadores profesionales y aficionados no ha dejado de aumentar en el último lustro, lo que ha hecho que las comunidades de los juegos más reconocidos hayan registrado conexiones diarias de 557 millones de usuarios conectados simultáneamente (Hamari & Sjöblom, 2017; Kane, 2018).

Sin embargo, existe una bibliografía muy reducida sobre la práctica de los eSports y el estado físico que presentan los deportistas que lo practican, tanto a nivel amateur como profesional. Aunque existe bibliografía sobre el impacto del estilo de vida sedentario en la morfología de la columna vertebral (Calvo-Muñoz et al., 2018; Boseker et al., 2000; Groszek et al., 2011; Szczygieł et al., 2017) y el estado de la musculatura isquiosural en otros ámbitos como escolar (Vidal et al., 2011), o deportivo (López-Miñarro et al., 2010), ninguno ha planteado su estudio en jugadores de eSports hasta la fecha. Existen, no obstante, estudios sobre los errores posturales y lesiones más comunes en eSports que alegan que este tipo de deportistas son más propensos a percibir lesiones que un jugador de fútbol (Zwibel et al., 2019), especialmente en las zonas de cuello, hombros, muñecas y espalda (Gugliotti, 2018).

A razón del interés popular que puede suscitar esta temática y la cada vez mayor participación de la población en este sector, se contempla la necesidad de un desarrollo bibliográfico sobre este campo, que pueda llevar a una mayor concienciación sobre las consecuencias de la práctica de esta modalidad deportiva y de las precauciones pertinentes que deben adoptarse para realizarlo de forma saludable.

2. Introducción

La columna vertebral está considerada como el eje principal del cuerpo que soporta una diversidad de estructuras corporales. Entre las cuatro curvas fisiológicas de la columna vertebral humana, la curvatura cervical y la curvatura lumbar se forman gradualmente en el proceso de crecimiento, y el uso persistente de una postura corporal incorrecta, hábitos de vida inadecuados y una actividad física reducida pueden afectar a un correcto desarrollo (Scarabottolo et al., 2017). Específicamente, la alteración morfológica de la curvatura sacra se ha visto asociada a problemas crónicos (Glassman et al., 2005; Scarabottolo et al., 2017; Lafage et al., 2020). En este sentido, los malos hábitos posturales, posturas incorrectas o asimétricas pueden indicar defectos de tipo propioceptivo (Gine Roll et al., 2002) visual (Ledin & Ödkvist, 1991) o vestibular (Watson, 1995). El déficit propioceptivo puede ser de tipo congénito o adquirido y suele verificarse en las articulaciones en pies, tobillos, rodillas, caderas o en la columna (Gine Roll et al., 2002; Watson, 1995). Se sabe que la patología de la columna causa afecciones del sistema musculoesquelético, como dolor de espalda inespecífico. Además, la morfología de la columna vertebral también puede afectar el desarrollo de otros sistemas importantes y relacionados, como el sistema respiratorio (Glassman et al., 2005; Scarabottolo et al., 2017).

Comprender la anatomía de la columna vertebral requiere una apreciación tridimensional de su morfología y proporciones (Lafage et al., 2020). Una vez diagnosticados los defectos, se pueden corregir con intervenciones terapéuticas específicas según el caso (Feng et al., 2017; Watson, 1995). Atendiendo a los problemas en la columna, se entiende dolor lumbar como el que es experimentado en la región de la curvatura lumbar-sacra, entre los límites de L1-S5 y en la cara posterior de la espalda baja (Calvo-Muñoz et al., 2018; Wirth et al., 2018). El dolor lumbar es considerado como la principal causa de discapacidad en el mundo y se encuentra dentro de los diez tipos principales de dolor entre la población más joven (Feng et al., 2017; Gugliotti, 2018; Scarabottolo et al., 2017). Aunque la mayoría de los estudios en adultos han analizado el dolor lumbar, también se resalta la importancia del dolor cervical, definido como el dolor experimentado en la región de la curva cervical entre los límites de C1-C7 y en la cara posterior del cuello (Scarabottolo et al., 2017) así como el dolor de zona torácica, definido

como experiencia de dolor en la región de la curva torácica, entre los límites de T1-T12 y en la cara posterior del tronco (Wirth et al., 2018)

Los largos tiempos de consumo prologado frente a pantallas (Dreischarf et al., 2014) y los estilos de vida sedentarios suelen ir ligados a hábitos a la hora de adoptar posiciones incorrectas al pasar tiempo sentado, que pueden ser causa de la aparición de dolencias en la espalda (Feng et al., 2017). De forma adicional, pasar tiempo de forma prolongada tanto sentado como tumbado puede estar directamente correlacionado con una postura corporal anormal (Groszek et al., 2011). El estrés que se genera en la columna mientras se está sentado es diferente del que se aplica cuando se está de pie, y un tiempo excesivo de horas semanales en asientos puede cambiar la estructura biomecánica de la columna (Groszek et al., 2011; Szczygieł et al., 2017). Además, las posiciones incorrectas mientras se está sentado pueden desencadenar, con más probabilidad, cambios adaptativos en la morfología y funcionalidad de la columna vertebral (Boseker et al., 2000; Dreischarf et al., 2014; Feng et al., 2017).

Debido a la naturaleza sedentaria de los deportes virtuales y la mala postura que lo acompaña, es común que los jugadores de eSports tengan lesiones musculoesqueléticas en el cuello, lumbares y extremidades superiores (Gugliotti, 2018; Zwibel et al., 2019). La mayoría de estos problemas están vinculados al impacto que supone una mala posición de la espalda durante largos períodos de tiempo (Groszek et al., 2011; Zwibel et al., 2019). Aproximadamente el 35% de los atletas de deportes electrónicos informan dolor de cuello o espalda mientras realizan la actividad (Gugliotti, 2018; Zwibel et al., 2019).

Permanecer en una posición de la cabeza hacia adelante, durante períodos prolongados de tiempo, tensiona la unión cervicotorácica y los músculos paraespinales, lo que provoca desequilibrios regionales en la tensión muscular (Groszek et al., 2011; Gugliotti, 2018). Cada pulgada de desplazamiento de la cabeza hacia adelante se asocia con un aumento de 4,54 Kg de torsión de fuerza en los extensores cervicales (Gugliotti, 2018). Además de la distensión cervical, los atletas de eSports tienen un mayor riesgo de dolores de cabeza cervicogénicos y tensionales (Gugliotti, 2018; Zwibel et al., 2019). En la zona lumbar, la postura en flexión (inversión lumbar) aumenta las fuerzas sobre los discos intervertebrales y puede provocar hernias (Groszek et al., 2011; Szczygieł et al., 2017). De forma adicional, los asientos con respaldo, que son altamente comunes en las

sillas de juego, promueven lordosis lumbar atenuada e inclinación del sacro posterior, lo que provoca un aumento de la tensión muscular en los músculos paraespinales y debilidad del transverso del abdomen (Zwibel et al., 2019).

