



## Comparación bilateral del rango de movimiento y la fuerza isométrica máxima del hombro en tenistas amateurs

Roger Jové<sup>1</sup>, Albert Busquets<sup>1</sup> , Neus Camins<sup>1</sup> , Manuel Añón<sup>1</sup> y Blai Ferrer-Uris<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Universidad de Barcelona (UB) (España).



### Citación

Jové, R., Busquets, A., Camins, N., Añón, M. & Ferrer-Uris, B. (2023). Bilateral comparison of shoulder range of motion and peak isometric strength in amateur tennis players. *Apunts Educación Física y Deportes*, 154, 108-115. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2023/4\).154.10](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2023/4).154.10)

### Editado por:

© Generalitat de Catalunya  
Departament de la Presidència  
Institut Nacional d'Educació  
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

### \*Correspondencia:

Blai Ferrer-Uris  
[bferrer@gencat.cat](mailto:bferrer@gencat.cat)

### Sección:

Preparación física

### Idioma del original:

Catalán

### Recibido:

3 de noviembre de 2022

### Aceptado:

22 de febrero de 2023

### Publicado:

1 de octubre de 2023

### Portada:

Una deportista  
realizando parkour.  
©Image Source.  
Adobe Stock.

### Resumen

En tenistas profesionales se han observado valores inferiores de rango de movimiento de rotación interna (RDM-RI) del hombro y de la ratio de fuerza de rotación externa/interna (F-RE/F-RI) del brazo dominante (empuñadura raqueta) en comparación con el no dominante. Se considera que estas adaptaciones podrían incrementar el riesgo de lesión del hombro. Se conoce poco sobre estas adaptaciones en tenistas de nivel amateur. El objetivo de este estudio fue comparar bilateralmente (brazo dominante [BD], frente a no dominante [BND]) el rango de movimiento (RDM) y la fuerza isométrica máxima (F) de los movimientos de rotación del hombro en tenistas amateurs. En trece tenistas amateurs (18-45 años) se midieron el RDM pasivo y la F de rotación interna (RI) y rotación externa (RE) partiendo de la posición: decúbito supino, 90° de abducción de hombro y 90° de flexión de codo. Se compararon los valores del BD y BND mediante T-test de muestras aparejadas. El BD presentó RDM-RI ( $t = -9.053$ ;  $p < .001$ ;  $d = -2.551$ ) y RDM-total ( $t = -4.429$ ;  $p < .001$ ;  $d = -1.228$ ) inferiores en comparación con el BND ( $\Delta$ RDM-RI = 23.73 %;  $\Delta$ RDM-total = 8.32 %). También se detectó más F-RI del BD frente al BND ( $t = 2.344$ ,  $p = .037$ ,  $d = .650$ ,  $\Delta$ F-RI = 9.67 %). Nuestros resultados indican la existencia de adaptaciones unilaterales del hombro, que en otras publicaciones se han expuesto como factores de riesgo de lesión. Contrariamente y a diferencia de las observaciones realizadas en tenistas profesionales en otros estudios, no se encontraron indicadores de riesgo de lesión relacionados con la F.

**Palabras clave:** adultos, articulación escapulohumeral, rotación externa, rotación interna, tenis, valoración funcional.

