

Abián, P.; Bravo-Sánchez, A.; Jiménez, F.; Abián-Vicén, J. (2022) Características del Tendón Rotuliano y de Aquiles en Jugadores Senior de Bádmiton. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 22 (87) pp. 437-453
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista87/artcaracteristicas1367.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista87/artcaracteristicas1367.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2022.87.001>

ORIGINAL

CARACTERÍSTICAS DEL TENDÓN ROTULIANO Y DE AQUILES EN JUGADORES SENIOR DE BÁDMINTON

CHARACTERISTICS OF THE PATELLAR AND ACHILLES TENDON IN SENIOR BADMINTON PLAYERS

Abián, P.¹; Bravo-Sánchez, A.²; Jiménez, F.³ y Abián-Vicén, J.³

¹ Profesor, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad Pontificia Comillas (España) pabian@comillas.edu

² Becario FPI, Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla-La Mancha (España) Alfredo_recas@hotmail.com

³ Profesor, Facultad Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla-La Mancha (España) josefernando.jimenez@uclm.es, javier.abian@uclm.es

FINANCIACIÓN: Este estudio ha recibido una ayuda para su desarrollo del programa de ayudas para la investigación en Ciencias del Deporte de la Badminton World Federation (“BWF Research Grants”) en la convocatoria 2018-2019.

Código UNESCO/UNESCO code: 5899 Educación Física y Deportes / Physical Education and Sport.

Clasificación Consejo de Europa/Council of Europe classification: 3. Biomecánica del deporte / Biomechanics of sport. 17. Otras: Análisis estructural y mecánico de los tendons / Others: Structural and mechanical analysis of the tendons)

Recibido 10 de abril de 2020 **Received** April 10, 2020

Aceptado 26 de junio de 2020 **Accepted** June 26, 2020

RESUMEN

Los objetivos del estudio fueron describir las propiedades estructurales y mecánicas de los tendones rotuliano y de Aquiles en jugadores senior (>35 años) de bádmiton y detectar posibles asimetrías entre el lado dominante y no dominante. La muestra estuvo compuesta por 206 jugadores senior de bádmiton (Edad: 52.2±9.6 años) que participaron en el campeonato de Europa Senior en 2018. Se evaluaron las propiedades estructurales (grosor, anchura y área de sección transversal) por medio de un ecógrafo Logiq® S8 y las propiedades mecánicas (elasticidad, tono, rigidez e índice de elastografía) con miotonometría y sonoelastografía de los tendones rotuliano y de Aquiles. Los resultados mostraron que fueron mayores el grosor (5.34±19.90%, p = 0.027) y

la anchura ($1.57\pm 8.52\%$, $p=0.036$) en el tendón de Aquiles no dominante mientras que el tendón rotuliano dominante mostró unos valores mayores para el tono ($2.09\pm 12.96\%$, $p=0.002$) y para la rigidez ($4.41\pm 21.11\%$, $p=0.002$) respecto al no dominante.

PALABRAS CLAVE: Asimetría, estructura del tendón, miotonometría, elastografía, bádminton.

ABSTRACT

The purposes of the study were to describe the structural and mechanical properties of the patellar and Achilles tendons in senior badminton players (>35 years) and to detect possible asymmetries between dominant and non-dominant lower limb. Two hundred and six senior badminton players (52.2 ± 9.6 years old) who participated in the 2018 Senior European Championship volunteered to participate in the study. The structural properties (thickness, width and cross-sectional area) by a Logiq® S8 ultrasound system and the mechanical properties (elasticity, tone, stiffness and elastography index) with myotonometry and sonoelastography of the patellar and Achilles tendons were assessed. Non-dominant Achilles tendon showed greater values for the thickness ($5.34\pm 19.90\%$, $p=0.027$) and width ($1.57\pm 8.52\%$, $p=0.036$) than those of the dominant tendon, while the dominant patellar tendon showed higher values for tone ($2.09\pm 12.96\%$, $p=0.002$) and stiffness ($4.41\pm 21.11\%$, $p=0.002$) compared to the non-dominant one.

KEYWORDS: Asymmetry, tendon structure, Myotonometry, elastography, badminton,

1. INTRODUCCIÓN

El bádminton está considerado como uno de los deportes *indoor* más completos y demandados del mundo, adquiriendo la denominación de deporte espectáculo en varios países orientales (China, Japón, India, Indonesia,...) y en algunos del norte de Europa (Dinamarca, Inglaterra,...), provocando que aproximadamente 200 millones de personas lo practiquen (Chin et al., 1995) y llegando a alcanzar en dichos países grandes niveles de popularidad. A pesar de ser unos de los deportes más practicados, es considerado como un “deporte muy seguro” (Cogan & Brown, 1999) y de bajo riesgo de padecer lesiones en comparación con otros deportes (Jorgensen & Winge, 1987). Sin embargo, los jugadores de bádminton también sufren lesiones debido a la gran cantidad de horas acumuladas en la pista de juego durante los entrenamientos y las competiciones. Jorgensen and Winge (1987) en su estudio con jugadores de bádminton de élite basado en el auto-registro prospectivo de las lesiones mostraron que la media de incidencia global de lesiones en un club recreativo y de élite de bádminton era de 0.85 lesiones por año o de 2.9 lesiones por 1000 horas de práctica. Idrottsskador (1994) en un estudio sobre lesiones en deportistas con licencia entre 1986-1990, publicado por una compañía de seguros de deportes sueca, el bádminton tuvo una frecuencia de lesiones anuales de 2-5 lesiones por 1000

horas de práctica. La incidencia de lesiones anuales fue baja comparado con otros deportes individuales como por ejemplo el squash (4-10 lesiones/1000 horas de práctica) o el esquí alpino (12-29 lesiones/1000 horas de práctica).

El bádminton requiere realizar movimientos dinámicos de la parte inferior del cuerpo y como en el resto de los deportes unilaterales, la carga de los desplazamientos y los golpes recae principalmente sobre la extremidad dominante. Esta característica provoca un mayor esfuerzo excéntrico en el miembro inferior dominante durante las frenadas que se producen al final de cada desplazamiento realizado a la red y a las zonas laterales y también en los saltos (Abian-Vicen et al., 2012). Las demandas físicas del bádminton sugieren que las lesiones son más frecuentes en las extremidades inferiores, ya que representan un 58% del total de las lesiones (Jorgensen & Winge, 1987). Además, la incidencia es más alta en la extremidad inferior dominante debido al dominio unilateral del deporte (Miyake et al., 2016). Las lesiones más graves por sobreuso en el bádminton están relacionadas con los tendones (Fahlstrom et al., 2002; Jorgensen & Winge, 1987).