Paralelamente, el acortamiento de la musculatura isquiosural puede producir una retroversión de la pelvis (Latorre & Herrador, 2003; Santoja et al., 1995; Vidal et al., 2011). A su vez, la retroversión pélvica puede afectar a la curvatura de la zona lumbar de la columna, disminuyendo dicha curva y propiciando un aumento de la cifosis torácica que se sucede para compensar este desnivel (Boseker et al., 2000). Los síndromes de isquiosurales cortos tienden a ir acompañados de un incremento de cifosis, que se vincula con problemas de lumbalgia, espondilólisis, espondilolistesis, enfermedad de Scheuermann (Santoja et al., 1995) e incluso de hernias discales en la región lumbosacra (Groszek et al., 2011; Santoja et al., 1995; Szczygieł et al., 2017).

Por otro lado, estudios previos como los realizados por Carregaro & Gil Coury, (2009); Gajdosik et al., (1994); López-Miñarro et al., (2010) detectaron diferencias en la posición torácica y pélvica a través de la flexión del tronco, en sujetos con distintos grados de flexibilidad de la zona isquiosural. El incremento de extensibilidad de isquiosurales se asocia a un desnivel torácico más bajo y a una mayor flexibilidad de las caderas (López-Miñarro et al., 2012). En cambio, la rigidez o flexibilidad de la musculatura isquiosural es un factor que incide, de forma directa, en la posición de la columna vertebral al realizar movimientos que implican flexión del tronco (Muyor et al., 2012). Por esta razón, proponer una mejora de la flexibilidad de los músculos isquiosurales apuntan a una mejora del estado postural de la columna vertebral de los jugadores de eSport.

Las intervenciones apropiadas para los atletas de deportes electrónicos con dolor de cuello incluyen estiramientos y ejercicios de fortalecimiento (Zwibel et al., 2019). Al prescribir ejercicio a esta población, las rutinas de estiramientos deben centrarse en los músculos asociados con el control postural, como la espalda, el abdomen y el cuello. Los ejercicios de fortalecimiento y los estiramientos pueden disminuir el dolor (Louw et al., 2017) y mejorar el rango de movimiento (Park & Park, 2019). Adicionalmente, estudios previos como los realizados por López-Miñarro et al., (2012); Reid & McNair, (2004) encontraron mejoras significativas en la musculatura isquiosural al examinar programas de estiramientos específicos. Estos programas fueron realizados en deportistas de diferentes disciplinas, pero ninguno vinculado al campo de eSports. También autores

como Kuukkanen & Malkia, (2000); López-Miñarro et al., (2012) hallaron en sus estudios mejoras significativas, en el estado de cadera y tronco, tras realizar un programa de ejercicios en casa, enfocados a trabajar la flexibilidad de los músculos isquiosurales.

Debido a la media de horas semanales que estos participantes debían pasar realizando una actividad sedentaria frente a los dispositivos, la hipótesis del presente trabajo fue que este colectivo de jugadores eSport podría presentar adaptaciones morfológicas del raquis y una extensibilidad isquiosural reducida.

Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo fueron: 1) evaluar el morfotipo raquídeo, en diferentes posturas, en jugadores de eSports; 2) analizar el grado de extensibilidad de la musculatura isquiosural, con el fin de proponer una programación de ejercicios para la actitud postural, así como de estiramientos de la musculatura isquiosural que faciliten y mejoren, en caso necesario, su desarrollo profesional y bienestar.

4. Materiales y métodos

4.1. Descripción de la muestra

Dieciocho jugadores masculinos de eSports participaron voluntariamente en el presente. La descripción de la muestra se presenta en la Tabla 1. Estos deportistas tenían una experiencia de $3,38 \pm 1,57$ años de competición en su modalidad, con una media de $4,82 \pm 0,80$ días de entrenamiento a la semana, dedicando $5,33 \pm 0,70$ horas diarias. Los criterios de inclusión para participar en el presente estudio fueron: que los voluntarios estuviesen compitiendo en clubs o ligas en distintas competiciones de eSports durante el desarrollo del estudio; haber competido a nivel regional o nacional; o en su defecto, contar con canales de Twitch con una práctica mínima de 3 sesiones de entrenamiento por semana, ya fuese por cuenta ajena o asociados a clubs de eSports como creadores de contenido. Se excluyeron jugadores que hubiesen sido operados de la columna vertebral previamente, que tuviesen diagnosticada alguna patología raquídea o que presentasen alguna problemática localizada en la musculatura isquiosural que impidiese la realización de los test de evaluación del estudio.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de jugadores eSports

	Mínimo	Máximo	Media (\pmSD)
Edad	18,00	40,00	25,11 \pm 5,80
Peso	65,30	107,20	82,26 \pm 13,41
Talla	1,66	1,90	1,75 \pm 0,52
IMC	20,38	37,92	26,82 \pm 4,39
Experiencia (años)	1,00	6,00	3,38 \pm 1,57
Entrenamiento (días/semana)	3,00	6,00	4,82 \pm 0,80
Entrenamiento (horas/días)	3,00	6,50	5,33 \pm 0,70

IMC: Índice de Masa Corporal

4.2. Material

Para la evaluación de la morfología raquídea de las curvaturas torácica, lumbar e inclinación del sacro, en el plano sagital, se utilizó el sistema Spinal Mouse (Idiag, Fehraltdorf, Switzerland). El Spinal Mouse es un dispositivo de medición electrónico, conectado, mediante conexión bluetooth, a un ordenador donde se procesa y dispone la información, que mide el alineamiento espinal de la columna y los ángulos intersegmentales de manera no invasiva. El software utilizado para el análisis de los valores angulares de la morfología raquídea fue MediMouse (Idiag, Fehraltdorf, Switzerland). Para la valoración de la extensibilidad isquiosural a través del test Test de elevación de la pierna recta (EPR) se utilizó un inclinómetro Uni-Level (ISOMED, Inc., Portland, OR). Para la valoración de la distancia alcanzada mediante los test Dedos-Planta (DDP) y (DDS), se utilizó un cajón de medición ACUFLEX I Flexibility tester (PSYMTEC, Madrid, Spain).