## Introducción

El tenis es un deporte donde se producen un gran número de movimientos de la extremidad superior ejecutados por encima de la cabeza. Estos movimientos se dan principalmente en las acciones del servicio y el remate. Por ejemplo, todos los puntos de un partido se inician con un servicio, lo que causa que esta acción sea una de las predominantes del juego y represente entre un 45 y 60 % del total de acciones de golpeo del partido (Johnson y McHugh, 2006). Estas acciones de golpeo del tenis se hacen de manera altamente explosiva con el objetivo de que la pelota alcance grandes velocidades, con registros de hasta 210 km/h de velocidad máxima en los servicios a niveles profesionales (Kovacs, 2007). En estas acciones de golpeo del tenis, el hombro se encuentra en el punto central de la cadena que genera, suma y transmite energía cinética de las extremidades inferiores a la raqueta (Van Der Hoeven y Kibler, 2006). Las características anatómicas del hombro, de gran complejidad y movilidad, hacen que esta tenga unas superficies articulares poco congruentes, lo cual da a los ligamentos y la musculatura adyacente una función crítica para la estabilidad de la articulación (Felstead y Ricketts, 2017). Ambos factores, el alto número de repeticiones de las acciones de golpeo combinado con la explosividad de los movimientos exponen al jugador a un elevado riesgo de lesión, especialmente de lesiones por sobreuso o de tipo crónico (Pluim et al. 2006; Renstrom y Johnson, 1985). De hecho, estudios previos han mostrado que la mayoría de las lesiones crónicas en el tenis profesional suceden en la extremidad superior y que gran parte de estas lesiones se dan en el complejo articular del hombro (Pluim et al., 2006; Van Der Hoeven y Kibler, 2006). Es más, en la revisión de Abrams et al. (2012) se mostró que en tenistas de todos los niveles, no solo los profesionales, las lesiones de hombro representaban entre un 4 y 17 % del total de lesiones y que la cifra de jugadores que reportaban dolor en el hombro aumentaba hasta el 50 % en jugadores adultos de mediana edad. De esta manera, conocer los factores de riesgo vinculados a las lesiones de hombro en tenistas es un asunto relevante y que puede ayudar a diseñar intervenciones y planes de entrenamiento orientados a mejorar el rendimiento y la salud del deportista (Prieto-González y Brahim, 2018; Prieto-González y Larumbe-Zabala, 2021).

Esta situación de riesgo se puede ver altamente agravada cuando hay déficits funcionales de la articulación del hombro. Estudios previos han expuesto cómo una alteración del rango de movimiento y/o la fuerza de la articulación del hombro puede ser un factor importante vinculado a las lesiones de esta región. De hecho, algunos estudios (Ellenbecker, 1992; Kibler et al., 1996) han observado cómo

en tenistas de alto nivel se producen varias alteraciones relacionadas con el rango de movimiento y la fuerza de los movimientos de rotación interna (RI) y externa (RE) del brazo de empuñadura de la raqueta o brazo dominante (BD). En la revisión de Pluim et al. (2006), 6 de 7 estudios mostraban una disminución tanto del rango de movimiento en RI (RDM-RI) como del rango de movimiento total (RDM-T) de la rotación del hombro del BD, en comparación con el brazo no dominante (BND). Además, Kibler et al. (1996) mostraron cómo las diferencias entre BD y BND en el rango de movimiento se agravaban con los años de experiencia en jugadores de alto nivel. Esta misma tendencia se ha observado en otros deportes que implican acciones de golpeo y lanzamiento por encima de la cabeza, que muestran una elevada prevalencia de la disminución del RDM-RI y RDM-T del BD frente al BND (Hams et al., 2019). Además, estas reducciones del RDM han sido utilizadas como predictor de las lesiones de hombro (Corbi y Baiget, 2015; Hams et al., 2019). En relación con la fuerza, en la revisión de Pluim et al. (2006) se mostró que en 5 estudios (de un total de 7) la fuerza de RI (F-RI) era mayor en el BD que en el BND. Este incremento en la F-RI también implicó una relación de fuerza inferior entre la RE y la RI (ratio F-RE/F-RI) del BD en comparación con el BND. Se ha propuesto que un incremento de la F-RI no equilibrado con la F-RE puede ser un factor de riesgo de lesión, ya que la musculatura rotatoria externa no estaría preparada para desacelerar y estabilizar la articulación del hombro al final de las acciones de golpeo de la pelota (Ellenbecker, 1992). Asimismo, se ha estimado que una diferencia de fuerza de rotación entre extremidades de entre un 10 y un 15 % puede suponer el incremento del riesgo de lesión (Corbi y Baiget, 2015). De esta manera, la presencia de estas alteraciones relacionadas con el rango de movimiento o en la fuerza en los movimientos de rotación del hombro podrían suponer un incremento de la susceptibilidad de sufrir una lesión durante los golpes de tenis. Especialmente, se podría producir una situación de riesgo importante cuando ambos factores se presentan de manera combinada. Por ejemplo, deportistas que son capaces de generar grandes fuerzas de RI no podrían frenar las aceleraciones generadas durante las acciones de golpeo a causa de bajos niveles de fuerza en la RE. Eso podría suponer que, durante la fase de desaceleración del brazo posterior al golpeo, la posición articular podría acercarse peligrosamente o sobrepasar el RDM-RI máximo de la articulación.