Las actividades habituales de carga provocan cambios en las propiedades estructurales y mecánicas de los tendones y músculos de los deportistas (Murach et al., 2015; Mosteiro-Muñoz, et al., 2017) y están relacionadas con lesiones por sobreuso (Boesen et al., 2011; Couppe et al., 2008). En relación con las propiedades mecánicas del tendón, la rigidez es una de las más importantes de la unidad músculo-tendón y también de la estructura del tendón libre, sobre todo en deportes donde los movimientos son muy explosivos como es el caso del bádminton (Ramos Álvarez et al., 2016; Valldecabres et al., 2019). En el bádminton los *rallies* duran de media ~10 s en los que el jugador realiza movimientos de alta intensidad y los periodos de descanso ~25 s, haciendo que la densidad de trabajo ronde el 0.4 (Abián-Vicén et al., 2018; Abián et al., 2014). En los movimientos donde existe un ciclo de estiramiento-acortamiento (saltos, langes,...) cobra especial importancia las características elásticas del tendón para optimizar el almacenamiento y la posterior liberación de energía elástica en los movimientos explosivos (Murphy et al., 2003). Por lo tanto, las propiedades elásticas de los tejidos pueden ser útiles para hacer un modelo descriptivo de las propiedades mecánicas de los tendones en los jugadores de bádminton.

La mayoría de las investigaciones estudian la incidencia de las lesiones en el bádminton (Couppe et al., 2008; Jorgensen & Winge, 1987; Miyake et al., 2016) pero solo hemos encontrado una investigación que haya analizado las adaptaciones crónicas de las estructuras miotendinosas a la práctica continua del bádminton, realizada con una muestra reducida (Bravo-Sánchez et al., 2019). Es necesario conocer los efectos de la práctica prolongada del bádminton sobre la estructura muscular y tendinosa de las extremidades inferiores para analizar posibles asimetrías y posteriormente poder trabajar sobre la prevención de las lesiones miotendinosas. El conocimiento de las principales lesiones deportivas es muy importante en los jugadores de bádminton y la prevención de las lesiones es uno de los temas que más tienen en cuenta los entrenadores y los preparadores físicos, especialmente aquellos que entrenan con los mejores jugadores de bádminton. Hay que tener en cuenta que el promedio de

recuperación de las lesiones en el bádminton es relativamente largo (~48 días) (Jorgensen & Winge, 1987).

A pesar de la importancia de las lesiones por sobreuso en el bádminton, no hemos encontrado muchos estudios que expliquen las diferencias mecánicas y estructurales entre las extremidades dominantes y no dominantes en los jugadores de bádminton. Por lo tanto, los objetivos del estudio fueron describir las propiedades estructurales y mecánicas de los tendones en las extremidades inferiores en jugadores senior (> 35 años) de bádminton y detectar posibles asimetrías en los tendones rotulianos y de Aquiles entre las extremidades inferiores, dominante y no dominante, provocadas por la práctica continuada del bádminton.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Participantes y procedimiento general.

Doscientos seis jugadores senior (> 35 años) de bádminton (110 hombres y 96 mujeres), que participaron en el Campeonato de Europa Senior de Bádminton en 2018, se ofrecieron como voluntarios para participar en esta investigación. Los participantes tenían una media de edad de 52.2 ± 9.6 años, estatura de 173.0 ± 10.1 cm, masa corporal de 74.7 ± 13.3 kg, porcentaje de grasa de 15.3 ± 7.6 %, años de práctica de bádminton de 33.7 ± 12.7 años y horas de entrenamiento pico de 9.8 ± 5.7 horas·semana⁻¹. Se registró la lateralidad de los jugadores para diferenciar entre extremidad dominante y extremidad no dominante. La extremidad superior dominante era el lado que corresponde con la mano preferida para jugar al bádminton. La extremidad inferior dominante era el lado que se correspondía con la mano preferida para jugar al bádminton.

Todos los participantes fueron informados por escrito y verbalmente sobre el propósito y los procedimientos de la investigación y firmaron un consentimiento informado antes del inicio del estudio. Los participantes eran libres de abandonar la actividad sin la necesidad de dar ningún tipo de explicación y sin el hecho de que su abandono implicase alguna sanción. Se excluyeron de la muestra aquellos jugadores con una lesión o con cualquier dolor que les impidiera hacer su práctica deportiva habitual y también aquellos jugadores que sufrieron una lesión en los últimos dos años o una intervención quirúrgica como una cirugía del tendón de Aquiles en cualquier momento. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación Clínica en el Complejo Hospitalario de Toledo (España) (número 72, a fecha 11/05/2017) de acuerdo con los principios de la última versión de la Declaración de Helsinki.

La medición del porcentaje de grasa se realizó a través de impedancia bioeléctrica con una Tanita TBF 300 (Tanita Corp., Tokio, Japón). Los exámenes estructurales de los tendones rotuliano y de Aquiles se realizaron con el ecógrafo Logiq® S8 (GE Healthcare, Milwaukee, WI) con una sonda lineal multifrecuencia de 8-12 MHz (ML6-15-D; General Electric Healthcare system), en modo 2D y una profundidad de imagen de 4 cm. El software utilizado para el análisis de las imágenes fue el ImageJ versión 1.43. Además, las propiedades mecánicas de

ambos tendones se registraron con un miotonómetro de mano Myoton® Pro (Myoton AS, Tallinn, Estonia) y con la misma sonda para tomar datos de sonoelastografía (SE) conectada al mismo ecógrafo con el que se realizaron las mediciones de las características estructurales (Logiq® S8). Las imágenes de la ecografía se realizaron en ambos miembros inferiores sobre unos puntos anatómicos marcados con anterioridad y siguiendo los criterios que utilizaron Boesen et al. (2011). Los puntos de referencia para realizar las mediciones fueron: 1 cm caudal con respecto al borde inferior de la rótula para el tendón rotuliano y a 3 cm craneal con respecto a la inserción en el calcáneo para el tendón de Aquiles.

Las variables estructurales del tendón analizadas fueron:

- Grosor: distancia existente entre la zona superficial y profunda del epitenón medido en cm.
- Anchura: distancia entre los puntos laterales del epitenón medida en el corte transversal en cm.
- Área de sección transversal (CSA): Superficie del tendón medida en el corte transversal en cm².