4.3. Procedimiento

Las mediciones para realizar este estudio transversal se realizaron en las instalaciones facilitadas por la empresa de ArenaGaming Almería. Todos los participantes fueron informados de forma verbal y escrita sobre los procesos que se llevarían a cabo en el estudio y firmaron un consentimiento informado aprobado por la Comisión de Bioética de la Universidad de Almería. Las evaluaciones, de los diferentes test, se realizaron de manera aleatoria.

Los participantes fueron evaluados sin calzado y con el tren superior descubierto. Se aconsejó a los participantes que no realizasen ninguna rutina de entrenamiento ni de estiramientos en las horas previas a la realización de las mediciones.

Para la evaluación de la morfología raquídea con el sistema Spinal Mouse se se desplazó el dispositivo a lo largo de la línea media de la columna vertebral. Sus dos ruedas giratorias siguen el contorno de la columna, y las medidas de distancia y ángulo se comunican desde el dispositivo a un ordenador emparejado vía conexión bluetooth, ubicado entre 1 y 2 m de distancia máxima. Los datos se disponen en el software cada 1,3 mm a medida que el Spinal Mouse se desplaza por la columna, lo que da una frecuencia de muestreo de aproximadamente 150 Hz. Al describir las variables en el software los valores positivos se refieren a una relación cifótica mientras que en los valores negativos la relación será lordótica. La longitud media total de la columna vertebral es de 550 mm y el tiempo necesario para medir toda la longitud es de 2 a 4 segundos, por lo que se realizan aproximadamente 423 muestreos en 3 segundos. Esta información es utilizada por el sistema para calcular las posiciones relativas del sacro y los cuerpos vertebrales de la columna vertebral, mediante un algoritmo inteligente y recursivo (Guermazi et al., 2006).

Bipedestación

Durante la evaluación de la curva dorsal, lumbar e inclinación del sacro se colocó a la muestra en bipedestación, sin calzado, con una distancia entre los pies correspondiente con la anchura de sus caderas. Los miembros del tren superior debían estar relajados, los brazos pegados a los costados y la vista al frente. Una vez fijada esta postura, se colocó el Spinal Mouse al final de la curva cervical (C7) y se procedía a desplazar en orden descendiente el dispositivo sobre las apófisis espinosas hacia la

primera vértebra sacra (S1), manteniendo siempre un pulso firme. Se obtuvieron así los valores de la cifosis dorsal, lordosis lumbar y la inclinación del sacro en el plano sagital.

Sedentación relajada

Se realizó una evaluación de la curva dorsal, curva lumbar y de la inclinación del sacro con respecto a la vertical colocando a los sujetos en sedentación relajada. Los sujetos debían sentarse en un asiento, con la planta de los pies sobre el suelo. Se solicitaba a los sujetos que mantuviese una postura relajada. Alcanzada la posición se procedía con la evaluación mediante el uso del Spinal Mouse partiendo desde el final de la curvatura cervical (C7) hasta el inicio de la curva sacra (S1), deslizando el dispositivo a lo largo de las apófisis espinosas de la columna vertebral.

Test de Macrae & Wright

Para el test de Macrae y Wright (Macrae & Wright, 1969), el cual permite determinar el grado flexión de tronco, los participantes se colocaban sentados sobre una superficie plana, con los pies apoyados sobre el suelo y con las rodillas formando un ángulo de 90 grados. Sin despegar los pies del suelo, cada participante realizaba un ejercicio de máxima flexión del tronco hasta su punto límite. Alcanzado este punto, se mantenía la postura mientras se desplazaba el Spinal Mouse sobre las apófisis espinosas del raquis para obtener los valores de la inclinación del sacro, curva dorsal y curva lumbar.

Test dedos-planta

Se realizó el test Dedos-Planta (DDP) con el fin de obtener los valores angulares del morfotipo raquídeo en máxima flexión del tronco con rodillas extendidas, así como la distancia alcanzada con los dedos de la mano por encima del cajón (perpendicular a la punta de los pies). Los participantes se colocaron en el suelo, sentados con las rodillas extendidas y las plantas de los pies apoyadas en un cajón de medición. Partiendo de esta posición los participantes debían realizar una flexión máxima del tronco extendiendo los brazos hacia la punta de los pies (por encima de la superficie, reglada, del cajón). Se procuró que las rodillas y los codos de las participantes estuviesen totalmente extendidas en el momento de la prueba. Las palmas de las manos se posicionaban de forma paralela, deslizándose progresivamente por el cajón hasta alcanzar un punto de flexión máximo del tronco. Una vez alcanzado este punto, los participantes debían mantener la posición durante dos segundos, mientras que el explorador medía con el Spinal Mouse la

disposición sagital del raquis y la posición de la pelvis. En esta prueba el Spinal Mouse se colocaba al final de la curva cervical (C7) y se desplazaba en orden descendente sobre las apófisis espinosas de la columna vertebral hasta el inicio de la curva sacra (S1).

Test distancia dedos-suelo

Se realizó el test de distancia dedos-suelo para realizar la valoración de la disposición sagital del raquis torácico y lumbar e inclinación del sacro, durante la flexión máxima del tronco con rodillas extendidas, desde la bipedestación. Para realizar este test los participantes se colocaron en bipedestación sobre el cajón de medición, con los pies separados manteniendo una distancia similar a la anchura de sus caderas y con las rodillas totalmente extendidas. Los participantes procedían a realizar una flexión máxima de tronco, deslizando progresivamente las manos por el cajón en dirección hacia sus pies hasta alcanzar el punto máximo. Una vez el participante alcanzó el punto máximo de flexión del tronco se mantuvo la posición durante dos segundos. Durante esta fase, el explorador medía con el Spinal Mouse la disposición sagital del raquis y la posición de la pelvis. En esta prueba el Spinal Mouse se colocaba al final de la curva cervical (C7) y se desplazaba en orden descendente sobre las apófisis espinosas de la columna vertebral hasta el inicio de la curva sacra (S1).

Medición curva dorsal/lumbar decúbito prono

Para evaluar la morfología raquídea sin la acción de la gravedad, se evaluó a los participantes en decúbito prono sobre una camilla. Para ello, los brazos debían estar extendidos hacia delante suspensos en el aire y la cabeza apoyada en la camilla. Una vez fijada la postura, se deslizaba el Spinal Mouse a lo largo de la columna por las apófisis espinosas a lo largo del plano horizontal.