A raíz de la problemática expuesta y de las diferencias entre el BD y el BND encontradas en el caso de tenistas de alto nivel, hay una creciente concienciación sobre la importancia de monitorizar el rango de movimiento y la

fuerza de ambos brazos con el objetivo de controlar y reducir el riesgo de lesión. Aun así, fuera del ámbito del tenis de alto nivel se desconoce el alcance de esta problemática. Más de 33.500 mujeres y hombres adultos juegan a tenis a nivel amateur con licencia federativa solo en España (Real Federación Española de Tenis, 2021) e invierten un gran número de horas semanales en entrenamientos y competiciones. La base de jugadores de nivel amateur es superior a la de jugadores de alto nivel y, además, el tenis es un deporte practicado por personas adultas de edades diversas. Por lo tanto, sería necesario estudiar si en jugadores de nivel amateur de edad adulta existen alteraciones en cuanto al rango de movimiento y la fuerza de los movimientos de RI y RE en el brazo dominante que pudieran predisponer a esta población a un riesgo de lesión de hombro. Así, el presente estudio tuvo como objetivos: (1) evaluar las diferencias en el rango de movimiento de RI (RDM-RI), RE (RDM-RE) y total (RDM-T) entre el hombro del BD y la del BND en tenistas adultos amateurs; y (2) comparar la fuerza de RI (F-RI), RE (F-RE) y la ratio F-RE/F-RI del hombro del BD y la del BND en tenistas adultos de nivel amateur.

## Método

### Participantes

En el estudio participaron un total de 13 tenistas (sexo biológico: 12 masculino, 1 femenino; edad:  $32 \pm 10.8$  años; altura:  $1.81 \pm 0.1$  m; peso:  $77.9 \pm 10.1$  kg; brazo dominante: 11 diestros, 2 zurdos; edad inicio de la práctica del tenis:  $6.8 \pm 2.5$  años; horas semanales:  $7.6 \pm 2.5$  h/set). Los requisitos de participación en el estudio fueron: (1) tener una edad igual o superior a 18 años, (2) haber empezado la práctica y el entrenamiento casi diario del tenis desde la infancia (5-12 años), (3) practicar el tenis entre 3 y 15 horas semanales, y (4) presentar ausencia de lesión y/o molestias en la articulación del hombro durante los últimos 6 meses. El estudio fue llevado a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki. Todos los participantes dieron su consentimiento escrito para la participación en este estudio después de recibir una explicación detallada de los procedimientos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigaciones Clínicas de la Administración Deportiva de Cataluña (031-CEICGC-2022).

### Procedimiento

Al inicio de la sesión de valoración, los participantes cumplimentaron un cuestionario con información relativa a