Las variables mecánicas registradas en los tendones mediante miotonometría fueron las siguientes (Gavronski et al., 2007):

- Elasticidad (D): definida como la capacidad que tiene un tejido de recuperar su forma original cuando se le aplica una fuerza interna o externa medida en Unidades Arbitrarias (A.U.). Se caracteriza por la capacidad que tiene el tejido de disipar la energía mecánica durante cada periodo de oscilación. Cuanto mayor es el valor mayor elasticidad tendrá el tejido (Gavronski et al., 2007).
- Tono o Frecuencia de Oscilación (FR): caracteriza el estado del tejido debajo del impulso mecánico y se mide en Hz. Cuanto mayor es el valor más tenso se encuentra el tejido o mayor tono presenta (Gavronski et al., 2007).
- Rigidez: representa la resistencia de un tejido a la fuerza que provoca un cambio en su forma registrado en N·m⁻¹. Cuanto mayor es el valor, mayor es la energía necesaria para modificar la forma del tejido. La podemos definir como la propiedad biomecánica del musculo o tendón que explica la resistencia a la deformación ocasionada por una fuerza externa que produce una deformación inicial en su forma. Cuanto mayor sea el valor, mayor rigidez presentará el tejido.

2.2.- Medición de las propiedades estructurales mediante ecografía

Se realizó el examen de ecografía en escala de grises de alta resolución y en modo B en el tendón rotuliano y tendón de Aquiles, tanto en el lado dominante

como en el lado no dominante. Durante las mediciones del tendón rotuliano, los jugadores fueron examinados en posición decúbito supino con las rodillas flexionadas a 20° y los músculos relajados (Rasmussen, 2000). Para las mediciones del tendón de Aquiles, los jugadores fueron examinados en una posición de decúbito prono con el pie colgando sobre el borde de la camilla y en posición neutra (Klauser et al., 2013). Las marcas previas a la medición fueron realizadas también en esta posición para no influir en los resultados. Estas mediciones han sido utilizadas previamente en diversas investigaciones y han mostrado una fiabilidad aceptable (Rasmussen, 2000). Se tomaron mediciones del grosor de los tendones rotuliano y de Aquiles (Figura 1) y del grosor de la grasa subcutánea con la sonda del ecógrafo colocada en el plano sagital y perpendicular a la piel. El CSA y el ancho de los tendones rotuliano y de Aquiles se midieron en los mismos puntos en el plano axial (Figura 2).

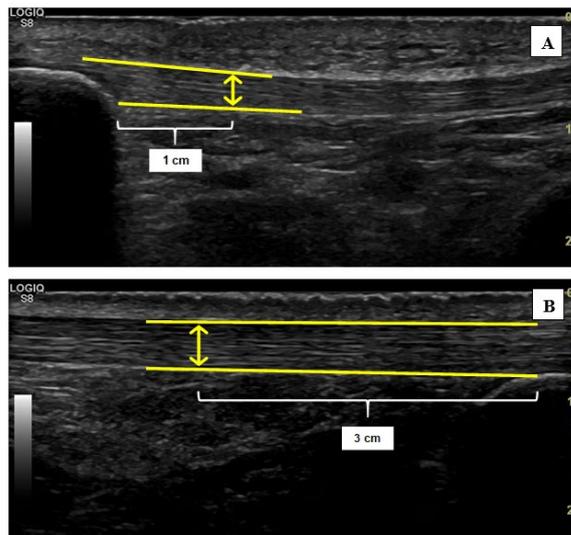


Figura 1: Mediciones del grosor del tendón rotuliano (A) y del tendón de Aquiles (B).

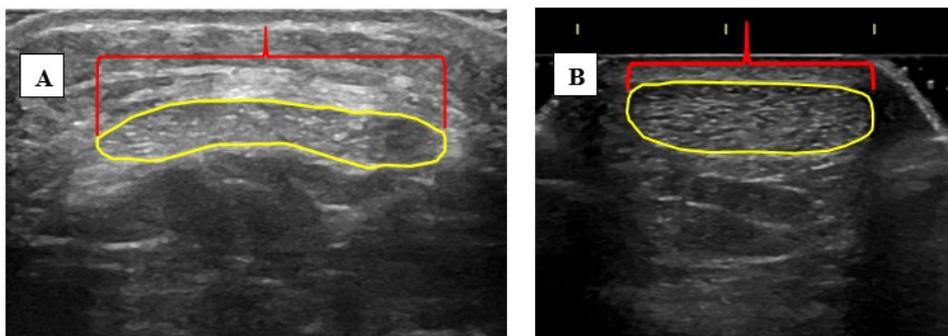


Figura 2: Mediciones del CSA y la anchura del tendón rotuliano (A) y del tendón de Aquiles (B).

2.3. Medición de las propiedades mecánicas mediante sonoelastografía

La sonoelastografía permite calcular la rigidez de un tejido aplicando una presión conocida y evaluando la adaptación de dicho tejido a la presión ejercida (Park & Kwon, 2011). Se realiza aplicando una compresión ligera y repetitiva con una sonda manual. El elastograma aparece dentro de una región rectangular de interés con un código de color en tiempo real superpuesto a la imagen en el modo-B (Klauser et al., 2013). La tensión del tejido o índice de elastografía (EI) se midió usando una región de interés (ROI) circular de 4-5 mm de diámetro

(Drakonaki et al., 2009) y dentro del cuadro rectangular de interés. El modo B de ecografía es utilizado para localizar la zona de medición. Una vez localizado el tendón, un mapa de color se superpone sobre la escala de grises indicando la respuesta de los tejidos subyacentes a las presiones rítmicas que ejerce el examinador. La gama de colores varía de azul (tejido muy rígido, como el hueso) al rojo (tejidos elásticos) y se traduce en una puntuación numérica del 1 al 5 (1 indica tejidos muy rígidos o ausencia de elasticidad y 5 tejidos elásticos) que genera un índice de elastografía. La calidad de las compresiones se comprueba a través de la gráfica de color verde situada a la izquierda de la pantalla. La mejor imagen derivada de al menos tres ciclos de compresión-relajación fue usada para la evaluación del ratio de tensión (Klauser et al., 2013). El ratio de tensión del tendón fue calculado de forma automática por el software de sonoelastografía comparando el ROI con los tejidos adyacentes (Turan et al., 2013). La medición de sonoelastografía se realizó en el eje longitudinal en los mismos puntos descritos anteriormente en cada uno de los tendones (rotuliano y de Aquiles) analizados. Seleccionamos para el análisis las imágenes que incluían un grosor completo de las estructuras con la capa subcutánea y la superficie ósea (figura 3) y un rango de calidad de presión de 5-7 sobre 7.