Test de elevación de la pierna recta (EPR) – Pasiva

Para evaluar el grado de extensibilidad isquiosural, se realizó el Test de elevación de la pierna recta (EPR). Para ello, cada participante se puso en posición en decúbito supino sobre una camilla. El explorador, iba elevando lenta y progresivamente uno de los miembros inferiores, con la rodilla extendida, hasta que el participante indicaba un punto máximo, previo a la manifestación de molestia o dolor. Se colocó el tobillo de la pierna elevada en una posición en 90 grados, mediante el uso de un inclinómetro. Este inclinómetro se colocó inicialmente en la meseta tibial a cero grados, sujetándolo a lo

largo del trayecto de la elevación de la pierna y estableciendo los grados de flexión alcanzados una vez la persona indicaba su punto máximo. Dicha medición se realizó en ambas piernas, con un máximo de 3 repeticiones. Durante esta prueba también se colocó un soporte lumbar para evitar la retroversión de la zona pélvica (Santoja et al., 1995; Vidal et al., 2011). Se recurrió a la ayuda de dos exploradores auxiliares entrenados. Un explorador encargado de mantener la pierna relajada sujeta a la camilla, y fijando la zona tibial para evitar su rotación externar. Mientras otro explorador se encargaba de controlar la oscilación de la pelvis durante el movimiento de elevación, evitando la rotación posterior de la pelvis.

4.4. Análisis de datos

Se usaron los siguientes programas informáticos: Hoja de cálculo Microsoft Excel (Microsoft, España) para almacenar los resultados y el programa SPSS (SPSS Inc., EE.UU) para realizar los cálculos estadísticos. La normalidad de cada variable fue inicialmente testeada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Todas las variables incluidas en el estudio presentaron una distribución normal ($p > 0.05$). Asumiendo la distribución normal de la muestra, se procedió al análisis descriptivo, obteniendo las medias y las desviaciones típicas de cada una de las variables, así como una distribución de frecuencia de las mismas.

5. Resultados

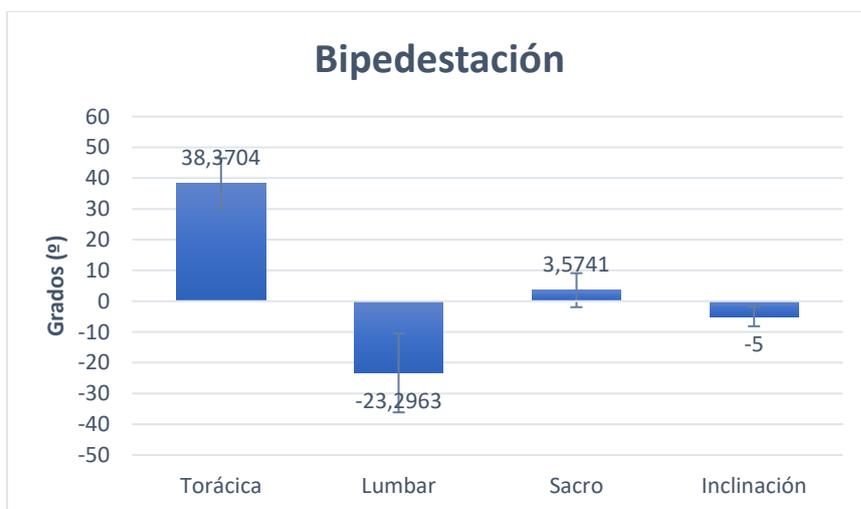


Figura 1. Valores angulares de la curvatura torácica, lumbar e inclinación del sacro en bipedestación

En la Figura 1 se presentan los valores angulares medios de la columna torácica y lumbar, así como de la inclinación del sacro, en la posición de bipedestación. Los valores medios de la cifosis torácica fueron $(38,37 \pm 8,07^\circ)$ y lordosis lumbar $(-23.29 \pm 12,83^\circ)$ fueron los más relevantes registrados en esta prueba.

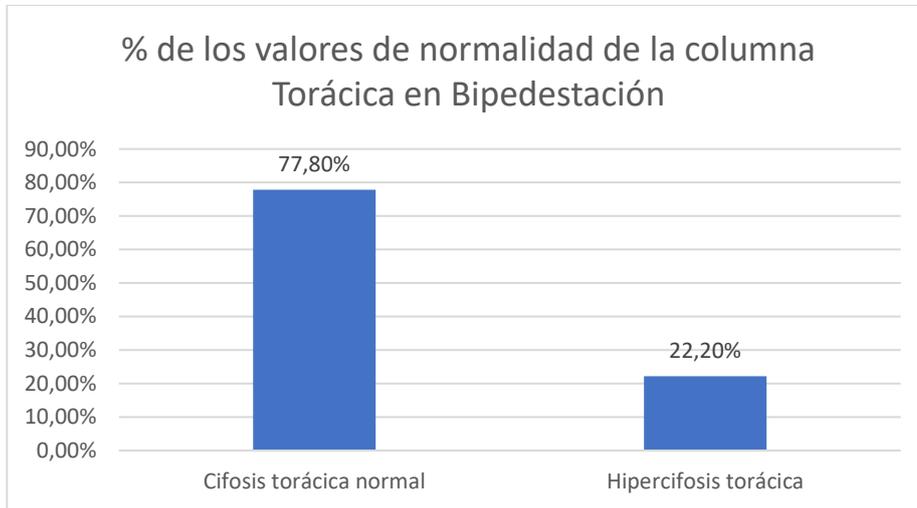


Figura 2. Valores porcentuales en relación a la normalidad de la columna torácica en bipedestación

En relación a la normalidad de la columna torácica (Figura 2) se registró un mayor porcentaje de muestras que presentaron una cifosis torácica normal (77,8%). En cuanto a los valores de normalidad de la columna lumbar (Figura 3), el porcentaje de sujetos con una hipolordosis lumbar (41,2%) es superior a los casos con una disposición hiperlordosis lumbar (5,9%).