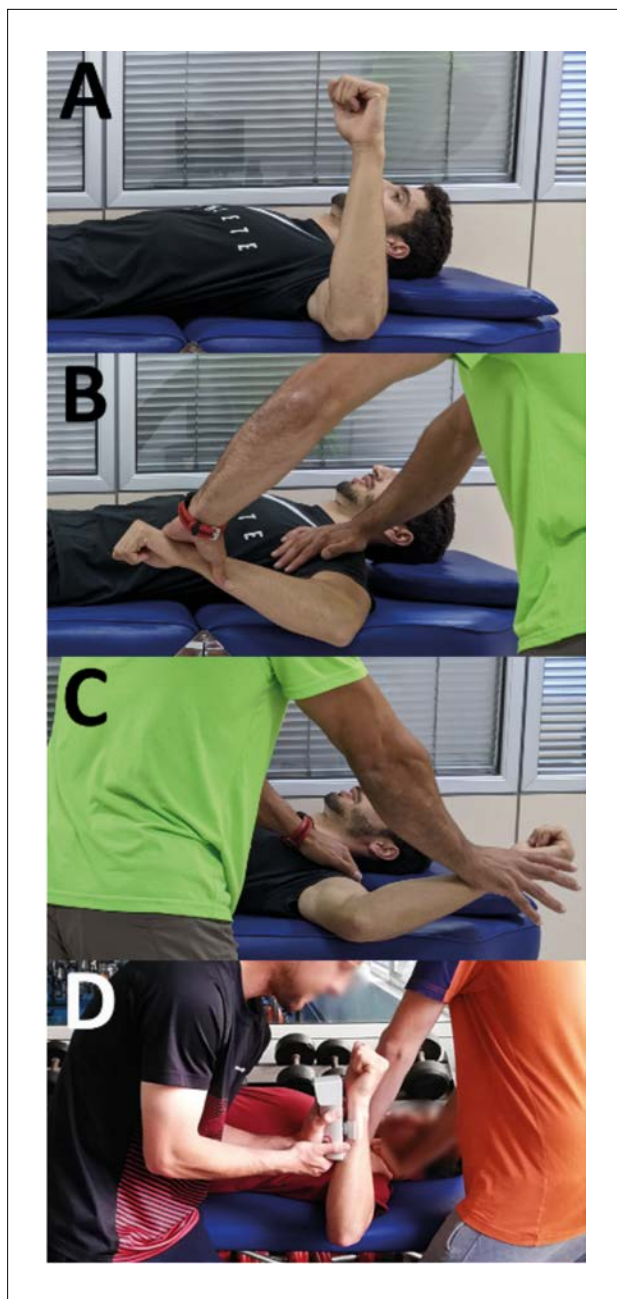
datos personales, historial tenístico e historial de salud del hombro. Este cuestionario fue utilizado en la valoración de los criterios de inclusión del estudio. A continuación, los participantes hicieron dos test diferentes: en primer lugar un test de valoración del rango de movimiento pasivo (RDM) y, en segundo lugar, un test de valoración de la fuerza isométrica máxima (F), ambos test aplicados a los movimientos de rotación interna (RI) y externa (RE) del hombro. Previamente al inicio de los dos test, todos los participantes hicieron un calentamiento consistente en: (1) dos series de 12 repeticiones de RI y RE del hombro con gomas de resistencia media, con el hombro posicionado en una abducción de  $90^\circ$  y el codo flexionado a  $90^\circ$ ; y (2) estiramientos pasivos submáximos de los movimientos de RI y RE, siguiendo el mismo protocolo de ejecución que se utilizaría para el test de rango de movimiento. Esta segunda parte del calentamiento, además, serviría como familiarización del test de rango de movimiento pasivo.

### Test de valoración del rango de movimiento pasivo

El objetivo de este test fue el de medir el RDM-RI y el RDM-RE de la articulación del hombro. Para la ejecución del test, los participantes se colocaban estirados en una camilla en posición de decúbito supino, con el hombro posicionado a  $90^\circ$  de abducción, el codo a  $90^\circ$  de flexión y en posición neutra de rotación (antebrazo perpendicular a la camilla) (Moreno-Pérez et al., 2015) (Figura 1-A). El antebrazo tenía que sobresalir lateralmente de la camilla para permitir realizar el máximo RDM-RI y RDM-RE de la articulación escapulohumeral. Se utilizó esta posición ya que es la posición que más similitudes presenta con el movimiento del servicio para la ejecución de los test de RDM (Kibler et al., 1996). Durante la ejecución del test, un investigador empujaba lentamente la parte distal del antebrazo del participante hasta llegar al máximo RDM de RI o RE (Figura 1-B, Figura 1-C). Con la otra mano, el mismo investigador sujetaba el hombro del participante para evitar posibles movimientos compensatorios de la región escapulotorácica. El punto de máxima rotación se consideró el punto en el que el participante expresaba verbalmente que ya no podía seguir con el movimiento pasivo. Se llevaron a cabo dos intentos del test por cada brazo y sentido de la rotación (RI o RE). Cada intento fue grabado a través de una cámara de vídeo digital (Casio Exilim High Speed EX-FH25) colocado a la altura de la camilla, perpendicular al plano del movimiento y a una distancia de 5 metros del participante. La frecuencia de filmación de la cámara se fijó en 60 Hz.

**Figura 1**

Ejemplo gráfico de la posición inicial (A), posición en rotación interna (B) y posición en rotación externa (C) para la realización del test de rango de movimiento. La posición inicial fue, también, la posición utilizada por el test de valoración de la fuerza isométrica máxima, en la cual un experimentador manipulaba el dinamómetro manual mientras otro fijaba el hombro de la persona participante (D).