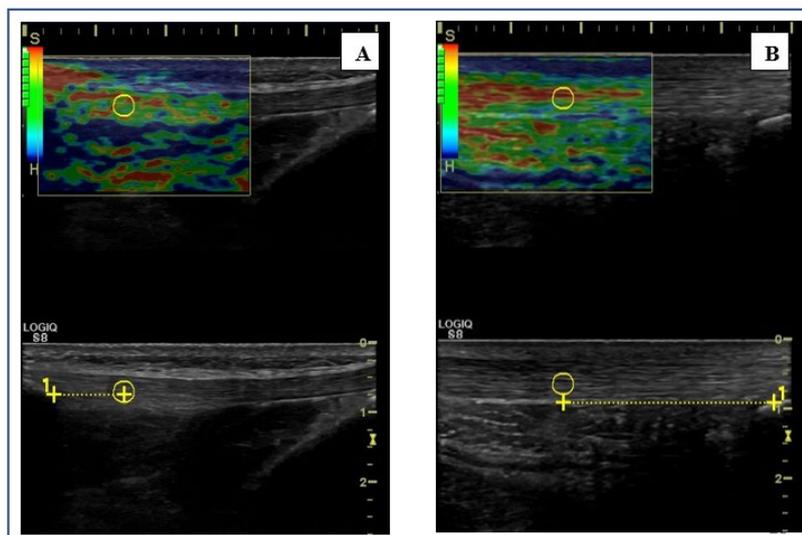


Figura 3: Mediciones de la relación de deformación del tendón rotuliano (A) y del tendón de Aquiles (B).

2.4. Medición de las propiedades mecánicas utilizando el Myoton PRO

Las propiedades mecánicas de los tendones de las extremidades inferiores se recogieron con un equipo Myoton® Pro (Myoton AS, Tallinn, Estonia). Las mediciones con el Myoton® Pro se realizaron en las estructuras de las extremidades inferiores dominantes y no dominantes (tendones rotulianos y de Aquiles) colocando la sonda del dispositivo (3 mm de diámetro) perpendicular en la piel sobre el tendón en cuestión en los puntos descritos anteriormente. El dispositivo produce un impulso mecánico de 0.18 N y 15 ms en la superficie de la piel que induce oscilaciones naturales amortiguadas por los tejidos subyacentes (Aird et al., 2012). Estas oscilaciones fueron registradas por un acelerómetro conectado al mecanismo de medición que no tiene fricción dentro del dispositivo. Se realizaron dos series de mediciones predefinidas de 10 impulsos mecánicos con un segundo de diferencia y con un descanso de un

minuto entre series, el propio instrumento aporta el promedio de estas mediciones. El uso del Myoton[®] Pro ha mostrado altos niveles de reproducibilidad y validez para evaluar las propiedades mecánicas miotendinosas (Pruyn et al., 2016).

2.5.- Análisis estadístico

Se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel (Microsoft, España) para almacenar los resultados. El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico SPSS v. 22.0 (SPSS Inc., EEUU). Todos los datos se han presentado como medias \pm desviación estándar. Los datos fueron probados para ver la normalidad de todas las variables con la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Todas las variables analizadas mostraron una distribución normal. Las propiedades estructurales y mecánicas se compararon entre los miembros dominantes y no dominantes utilizando la prueba de T-Student para muestras relacionadas. Para el análisis de las asimetrías se utilizó el porcentaje de diferencia entre ambos miembros inferiores calculado a partir la fórmula: $[100\% - (\text{no dominante} / \text{dominante} \cdot 100\%)]$ (Aird et al., 2012; Niemelainen et al., 2011). Para las variables de miotonometría, una diferencia de hasta un 5% en la misma estructura entre los dos lados, todavía fue considerada simétrica (Aird et al., 2012). Se utilizó el criterio de significación de $p < 0.05$ en todas las pruebas realizadas.

3. RESULTADOS

3.1 Propiedades estructurales del tendón

Los jugadores senior de bádminton no mostraron diferencias entre el lado dominante y no dominante en la estructura del tendón rotuliano, sin embargo, sí se observaron asimetrías en la estructura del tendón de Aquiles. El grosor en el tendón de Aquiles no dominante fue un 5.34 ± 19.90 % mayor que el tendón dominante ($p = 0.027$). Además, los valores de la anchura del tendón de Aquiles no dominante fueron un 1.57 ± 8.52 % mayores que los del tendón dominante. No se encontraron diferencias en el CSA ni en la grasa subcutánea entre los tendones de Aquiles dominantes y no dominantes. Los valores de las propiedades estructurales de ambos tendones se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de las características estructurales medidas en jugadores senior de bádminton (media \pm desviación estándar).

	Dominante	No dominante	Δ (IC 95%)	p value
Tendón Rotuliano				
Grosor (cm)	0.36 \pm 0.10	0.36 \pm 0.11	0.00 \pm 0.11 (-0.02 to 0.01)	0.413
Anchura (cm)	3.17 \pm 0.37	3.20 \pm 0.37	-0.03 \pm 0.36 (-0.07 to 0.02)	0.151
CSA (cm ²)	0.96 \pm 0.22	0.97 \pm 0.23	-0.01 \pm 0.17 (-0.03 to 0.02)	0.325
Grasa subcutánea (cm)	0.49 \pm 0.12	0.49 \pm 0.13	-0.00 \pm 0.09 (-0.01 to 0.01)	0.473
Tendón de Aquiles				
Grosor (cm)	0.56 \pm 0.13	0.58 \pm 0.11	-0.02 \pm 0.11 (-0.03 to -0.01)	0.027*
Anchura (cm)	1.66 \pm 0.19	1.67 \pm 0.18	-0.02 \pm 0.14 (-0.04 to -0.01)	0.036*
CSA (cm ²)	0.80 \pm 0.25	0.80 \pm 0.21	0.00 \pm 0.19 (-0.03 to 0.03)	0.472
Grasa subcutánea (cm)	0.16 \pm 0.05	0.16 \pm 0.05	0.00 \pm 0.04 (-0.01 to 0.01)	0.453

CSA: área de sección transversal; *criterio de significación $p < 0.05$.

3.2 Propiedades mecánicas del tendón

En los exámenes de SE no se encontraron diferencias en el EI ni en el tendón rotuliano ni en el tendón de Aquiles. Los valores de la SE para ambos tendones se muestran en la Tabla 2.