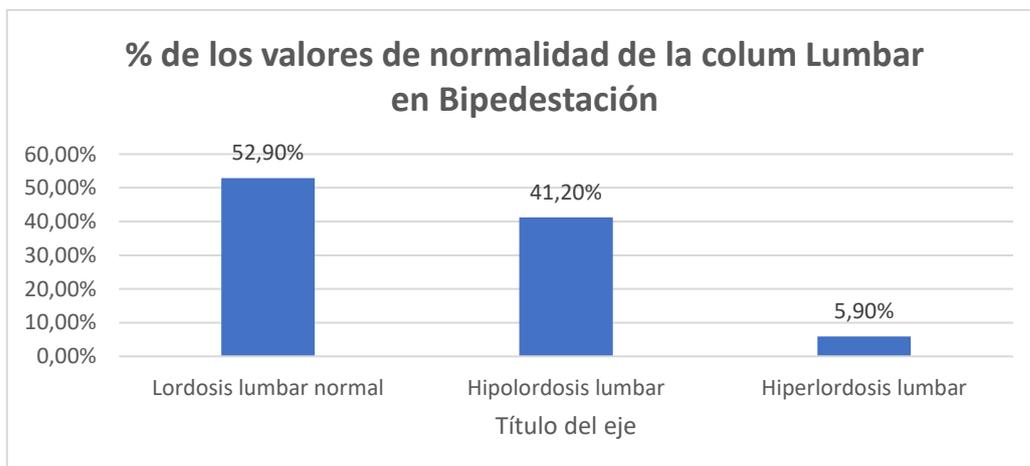


Figura 3. Valores porcentuales en relación a la normalidad de la columna lumbar en bipedestación

Resultados angulares del Test EPR

Tabla 2. Valores de la extensibilidad de la musculatura isquiosural

	Mínimo	Máximo	Media (\pm SD)
Valor angular EPR Izquierda ($^{\circ}$)	58	80	67,81 \pm 5,57
Valor Angular EPR Derecha ($^{\circ}$)	55,33	84	69,11 \pm 6,81

EPR: Test de elevación de pierna recta

Se obtuvieron valores angulares obtenidos en los test de elevación de pierna recta (EPR) de forma pasiva en la pierna izquierda de $67,81 \pm 5,57^{\circ}$ y $69,11 \pm 6,81^{\circ}$ en la derecha (Tabla 2). Los valores de la normalidad de esta prueba (Figura 4) indicaron un porcentaje de cortedad en la extensibilidad isquiosural de grado I en pierna derecha (81,30%) e izquierda (77,80%).

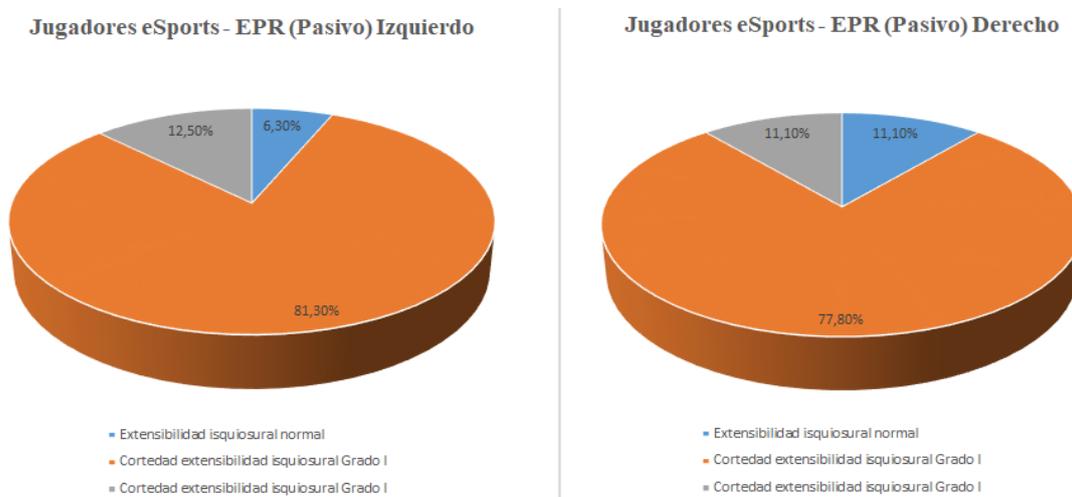


Figura 4. Valores porcentuales en relación a los valores de normalidad de extensibilidad isquiosural

6. Discusión

El objetivo principal del presente trabajo fue evaluar el morfotipo raquídeo e inclinación del sacro, así como el grado de extensibilidad isquiosural de jugadores de eSport, los cuales pasan muchas horas al día en una posición en sedentación.

Uno de los resultados encontrados fue un valor medio $38,7 \pm 8,07$ de la cifosis torácica en bipedestación. Al atender a la clasificación realizada por otros autores como López-Miñarro et al., (2012); Santoja et al., (1995), aproximadamente un 37.8% de participantes estaban dentro de la normalidad, mientras que 10.8% presentó hipercifosis torácica. En cuanto a las referencias de la normalidad de la columna lumbar en bipedestación, en este estudio, se presentó un 41,2% de casos en los que se detectó una hipolordosis lumbar frente a un 52.9% que presentó lordosis lumbar dentro de la normalidad y un 5.9% restante que presentó hiperlordosis lumbar. Otros estudios realizados con deportistas que pasan numerosas horas al día en sedentación, debido a su técnica deportiva, como en kayakistas, encontraron que un 63% de los participantes presentaban una cifosis torácica con rangos dentro de la normalidad (López-Miñarro et al., 2010); otro estudio donde se evaluaron a ciclistas profesionales, se observó que un 41,7% presentaban cifosis torácica dentro del rango normal frente a un 58,3% que padecía hipercifosis torácica (Muyor, 2015).

Una cifosis torácica aumentada (hipercifosis torácica) puede derivar en alternaciones o problemas del esquema corporal (Dreischarf et al., 2014; Santoja et al., 1995). Los valores angulares de sacro-cadera o inclinación del sacro se obtuvieron en este estudio a partir del uso de Spinal Mouse, dispositivo que funciona basándose en el ángulo de inclinación del sacro con respecto al eje vertical. La inclinación del sacro puede afectar al estado de la columna, aumentando el valor angular de la lordosis lumbar y propiciando un aumento de la cifosis torácica, que se sucede para compensar este desnivel (Boseker et al., 2000; Jordá, 1971). De esta manera, aquellos sujetos que reflejan un mayor aumento de la cifosis torácica presentan una lordosis lumbar e inclinación del sacro (Lafage et al., 2020).

Por otro lado, la sedentación ha sido otra de las pruebas relevantes en este estudio. Permanecer sentado en una silla, durante largos períodos de tiempo, es indispensable para cualquier atleta de eSport. Por ello, es evidente que es el mayor factor que influye en el desarrollo de esta actividad. La cifra media de horas que un jugador de eSports puede

pasar sentado, es de una media de 50 horas semanales, y la gran mayoría las realizan en sillas de juego con una baja ergonomía, aumentando la lordosis lumbar e inclinación del sacro posterior, lo que provoca un aumento de la tensión muscular en los músculos paraespinales y debilidad del transverso del abdomen (Zwibel et al., 2019).