### Test de valoración de la fuerza isométrica máxima

El objetivo de este test fue el de valorar la fuerza isométrica máxima voluntaria (F) en los movimientos de RI y RE de la articulación escapulohumeral. Para la obtención de la F-RI y F-RE de hombro se utilizó un dinamómetro de mano (Nicholas Manual Muscle Tester by Lafayette Instrument Company, Modelo 01160) que proporcionaba valores de fuerza en kilogramos (kg). Para la ejecución de este test, los participantes fueron colocados encima de una camilla en la misma posición de partida descrita anteriormente por el test de valoración del RDM (Figura 1-D). La posición de partida permitía eliminar los efectos de la gravedad y poner los músculos testados en la mitad de sus rangos de movimiento (Amundsen, 1990). Fue necesaria la actuación de dos investigadores para la realización de este test. Un investigador sujetaba el hombro del participante para evitar posibles compensaciones. El otro investigador posicionaba el dinamómetro de mano a 2 cm en dirección medial de la apófisis estiloides del cúbito en la parte dorsal del antebrazo del participante para medir la F-RE y en la misma localización pero en la parte ventral para medir la F-RI. El dinamómetro fue sujetado de manera tal que no se produjera ningún movimiento del brazo del participante (*i. e.*, impidiendo el movimiento de RI o RE) (Cools et al., 2014, 2016; Riemann et al., 2010). Se llevaron a cabo dos intentos del test por cada brazo y sentido de la rotación (RI o RE). Para cada intento, el participante era animado a ejercer la máxima fuerza isométrica voluntaria de RI o RE contra el dinamómetro durante un tiempo de 5 segundos (Amundsen, 1990). Se pidió a los participantes que alcanzaran la fuerza isométrica máxima voluntaria de manera progresiva y se permitió un descanso de 30 segundos entre intentos. Al final de cada intento se registró el valor máximo de fuerza isométrica (kg) alcanzado.

### Tratamiento de los datos

Se obtuvieron los ángulos de RDM-RI y RDM-RE a partir del procesamiento de las filmaciones obtenidas durante el test de valoración del RDM mediante el programa Kinovea v0.8.15 (Puig-Diví et al., 2019). El RDM de cada intento se definió como el ángulo absoluto formado entre el vector lineal perpendicular a la camilla y el vector definido entre los puntos anatómicos apófisis estiloides (punto móvil) y el olécranon (punto fijo). El RDM-T fue definido como la suma de los ángulos RDM-RI y RDM-RE (Gillet et al., 2017). Por cada brazo se calculó el valor promedio de cada variable con los valores obtenidos de los dos intentos (Couppé et al., 2012; Gillet et al., 2017; Moreno-Pérez et al., 2015).

En relación con los datos del test de valoración de fuerza isométrica máxima, se definieron como F-RI y F-RE los

valores de fuerza máximos registrados en cada intento. Se transformaron todos los valores de fuerza a newtons (N). A continuación, se calculó por cada brazo el valor promedio de cada variable a partir de los valores obtenidos en los dos intentos del test (Couppé et al., 2012). Finalmente, a partir de estos valores medianos se calculó la ratio F-RE/F-RI de cada brazo (Cools et al., 2016; Riemann et al., 2010).

### Análisis estadístico

Se comprobó si los datos presentaban una distribución normal mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Se compararon los valores de rango de movimiento (RDM-RI, RDM-RE y RDM-T) del brazo dominante (BD) y del brazo no dominante (BND) a través de una prueba de t de Student (T-test) de muestras pareadas. Asimismo, las variables de fuerza isométrica máxima (F-RI, F-RE y F-RE/F-RI) de ambos brazos también fueron comparadas a través de un T-test de muestras pareadas. La significación estadística se estableció en  $p \leq .050$  para todos los análisis.

El tamaño del efecto de los diferentes test fue expresada con la d de Cohen (1988) y con la interpretación siguiente: de 0.2 a 0.5, efecto pequeño; de 0.5 a 0.8, efecto mediano; y más de 0.8, efecto grande.

### Resultados

En relación con el primer objetivo del estudio, se llevó a cabo la comparación del rango de movimiento (RDM) de rotación interna (RI) y rotación externa (RE) de los dos brazos (dominante: BD; no dominante: BND) (Tabla 1). Los resultados del T-test de muestras pareadas mostraron diferencias significativas entre el BD y el BND en cuanto al RDM-RI, donde el BND presentaba un rango de movimiento mayor en comparación con el BD (23.73 %) (Figura 2). Asimismo, también se observaron valores significativamente superiores de RDM-T en el caso del BND (8.32 %). No se observaron diferencias significativas en la comparación del RDM-RE, indicando RDM similares entre los dos brazos.