En las variables miotonométricas, el tendón rotuliano dominante mostró unos valores para el tono un 2.09 ± 12.96 % mayores que el tendón no dominante ($p = 0.002$), registrando un 39.1% de los jugadores diferencias superiores al 5 %. La rigidez en el tendón rotuliano dominante fue un 4.41 ± 21.11 % más alta que en el tendón rotuliano no dominante ($p = 0.002$), registrando un 48.8 % de los jugadores diferencias superiores al 5 %. No se encontraron diferencias en la elasticidad entre el tendón rotuliano dominante y el no dominante. Los valores de las propiedades mecánicas del tendón rotuliano se muestran en la Tabla 2.

La elasticidad en el tendón de Aquiles dominante fue 1.25 ± 32.41 % mayor que en el tendón de Aquiles no dominante ($p = 0.009$), registrando un 47.1% de los jugadores diferencias superiores al 5%. No se encontraron diferencias en el tono ni en la rigidez entre el lado dominante y no dominante en el tendón de Aquiles. Los valores de las propiedades mecánicas del tendón de Aquiles se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las propiedades mecánicas medidas en jugadores senior de bádminton (media \pm desviación estándar)

	Dominante	No dominante	Δ (IC 95%)	p value
Tendón Rotuliano				
FR (Hz)	22.63 \pm 3.14	21.92 \pm 2.89	0.71 \pm 3.20 (0.26 to 1.15)	0.002*
D (A.U.)	1.02 \pm 0.16	1.01 \pm 0.17	0.01 \pm 0.16 (-0.01 to 0.03)	0.158
Rigidez (N·m ⁻¹)	479.13 \pm 117.41	452.12 \pm 95.85	27.01 \pm 122.65 (10.11 to 43.90)	0.002*
EI (A.U.)	1.61 \pm 0.97	1.49 \pm 0.87	0.13 \pm 1.22 (-0.04 to 0.29)	0.071
Tendón de Aquiles				
FR (Hz)	35.93 \pm 5.42	35.22 \pm 5.34	0.71 \pm 5.49 (-0.0 to 0.00)	0.098
D (A.U.)	0.64 \pm 0.22	0.59 \pm 0.17	0.04 \pm 0.21 (0.01 to 0.04)	0.009*
Rigidez (N·m ⁻¹)	960.36 \pm 154.71	955.61 \pm 162.29	4.74 \pm 149.97 (-0.02 to 0.02)	0.341
EI (A.U.)	1.66 \pm 0.97	1.68 \pm 0.99	-0.02 \pm 1.07 (-0.01 to 0.00)	0.416

FR: frecuencia de oscilación (Tono), D: disminución logarítmica (Elasticidad), EI: índice de elastografía; *criterio de significación $p < 0.05$.

4. DISCUSIÓN

Los principales objetivos de este estudio fueron describir las propiedades estructurales y mecánicas de los tendones en las extremidades inferiores en jugadores senior (> 35 años) de bádminton y detectar posibles asimetrías en los tendones rotulianos y de Aquiles entre las extremidades inferiores, dominante y no dominante, provocadas por la práctica continuada del bádminton. En este sentido, se han aportado valores de referencia representativos de jugadores senior de bádminton y se ha encontrado que el grosor y la anchura en el tendón de Aquiles eran mayores en el lado no dominante, posiblemente por el esfuerzo concéntrico y repetido durante la última parte de los desplazamientos que tiene que realizar la pierna no dominante para impulsar al jugador hacia la zona final de golpeo, añadiendo el esfuerzo excéntrico de la misma región durante el aterrizaje de los saltos (Fu et al., 2017), mientras que el tono y la rigidez fueron mayores en el tendón rotuliano dominante, ya que la mayoría de las frenadas se realizan con la pierna dominante, causando una mayor fuerza excéntrica en la extremidad inferior dominante, sobre todo en la zona del cuádriceps y de los isquiotibiales, en comparación con la extremidad inferior no dominante. Estos resultados sugieren que la práctica prolongada de bádminton podría afectar a la estructura del tendón de Aquiles y también a las propiedades mecánicas de los tendones rotuliano y de Aquiles, lo que podría ayudar a los entrenadores y preparadores físicos a adaptar las sesiones de entrenamiento con el objetivo de reducir desequilibrios entre la extremidad inferior dominante y no dominante y la incidencia de lesiones en jugadores senior de bádminton.

Las características del bádminton que implican un trabajo físico intermitente y altas demandas de velocidad, coordinación, cambios de dirección, saltos y unilateralidad podrían ser razones para explicar las diferencias en las adaptaciones miotendinosas estructurales que se producen con la práctica deportiva (Coupe et al., 2008). Los jugadores senior de bádminton de nuestra investigación mostraron diferencias bilaterales en las características estructurales del tendón de Aquiles, siendo mayores los valores para el grosor

(5.34 ± 19.90 %, $p = 0.027$) y para la anchura (1.57 ± 8.52 %, $p = 0.036$) del tendón de Aquiles no dominante respecto del tendón de Aquiles dominante. Estas diferencias podrían ser causadas por el esfuerzo concéntrico y repetido durante la última parte de los desplazamientos que tiene que realizar la pierna no dominante por medio principalmente de los gastrocnemios y del sóleo para impulsar al jugador hacía la zona final de golpeo, añadiendo el esfuerzo excéntrico de la misma región durante el aterrizaje de los saltos (Fu et al., 2017). El inicio de prácticamente todos los desplazamientos se da con una intervención principalmente del miembro inferior no dominante, concentrándose la intensidad del movimiento en el tríceps sural. Además, la postura que se da en la pista sobre la zona del rectificado, sobre todo en los aterrizajes con una sola pierna (pierna no dominante) puede generar que el tendón de Aquiles de esa extremidad sufra una mayor tensión al amortiguar el movimiento y en la posterior salida hacia el centro de la pista. En la situación descrita anteriormente el miembro inferior no dominante está en completa extensión lo que hace que prácticamente toda la carga durante la frenada del movimiento y posterior impulso para recuperar el centro de la pista recaiga sobre el tríceps sural y particularmente sobre el tendón de Aquiles. La adaptación del tendón de Aquiles al deporte ya ha sido estudiada en otros deportes como en el atletismo, encontrándose mayores valores para el grosor, la anchura o el CSA en comparación con grupos que no practicaban deporte o con deportes sin impacto como el waterpolo (Magnusson & Kjaer, 2003; Wiesinger et al., 2016).