En las mediciones realizadas en sedentación relajada, los valores medios obtenidos para la curva torácica fueron de $34,57 \pm 7,8^\circ$, lo que corresponde a unos valores de morfotipo cifótico moderado (Lucas et al., 2004). Este autor estableció unos valores inferiores a 15° para un morfotipo cifótico normal; un morfotipo cifótico leve hasta los 21° y un morfotipo cifótico moderado superior a los 21° . En cuanto a la curvatura lumbar se obtuvieron valores de $2,01 \pm 9,93^\circ$ en posición relajada, lo que refleja una clara rectificación del raquis lumbar (inversión lumbar) en esta posición. Esta situación podría explicar los resultados expuestos por los estudios de (Gugliotti, 2018; Zwibel et al., 2019) los cuales reportaban que un 35% de los atletas de deportes electrónicos informan dolor de espalda mientras realizan la actividad.

Los test DPP y DDS se realizaron para la evaluación de la dinámica del morfotipo raquídeo. En lo referente a la curvatura torácica se obtuvieron valores de $60,59 \pm 10,47^\circ$ (DDP) y de $53,88 \pm 7,4^\circ$ (DDS). En lo que respecta a la curvatura lumbar, en el presente estudio se obtuvieron valores medios de $26,59 \pm 6,26^\circ$ en el test DDP y de $31,96 \pm 7,95^\circ$ en el test de DDS. También, se encontraron valores de inclinación del sacro de $16,44 \pm 9,34^\circ$ y $56,03 \pm 12,19^\circ$ para los test DDP y DDS, respectivamente. Estos resultados coinciden con estudios previos que indican que una menor inclinación del sacro, durante la flexión del tronco con rodillas extendidas se deben a una relación directa con el síndrome de cortedad isquiosural (López-Miñarro et al., 2010; 2012).

Los datos obtenidos en los test de elevación de pierna recta (EPR) pasivo reafirman que es necesario llevar a cabo un plan de ejercicios compensatorios para reducir la cortedad de la zona isquiosural, debido a los bajos niveles de extensibilidad en ambos miembros. Se observa en la mayoría de los casos una cortedad de grado I en la zona isquiosural izquierda y derecha con una incidencia entre un 87,5% y un 88,9%, respectivamente. Menos de un 15% de los candidatos evaluados en este estudio presentaron una extensibilidad isquiosural normal. Por último, un 11,1% presentó cortedad de la extensibilidad isquiosural de grado II.

Este estudio contó con varias limitaciones. En primera instancia cabe destacar que debería realizarse un futuro estudio con un mayor número de participantes. En cuanto al criterio metodológico con respecto a la selección de la muestra, se ha estudiado únicamente a la población masculina perteneciente al sector eSports. En este sentido, futuros estudios deberían abarcar un mayor rango de participantes, así como integrar participantes de población femenina. Se necesitan estudios longitudinales para determinar los efectos a largo plazo de los ejercicios de estiramiento en la postura de la columna partiendo de la estimulación de la musculatura isquiosural.

Como conclusión, se destaca que, aproximadamente, la mitad de los deportistas de eSport evaluados, presentan una morfología raquídea torácica y lordosis lumbar dentro de valores de normalidad, aunque un porcentaje moderado (22,22%) presentan hipercifosis torácica y un 41% presenta una hipolordosis lumbar. Por otro lado, aproximadamente, el 90% de los participantes presentaron cortedad isquiosural. Sería recomendable que estos deportistas de eSports realizaran, paralelamente a sus entrenamientos electrónicos, un programa de ejercicio físico, basados en ejercicios de fortalecimiento abdominal y lumbar, de concienciación postural y de mejora de la extensibilidad isquiosural para prevenir, en la medida de lo posible, futuras dolencias y/o patologías raquídeas.

7. Bibliografía

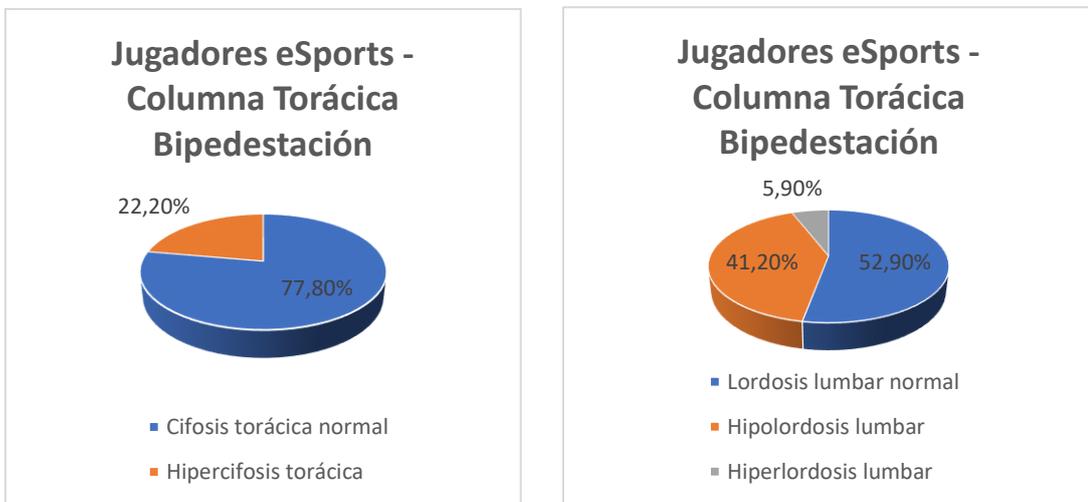
- Boseker, E. H., Moe, J. H., Winter, B., & Koop, E. (2000). Determination of “Normal” Thoracic Kyphosis: A Roentgenographic Study of 121 “normal” children. *Journal of pediatric orthopedics*, 20(6), 796–798.
<https://doi.org/10.1097/00004694-200011000-00019>
- Calvo-Muñoz, I., Kovacs, F. M., Roqué, M., Fernández, I. G., & Calvo, J. S. (2018). Risk Factors for Low Back Pain in Childhood and Adolescence: A Systematic Review. *Clinical Journal of Pain*, 34(5), 468–484.
<http://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000558>
- Carregaro, R. L., & Gil Coury, H. J. C. (2009). Does reduced hamstring flexibility affect trunk and pelvic movement strategies during manual handling? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(1), 115–120.
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2008.05.004>
- Dreischarf, M., Albiol, L., Rohlmann, A., Pries, E., Bashkuev, M., Zander, T., Duda, G., Druschel, C., Strube, P., Putzier, M., & Schmidt, H. (2014). Age-related loss of lumbar spinal lordosis and mobility - A study of 323 asymptomatic volunteers. *PLoS ONE*, 9(12).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0116186>
- Feng, Q., Jiang, C., Zhou, Y., Huang, Y., & Zhang, M. (2017). Relationship between spinal morphology and function and adolescent non-specific back pain: A cross-sectional study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 30(3), 625–633. <https://doi.org/10.3233/BMR-160544>
- Gajdosik, R., Albert, C., & Mitman, J. (1994). Influence of Hamstring Length on the Standing Position and Flexion Range of Motion of the Pelvic Angle, Lumbar Angle, and Thoracic Angle. *J Orthop Sports Phys Ther*, 20(4), 213–219.
- Gine Roll, R., Kavounoudias, A., & Roll, J.-P. (2002). Cutaneous afferents from human plantar sole contribute to body posture awareness. *Neuroreport*, 13(2), 57–61.
- Glassman, S. D., Berven, S., Bridwell, K., Horton, W., & Dimar, J. R. (2005). Correlation of Radiographic Parameters and Clinical Symptoms in Adult Scoliosis. In *SPINE*, 30(6), 682–688.
<https://doi.org/10.1097/01.brs.0000155425.04536.f7>
- Groszek, M., Babula, G., Nagraba, L., Stolarczyk, A., & Mitek, T. (2011). Risks Connected with a wrong sitting position. *Arthroscopy Joint Surg*, 7(3), 50–61.
- Guermazi, M., Ghroubi, S., Kassis, M., Jaziri, O., Keskes, H., Kessomtini, W., ben Hammouda, I., & Elleuch, M. H. (2006). Validité et reproductibilité du Spinal Mouse® pour l'étude de la mobilité en flexion du rachis lombaire. *Annales de Readaptation et de Medecine Physique*, 49(4), 172–177.
<https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2006.03.001>