**Tabla 1.**

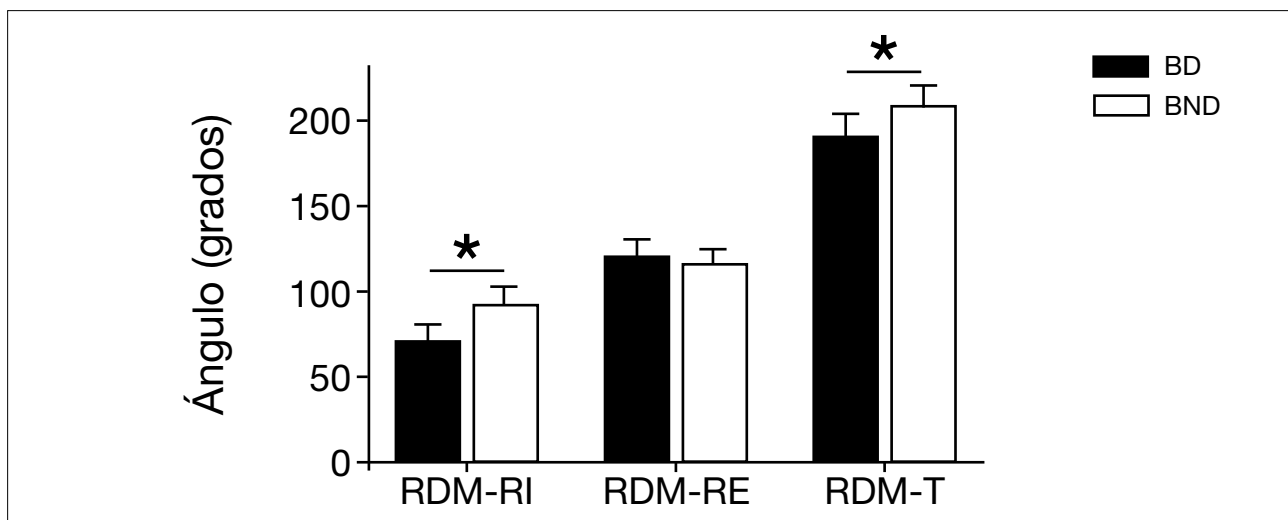
*Estadística descriptiva del rango de movimiento y de la fuerza isométrica máxima y resultados de la comparación bilateral mediante T-test de muestras pareadas.*

Variable	BD	BND	t	p	d
RMD-RI (°)	70.46 ± 10.36	92.38 ± 10.15	-9.053	<.001	2.551
RMD-RE (°)	120 ± 10.55	115.35 ± 9.07	1.566	0.143	0.434
RMD-T (°)	190.46 ± 13.11	207.73 ± 12.66	-4.429	<.001	1.228
F-RI (N)	177.19 ± 32.43	160.04 ± 29.40	2.344	.037	0.65
F-RE (N)	166.49 ± 33.10	159.55 ± 34.23	1.037	0.32	0.288
F-RE/F-RI	0.94 ± 0.10	1.01 ± 0.21	-1.638	0.127	0.454

Abreviaciones: BD = brazo dominante, BND= brazo no dominante, RMD = rango de movimiento, RI = rotación interna, RE = rotación externa, T = total, F = fuerza isométrica máxima.