Los datos de nuestro estudio no muestran diferencias en las características estructurales del tendón rotuliano en los jugadores senior de bádminton, lo que hace que estos datos estén contrapuestos con los descritos por otros autores (Bravo-Sánchez et al., 2019; Couppe et al., 2008; Couppe et al., 2013) que analizaban a atletas que mostraban una diferencia de fuerza de un lado a otro superior al 15 %, debido a la carga inducida por el deporte durante varios años. Couppe et al. (2008) en su estudio con jugadores de bádminton y de esgrima encontró valores mayores en el CSA en el tendón rotuliano dominante tanto en la sección distal (tibia) como en la proximal (rótula) (dominante: 1.39 ± 0.11 cm² y 1.06 ± 0.07 cm² vs. no dominante: 1.16 ± 0.07 cm² y 0.83 ± 0.04 cm²) pero no encontró diferencias en el CSA entre el tendón rotuliano dominante y el no dominante en la sección media (el punto medio entre la rótula y la tibia) (dominante: 0.85 ± 0.05 cm² vs. no dominante: 0.77 ± 0.03 cm², $p = 0.218$), este es el punto que más se aproxima al lugar de medición de nuestro estudio (1 cm del borde inferior de la rótula). Bravo-Sánchez et al. (2019) encontró unos valores de 0.52 ± 0.60 cm² mayores en el CSA del tendón rotuliano dominante en jugadores de bádminton de élite (2.02 ± 0.64 cm² vs. 1.51 ± 0.42 cm²; $p = 0.004$). A pesar de que otros autores han encontrado diferencias en el CSA del tendón rotuliano dominante en comparación con el no dominante (Couppe et al., 2008) causado por los desequilibrios que se producen durante el juego, donde la mayoría de las frenadas hacia la red se realizan con la pierna dominante que provoca una mayor fuerza excéntrica en dicha extremidad, en nuestro estudio no hemos encontrado esta diferencia. Se debe tener en cuenta que los estudios mencionados han analizado a muestras con un número de participantes muy limitado y muy homogéneas, todos ellos han analizado a jugadores profesionales de bádminton con una carga de entrenamiento y competición muy elevada, que se encontraban en el momento pico de su carrera deportiva y con una edad

media muy inferior a la de nuestro estudio (Bravo-Sánchez et al., 2019; Coupepe et al., 2008; Coupepe et al., 2013). En cualquier caso son necesarios nuevos estudios que nos ayuden a justificar estas discrepancias.

La adaptación crónica al ejercicio de las propiedades mecánicas de diferentes tejidos como la rigidez, medida con Myoton o con sonoelastografía, ha sido estudiada y utilizada para describir las características de los tendones y de los músculos (Finnamore et al., 2019; Gavronski et al., 2007; Pozarowszczyk et al., 2017). Nuestros datos en la rigidez del tendón de Aquiles (dominante: $960.36 \pm 154.71 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $955.61 \pm 162.29 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$) son similares a los aportados por otros autores respecto a jugadores de élite de fútbol (dominante: $1075.0 \pm 100.8 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $1031.0 \pm 115.9 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$) y mayores que los descritos en karatecas (dominante: $751.6 \pm 123.5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $813.8 \pm 134.6 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$) (Pozarowszczyk et al., 2017) o en personas activas que presentan valores de $873 \pm 72 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (Finnamore et al., 2019), $776.11 \pm 71.70 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (Liu et al., 2018) y $771.0 \pm 105.3 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (Schneebeli et al., 2020).

En nuestro estudio la rigidez en el tendón rotuliano dominante fue un 4.41 ± 21.11 % más alta que en el tendón rotuliano no dominante ($p = 0.002$). Este estudio es uno de los primeros que muestra una diferencia bilateral en la rigidez del tendón rotuliano en deportistas, contrario a otras investigaciones realizadas con jugadores de élite de bádminton (dominante: $515.13 \pm 180.50 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $518.63 \pm 168.63 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$), con jugadores de élite de fútbol (dominante: $1138.0 \pm 215.5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $1118.0 \pm 199.1 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$), con breakdancers (dominante: $1045 \pm 202 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $1084 \pm 193 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$) o con personas físicamente activas (dominante: $902 \pm 166 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ vs. No dominante: $862 \pm 159 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$) que no encontraron diferencias bilaterales (Bravo-Sánchez et al., 2019; Cristi-Sanchez et al., 2019; Young et al., 2018). Los valores más altos encontrados en el tendón rotuliano en los estudios anteriores se pueden deber a que los sujetos eran deportistas de élite y en nuestro estudio eran jugadores senior (> 35 años) y tanto las horas como las cargas de entrenamiento son menores que en el deporte de élite absoluto. Además una mayor rigidez de los tendones está relacionada con un mejor rendimiento en las pruebas de agilidad, cambios de ritmo, deportes con ciclos de estiramiento-acortamiento continuos (que incluyen velocidad, aceleración, economía de carrera, rendimiento de salto vertical y fuerza) y pruebas de velocidad/sprint (Pruyn et al., 2016) pero al mismo tiempo el riesgo de lesión muscular en los tendones con estas características es mayor debido a que la rigidez del tendón hace que el tendón absorba menos energía e incrementa las fuerzas que son generadas en el músculo (McHugh et al., 1999). En nuestro estudio los jugadores de bádminton pese a tener una edad media muy por encima de los deportistas y de los sujetos físicamente activos (27.3 ± 2.9 años) a los que hemos hecho referencia en los estudios anteriores (Young et al., 2018) tenían una menor rigidez en el tendón rotuliano lo que les estaría situando con un menor riesgo de lesión en esa estructura (McHugh et al., 1999; Witvrouw et al., 2004).

Además de la diferencia bilateral en la rigidez del tendón rotuliano, también se encontraron diferencias en el tono del tendón rotuliano y en la elasticidad del tendón de Aquiles, siendo mayores los valores de la extremidad dominante respecto de la no dominante. De esta forma la mayor rigidez en el tendón