- Gugliotti, M. (2018). Contribution of Aberrant Postures to Neck Pain and Headaches in eSport Athletes. *Research & Investigations in Sports Medicine*, 3(1). <https://doi.org/10.31031/rism.2018.03.000554>
- Hamari, J., & Sjöblom, M. (2017). What is eSports and why do people watch it? *Internet Research*, 27(2), 211–232. <https://doi.org/10.1108/IntR-04-2016-0085>
- Jordá, E. (1971). Brevedad de los isquiosurales. *Apunts. Medicina de l'esport*, 8(4), 123–124.
- Kane, D. (2018). Recognizing ESports as a Sport: Exploring the role of servant-leadership in a christian high school football program view project. *The Sport Journal*, 8(2). <https://www.researchgate.net/publication/317929457>
- Kuukkanen, T., & Malkia, E. (2000). Effects of a three-month therapeutic exercise programme on flexibility in subjects with low back pain. *Physiother Res Int*, 5(1), 46–61.
- Lafage, R., Steinberger, J., Pesenti, S., Assi, A., Elysee, J. C., Iyer, S., Lenke, L. G., Schwab, F. J., Kim, H. J., & Lafage, V. (2020). Understanding Thoracic Spine Morphology, Shape, and Proportionality. *Spine*, 45(3), 149–157. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000003227>
- Latorre, P. Á., & Herrador, J. Á. (2003). Valoración de la condición física para la salud. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(2), 33–41.
- Ledin, T., & Ödkvist, L. M. (1991). Visual influence on postural reactions to sudden antero-posterior support surface movements. *Acta Oto-Laryngologica*, 111(3), 813–819. <https://doi.org/10.3109/00016489109138416>
- Lee, D., & Schoenstedt, L. (2011). Comparison of eSports and traditional sports consumption motives. *ICHPER-SD J Res.*, 6(2), 39–44.
- López-Miñarro, P. A., Muyor, J., Belmonte, F., & Alacid, F. (2012). Acute effects of hamstring stretching on sagittal spinal curvatures and pelvic tilt. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 69–78. <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0007-7>
- López-Miñarro, P., Alacid, F., & Muyor, J. (2010). Comparación del morfotipo raquídeo y de la extensibilidad isquiosural entre piraguistas y corredores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 9(36), 379–392.
- Louw, S., Makwela, S., Manas, L., Meyer, L., Terblanche, D., & Brink, Y. (2017). Effectiveness of exercise in office workers with neck pain: A systematic review and meta-analysis. *South African Journal of Physiotherapy*, 73(1), 392. <https://doi.org/10.4102/sajp>
- Lucas, H. de, Armesilla, C., López, M., Herrero de Lucas, A., & Ramón Cajal, P. (2004). Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición corporal. *Biomecánica*, 12(1), 72-77. <https://doi.org/10.5821/sibb.v12i1.1716>