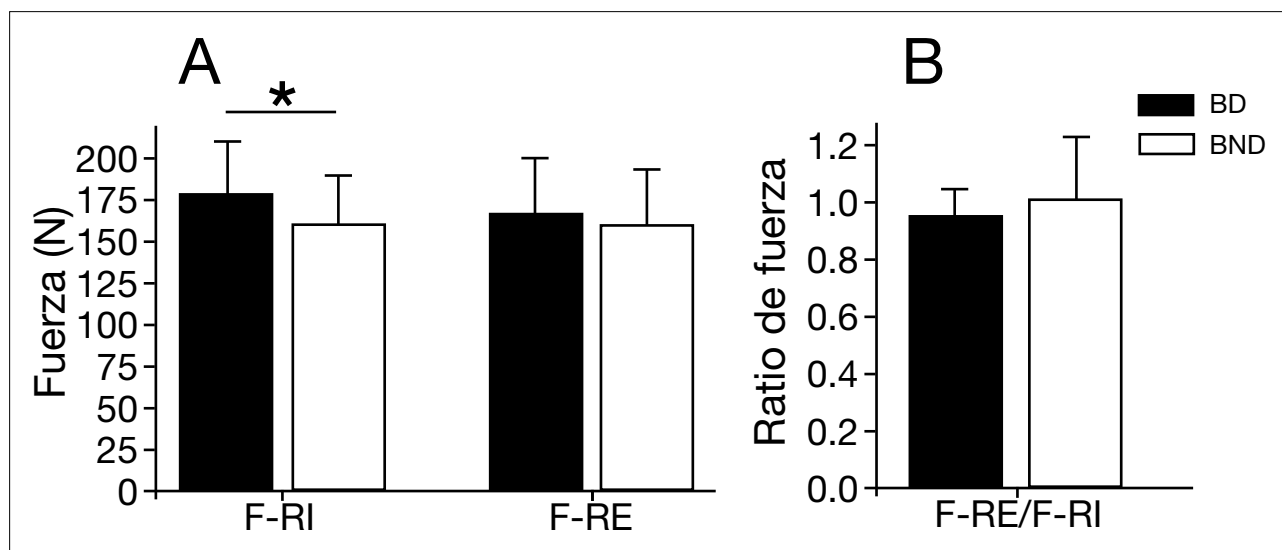
**Figura 2**

*Comparación bilateral del rango de movimiento de rotación interna, rotación externa y rango de movimiento total. BD = brazo dominante; BND = brazo no dominante; RDM = rango de movimiento; RI = rotación interna; RE = rotación externa; T = total; \* indica diferencias significativas.*



**Figura 3**

Comparación bilateral de la fuerza isométrica máxima de rotación interna, rotación externa y ratio F-RE/F-RI. BD = brazo dominante; BND = brazo no dominante; F = fuerza isométrica máxima; RI = rotación interna; RE = rotación externa; \* indica diferencias significativas.



Con respecto al segundo objetivo, se llevó a cabo la comparación de la fuerza isométrica máxima de ambos brazos (Tabla 1). Los resultados del T-test mostraron una F-RI significativamente superior del BD en comparación con el BND (9.67 %) (Figura 3). No se encontraron diferencias significativas para cabeza de las otras variables de la fuerza isométrica máxima.

### Discusión

En el tenis, el hombro es una de las zonas que presentan una incidencia mayor de lesión por sobreuso. Estas lesiones podrían estar relacionadas con alteraciones en la amplitud de movimiento y fuerza de la musculatura rotatoria interna (RI) y externa (RE) de la articulación (Renstrom y Johnson, 1985). El objetivo de este estudio fue evaluar posibles trastornos en el rango de movimiento (RDM) y fuerza isométrica máxima (F) en los movimientos de RI y RE de los hombros en tenistas amateurs de edad adulta. Para llevar a cabo estos objetivos se llevó a cabo la comparación del brazo de empuñadura de la raqueta o brazo dominante (BD) y el brazo no dominante (BND).

En relación con el RDM se encontró con que el BD presentaba un RDM-RI y un RDM-T inferiores en comparación con el BND. En cambio, no se observaron diferencias a nivel del RDM-RE, hecho que podría indicar que las diferencias encontradas en el RDM-T derivan principalmente de una reducción del RDM-RI. Esta situación coincide con la presentada en otros estudios donde también se mostraban reducciones en el RDM-RI y el RDM-T (Ellenbecker, 1992; Ellenbecker et al., 1996; Pluim et al.,