rotuliano dominante, representada con mayores valores en las variables de rigidez y de tono, estaría provocada principalmente por las frenadas que se producen durante los partidos en las llegadas hacia la red mediante la flexión de rodilla (acción de cuádriceps e isquiotibiales) primero de forma excéntrica para frenar el movimiento y después concéntrica para recuperar la posición hacia el centro de la pista. Estos movimientos siempre se realizan con la pierna dominante y sitúan al tendón rotuliano de esta extremidad con un mayor riesgo de lesión respecto al no dominante. En contraposición el tendón de Aquiles de la pierna dominante mostró mayores valores de elasticidad, esto puede ser debido a que en este movimiento hacia la red que hemos descrito anteriormente el tobillo se encontraría en extensión con el tríceps sural acortado actuando de forma secundaria. De tal forma que en el caso del bádminton es el tendón de Aquiles de la pierna no dominante el que tiene que soportar una mayor carga durante el partido, por ser más importante en el impulso en la salida de cada desplazamiento y durante la impulsión antes del último paso en los desplazamientos hacia la red, así como en las amortiguaciones de los saltos. Cabe destacar que estas diferencias en las propiedades mecánicas de los tendones entre ambas extremidades no fueron respaldadas por el EI medido con el ecógrafo por medio de la sonoelastografía. Los resultados difieren de otras investigaciones que describen una correlación entre ambos sistemas de medición, sonoelastografía medida con el ecógrafo y miotonómetro (Feng et al., 2018). La mayor parte de las investigaciones realizadas con ambos métodos se centraron en personas sedentarias (Drakonaki et al., 2009; Feng et al., 2018) por lo que las características especiales de los jugadores senior de bádminton y sus efectos sobre las propiedades de los tendones podrían afectar la correlación de ambos equipos. La fiabilidad del Myoton Pro y su menor dependencia del examinador que las técnicas con sonoelastografía strain o de compresión manual (Feng et al., 2018) provoca que sugiramos el uso del Myoton Pro por parte de los entrenadores y del resto del staff del jugador cuando no sean expertos en técnicas de imagen. Esta investigación es uno de los primeros estudios con jugadores senior de bádminton, por lo tanto, se necesitarán más estudios para comprender mejor el efecto de la práctica prolongada del bádminton sobre las propiedades estructurales y mecánicas de los tendones rotuliano y de Aquiles en jugadores senior (> 35 años) de bádminton y de otros deportes.

5. CONCLUSIONES

Se han descrito las propiedades estructurales y mecánicas de los tendones de las extremidades inferiores en una muestra representativa de jugadores senior (> 35 años) de bádminton. Los resultados de este estudio mostraron que los tendones de los jugadores senior de bádminton son diferentes entre las extremidades inferiores dominantes y no dominantes en cuanto a las propiedades estructurales y mecánicas. El grosor y la anchura del tendón de Aquiles fueron mayores en el lado no dominante mientras que la elasticidad en el tendón de Aquiles y el tono y la rigidez en el tendón rotuliano fueron mayores en el lado dominante. Por otro lado, no se encontraron diferencias en la estructura del tendón rotuliano, ni en las variables de sonoelastografía de los tendones analizados. Por lo tanto, estos resultados sugieren que la práctica prolongada del bádminton podría indicar que los jugadores senior de bádminton

tienen más riesgo de lesión en el tendón rotuliano del miembro inferior dominante y en el tendón de Aquiles del no dominante. Todos estos datos pueden ayudar a los entrenadores y preparadores físicos a adaptar las sesiones de entrenamiento con el objetivo de reducir la incidencia de lesiones en jugadores senior de bádminton.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abian-Vicen, J., Del Coso, J., Gonzalez-Millan, C., Salinero, J. J., & Abian, P. (2012). Analysis of dehydration and strength in elite badminton players. *Plos One*, 7(5), e37821. doi:10.1371/journal.pone.0037821
- Abián-Vicén, J., Sánchez, L., & Abián, P. (2018). Performance structure analysis of the men's and women's badminton doubles matches in the Olympic Games from 2008 to 2016 during playoffs stage. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18(4), 633-644. doi:10.1080/24748668.2018.1502975
- Abián, P., Castanedo, A., Feng, X. Q., Sampedro, J., & Abian-Vicen, J. (2014). Notational comparison of men's singles badminton matches between Olympic Games in Beijing and London. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 42-53.
- Aird, L., Samuel, D., & Stokes, M. (2012). Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the MyotonPRO. *Arch Gerontol Geriatr*, 55(2), e31-39. doi:10.1016/j.archger.2012.03.005
- Boesen, A. P., Boesen, M. I., Koenig, M. J., Bliddal, H., Torp-Pedersen, S., & Langberg, H. (2011). Evidence of accumulated stress in Achilles and anterior knee tendons in elite badminton players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 19(1), 30-37. doi:10.1007/s00167-010-1208-z
- Bravo-Sánchez, A., Abián, P., Jiménez, F., & Abián-Vicén, J. (2019). Myotendinous asymmetries derived from the prolonged practice of badminton in professional players. *Plos One*, 14(9), 1-13. doi:10.1371/journal.pone.0222190
- Chin, M. K., Wong, A. S., So, R. C., Siu, O. T., Steininger, K., & Lo, D. T. (1995). Sport specific fitness testing of elite badminton players. *British Journal of Sports Medicine*, 29(3), 153-157.
- Cogan, N., & Brown, R. I. F. (1999). Metamotivational dominance, states and injuries in risk and safe sports. *Personality and Individual Differences*, 27(3), 503-518.
- Coupe, C., Kongsgaard, M., Aagaard, P., Hansen, P., Bojsen-Moller, J., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2008). Habitual loading results in tendon hypertrophy and increased stiffness of the human patellar tendon. *J Appl Physiol (1985)*, 105(3), 805-810. doi:10.1152/jappphysiol.90361.2008
- Coupe, C., Kongsgaard, M., Aagaard, P., Vinther, A., Boesen, M., Kjaer, M., & Magnusson, S. P. (2013). Differences in tendon properties in elite badminton players with or without patellar tendinopathy. *Scand J Med Sci Sports*, 23(2), e89-95. doi:10.1111/sms.12023
- Cristi-Sanchez, I., Danes-Daetz, C., Neira, A., Ferrada, W., Yanez Diaz, R., & Silvestre Aguirre, R. (2019). Patellar and Achilles Tendon Stiffness in Elite Soccer Players Assessed Using Myotonometric Measurements. *Sports Health*, 1941738118820517. doi:10.1177/1941738118820517