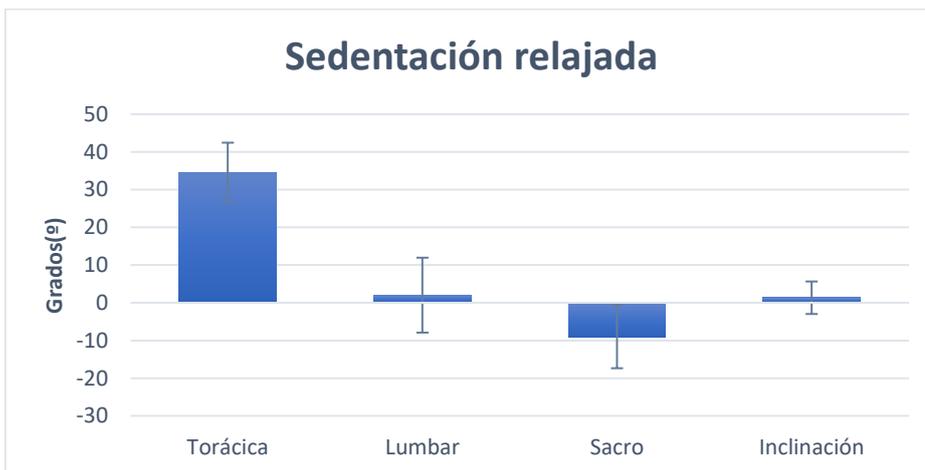
- Macrae, I. F., & Wright, V. (1969). Measurement of back movement. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 28(6), 584–589. <https://doi.org/10.1136/ard.28.6.584>
- Muyor, J. M. (2015). The influence of handlebar-hands position on spinal posture in professional cyclists. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 28(1), 167–172. <https://doi.org/10.3233/BMR-140506>
- Muyor, J. M., Alacid, F., Rodríguez-García, P. L., & López-Miñarro, P. A. (2012). Influence of Hamstring Extensibility on Sagittal Spinal Curvatures and Pelvic Inclination in Athletes. In *Int. J. Morphol.*, 30(1), 176-181.
- Park, D. J., & Park, S. Y. (2019). Long-term effects of diagonal active stretching versus static stretching for cervical neuromuscular dysfunction, disability and pain: An 8 weeks follow-up study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 32(3), 403–410. <https://doi.org/10.3233/BMR-171107>
- Reid, D. A., & McNair, P. J. (2004). Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(11), 1944–1948. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000145462.36207.20>
- Santoja, F., Ferrer, V., & Martínez, I. (1995). Exploración clínica de índice de los isquiosurales cortos. *Ortopedia y Deporte*, 4(2), 81–91.
- Scarabottolo, C. C., Pinto, R. Z., Oliveira, C. B., Zanuto, E. F., Cardoso, J. R., & Christofaro, D. G. D. (2017). Back and neck pain prevalence and their association with physical inactivity domains in adolescents. *European Spine Journal*, 26(9), 2274–2280. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5144-1>
- Szczygieł, E., Zielonka, K., Mętel, S., & Golec, J. (2017). Musculo-skeletal and pulmonary effects of sitting position – A systematic review. In *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24(1), 8–12. <https://doi.org/10.5604/12321966.1227647>
- Vidal, M., Vidal, T., Almela, M., & Vidal, M. (2011). El acortamiento de los isquiosurales. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(2), 44–50.
- Watson, A. (1995). Sports injuries in footballers related to defects of posture and body mechanics. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35(4), 289–294.
- Wirth, B., Potthoff, T., Rosser, S., Humphreys, B. K., & de Bruin, E. D. (2018). Physical risk factors for adolescent neck and mid back pain: A systematic review. In *Chiropractic and Manual Therapies*, 26(1), 52-58. <https://doi.org/10.1186/s12998-018-0206-y>
- Zwibel, H., Difranco-Donoghue, J., Defeo, A., & Yao, S. (2019). An osteopathic physician's approach to the esports athlete. *Journal of the American Osteopathic Association*, 119(11), 756–762. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2019.125>

Anexo

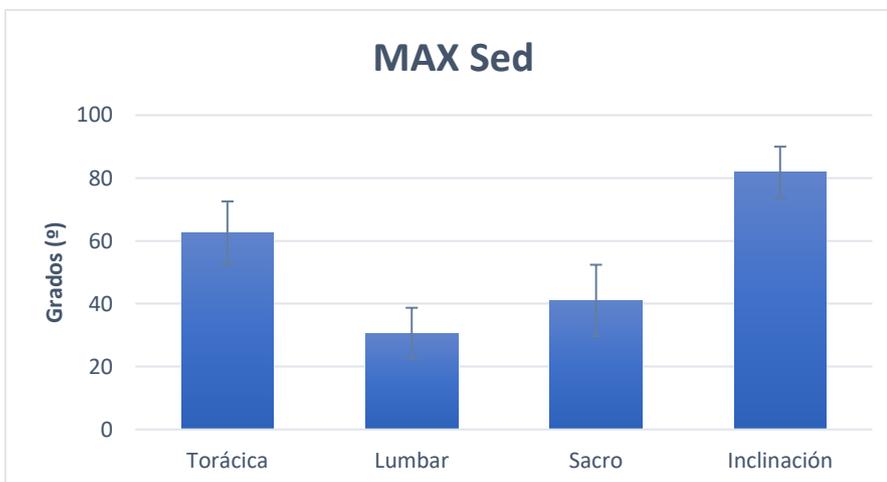
Valores porcentuales en relación a la normalidad de la columna torácica y lumbar en bipedestación



Resultados angulares en sedentación



Resultados angulares del test Macrae & Wright



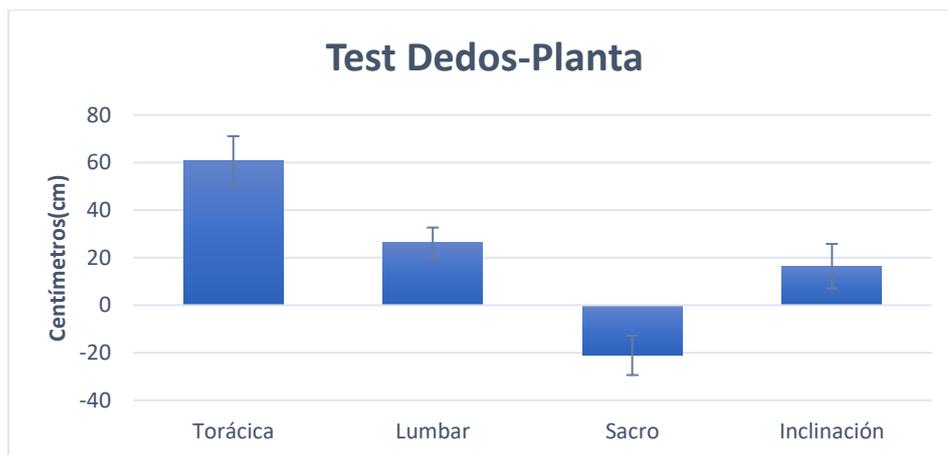
Resultados Test Dedos-Planta y Test Dedos Suelo

Valores de la extensibilidad de la musculatura isquiosural

	Variable	Media (\pmSD)
DDS	Columna torácica	53,88 \pm 7,48
	Columna lumbar	31,96 \pm 7,95
	Sacro	56,03 \pm 12,19
	Inclinación Pélvica	97,72 \pm 9,77
DDP	Columna torácica	60,59 \pm 10,47
	Columna lumbar	23,37 \pm 6,26
	Sacro	-21,07 \pm 8,29
	Inclinación Pélvica	16,44 \pm 9,34

DDS: Test de distancia dedos-suelo; DDP: Test de distancia dedos-planta

Valores medios en el test de de valoración extensibilidad isquiosural Dedos-Planta



Valores medios en el test de de valoración extensibilidad isquiosural Dedos-Suelo