- Drakonaki, E. E., Allen, G. M., & Wilson, D. J. (2009). Real-time ultrasound elastography of the normal Achilles tendon: reproducibility and pattern description. *Clin Radiol*, 64(12), 1196-1202. doi:10.1016/j.crad.2009.08.006
- Fahlstrom, M., Lorentzon, R., & Alfredson, H. (2002). Painful conditions in the Achilles tendon region in elite badminton players. *The American Journal of Sports Medicine*, 30(1), 51-54.
- Feng, Y. N., Li, Y. P., Liu, C. L., & Zhang, Z. J. (2018). Assessing the elastic properties of skeletal muscle and tendon using shearwave ultrasound elastography and MyotonPRO. *Sci Rep*, 8(1), 17064. doi:10.1038/s41598-018-34719-7
- Finnamore, E., Waugh, C., Solomons, L., Ryan, M., West, C., & Scott, A. (2019). Transverse tendon stiffness is reduced in people with Achilles tendinopathy: A cross-sectional study. *PLoS One*, 14(2), e0211863. doi:10.1371/journal.pone.0211863
- Fu, L., Ren, F., & Baker, J. S. (2017). Comparison of Joint Loading in Badminton Lunging between Professional and Amateur Badminton Players. *Appl Bionics Biomech*, 2017, 5397656. doi:10.1155/2017/5397656
- Gavronski, G., Veraksits, A., Vasar, E., & Maarros, J. (2007). Evaluation of viscoelastic parameters of the skeletal muscles in junior triathletes. *Physiol Meas*, 28(6), 625-637. doi:10.1088/0967-3334/28/6/002
- Idrottsskador. (1994). Folksam's Förlagsservice. In (pp. 14-102). Stockholm.
- Jorgensen, U., & Winge, S. (1987). Epidemiology of badminton injuries. *International Journal of Sports Medicine*, 8(6), 379-382. doi:10.1055/s-2008-1025689
- Klauser, A. S., Miyamoto, H., Tamegger, M., Faschingbauer, R., Moriggl, B., Klima, G., . . . Jaschke, W. R. (2013). Achilles tendon assessed with sonoelastography: histologic agreement. *Radiology*, 267(3), 837-842. doi:10.1148/radiol.13121936
- Liu, C. L., Li, Y. P., Wang, X. Q., & Zhang, Z. J. (2018). Quantifying the Stiffness of Achilles Tendon: Intra- and Inter-Operator Reliability and the Effect of Ankle Joint Motion. *Med Sci Monit*, 24, 4876-4881. doi:10.12659/MSM.909531
- Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2003). Region-specific differences in Achilles tendon cross-sectional area in runners and non-runners. *Eur J Appl Physiol*, 90(5-6), 549-553. doi:10.1007/s00421-003-0865-8
- McHugh, M. P., Connolly, D. A., Eston, R. G., Kremenic, I. J., Nicholas, S. J., & Gleim, G. W. (1999). The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage. *Am J Sports Med*, 27(5), 594-599. doi:10.1177/03635465990270050801
- Miyake, E., Yatsunami, M., Kurabayashi, J., Teruya, K., Sekine, Y., Endo, T., . . . Jae Kyung, H. (2016). A Prospective Epidemiological Study of Injuries in Japanese National Tournament-Level Badminton Players From Junior High School to University. *Asian J Sports Med*, 7(1), e29637. doi:10.5812/asjasm.29637
- Mosteiro-Muñoz, F., & Domínguez, R. (2017). Efectos del entrenamiento con sobrecargas isoinerciales sobre la función muscular. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 17(68), 757-773. doi:10.15366/rimcafd2017.68.011

- Murach, K., Greever, C., & Luden, N. D. (2015). Skeletal muscle architectural adaptations to marathon run training. *Appl Physiol Nutr Metab*, 40(1), 99-102. doi:10.1139/apnm-2014-0287
- Murphy, A. J., Watsford, M. L., Coutts, A. J., & Pine, M. J. (2003). Reliability of a test of musculotendinous stiffness for the triceps-surae. *Physical Therapy in Sport*, 4(4), 175-181. doi:10.1016/S1466-853x(03)00077-4
- Niemelainen, R., Briand, M. M., & Battie, M. C. (2011). Substantial asymmetry in paraspinal muscle cross-sectional area in healthy adults questions its value as a marker of low back pain and pathology. *Spine (Phila Pa 1976)*, 36(25), 2152-2157. doi:10.1097/BRS.0b013e318204b05a
- Park, G. Y., & Kwon, D. R. (2011). Application of real-time sonoelastography in musculoskeletal diseases related to physical medicine and rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil*, 90(11), 875-886. doi:10.1097/PHM.0b013e31821a6f8d
- Pozarowszczyk, B., Pawlaczyk, W., Smoter, M., Zarzycki, A., Mroczek, D., Kumorek, M., . . . Adam, K. (2017). Effects of Karate Fights on Achilles Tendon Stiffness Measured by Myotonometry. *J Hum Kinet*, 56, 93-97. doi:10.1515/hukin-2017-0026
- Pruyn, E. C., Watsford, M. L., & Murphy, A. J. (2016). Validity and reliability of three methods of stiffness assessment. *J Sport Health Sci*, 5(4), 476-483. doi:10.1016/j.jshs.2015.12.001
- Ramos Álvarez, J. J., Del Castillo Campos, M. J., Polo Portes, C., Ramón Rey, M., & Bosch Martín, A. (2016). Análisis de parámetros fisiológicos en jugadores juveniles españoles de bádminton. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 16(61), 45-54. doi:10.15366/rimcafd2016.61.004
- Rasmussen, O. S. (2000). Sonography of tendons. *Scand J Med Sci Sports*, 10(6), 360-364.
- Schneebeli, A., Falla, D., Clijisen, R., & Barbero, M. (2020). Myotonometry for the evaluation of Achilles tendon mechanical properties: a reliability and construct validity study. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 6(1), e000726. doi:10.1136/bmjsem-2019-000726
- Turan, A., Tufan, A., Mercan, R., Teber, M. A., Tezcan, M. E., Bitik, B., . . . Haznedaroglu, S. (2013). Real-time sonoelastography of Achilles tendon in patients with ankylosing spondylitis. *Skeletal Radiol*, 42(8), 1113-1118. doi:10.1007/s00256-013-1637-0
- Valdecabres, R., de Benito, A. M., Casal, C. A., & Pablos, C. (2019). Diseño y validación de una herramienta observacional para el bádminton (BOT). *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 19(74), 209-223. doi:10.15366/rimcafd2019.74.003
- Wiesinger, H. P., Rieder, F., Kösters, A., Müller, E., & Seynnes, O. (2016). Are Sport-specific profiles of tendon stiffness and cross-sectional area determined by structural or functional integrity? *Plos One*, 11(6). doi:10.1371/journal.pone.0158441
- Witvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L., & McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention: an obscure relationship. *Sports Med*, 34(7), 443-449. doi:10.2165/00007256-200434070-00003
- Young, F. C., Cristi-Sanchez, I., Danes-Daetz, C., Monckeberg, J. E., & Aguirre, R. S. (2018). Patellar Tendon Stiffness in Elite Breakdancers Assessed by

Myotonometric Measurement. *J Dance Med Sci*, 22(4), 179-183.
doi:10.12678/1089-313X.22.4.179

Número de citas totales / Total refences: 39 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 3 (7,7%).