2006). El RDM-RI inferior encontrado en el presente estudio podría ser una respuesta a la relativa avanzada edad y años de práctica del deporte de nuestros participantes (Kibler et al., 1996; Moreno-Pérez et al., 2015). Por el contrario, en el presente estudio se observó un RDM-RE similar entre las dos extremidades. Este resultado contrasta con los de estudios previos, que mostraron un RDM-RE superior en el BD de jugadores de alto nivel de diferentes edades (Ellenbecker et al., 1996; Kibler et al., 1996; Moreno-Pérez et al., 2015). Se cree que el incremento del RDM-RE puede favorecer el rendimiento en acciones de golpeo o lanzamiento por encima de la cabeza, ya que permite incrementar el recorrido angular de estas habilidades, ampliando así el tiempo de aceleración de la extremidad y facilitando, por lo tanto, la consecución de velocidades mayores al final del golpeo o lanzamiento (Hams et al., 2019). El hecho de ser una adaptación vinculada al rendimiento del gesto de golpeo y la falta de diferencias en deportistas adultos amateurs podría suponer que las adaptaciones en RDM-RE son específicas de jugadores de alto nivel.

Estos hallazgos en relación con el RDM podrían ser relevantes para la prevención de lesiones en jugadores de tenis de nivel amateur. Las diferencias de rango de movimiento entre BD y BND se suelen caracterizar como posibles indicadoras de riesgo de lesión de la articulación del hombro (Pluim et al., 2006). Aunque no hay un consenso en cuanto a valores normativos del RDM en tenistas, parece recomendable una asimetría entre BD y BND inferior a 18° con respecto al RDM-RI y no superior a 5° en el RDM-T (Cools et al., 2015; Wilk et al., 2011). Cogiendo de referencia estos valores, el perfil de jugador amateur caracterizado en

el presente estudio podría presentar cierto riesgo a la lesión de hombro dado que se presentan diferencias bilaterales del RDM-RI (23.74 %) y del RDM-T (8.32 %) superiores a los umbrales considerados seguros. A pesar de esta situación, el hecho de que un requisito para la participación en este estudio fuera no presentar molestias ni lesiones en la articulación del hombro limita la posibilidad de establecer una relación entre las alteraciones del RDM y la lesión. Asimismo, la falta de unos valores normativos consensuados en cuanto al RDM, tanto en tenistas sanos como lesionados, limita la interpretación de los resultados del presente estudio. Son necesarios más estudios que exploren la relación entre las alteraciones del RDM y la lesión de la articulación del hombro en tenis, especialmente en tenistas de nivel amateur.

En la comparación de los valores de fuerza isométrica máxima, se observaron valores más elevados de F-RI del BD en comparación con el BND. Estos resultados concuerdan con los resultados expuestos en la revisión de Pluim et al. (2006) donde, en la mayoría de los estudios analizados, los tenistas presentaban mayor F-RI en el BD frente al BND. Por otra parte, en el presente estudio no se observaron diferencias ni en la F-RE ni en la ratio F-RE/F-RI entre el BD y el BND. Aunque los resultados indicaron que había una diferencia entre brazos en cuanto a la F-RI, el resto de parámetros de fuerza presentaban valores similar entre extremidades. Pluim et al. (2006) mostraron que los valores más altos de F-RI en el BD también contribuyeron a una reducción de los valores de la relación F-RE/F-RI. Además, esta situación ha sido relacionada con la aparición de dolor en la articulación del hombro y se ha relacionado con la probabilidad de lesión (Gillet et al., 2018; Hams et al., 2019). Así, a pesar del incremento de F-RI en el BD, la ausencia de diferencias en la F-RE y en la ratio F-RE/F-RI hace pensar que los participantes del presente estudio podrían encontrarse en una situación de relativa seguridad ante una posible lesión de hombro con respecto a los factores de riesgo relativos a la fuerza. Por ejemplo, los tenistas de este estudio se encontrarían dentro del rango aconsejado en la ratio de F-RE/F-RI (entre 0.75 y 1) propuesto en publicaciones previas (Cools et al., 2016). La ausencia de diferencias en la ratio F-RE/F-RI en el presente estudio en comparación con publicaciones previas (Pluim, et al. 2006) podría ser explicada por la ausencia de diferencias en la F-RE y una diferencia inferior en la F-RI entre brazos. Por lo tanto, podríamos pensar que, de manera parecida a lo que ha sucedido en el caso del RDM-RE, las diferencias en F-RE y de la ratio F-RE/F-RI podrían ser específicas de jugadores de alto nivel, con regímenes de entrenamiento de más carga (volumen e intensidad de juego/entrenamiento) que los jugadores amateur. Son necesarios más estudios para determinar la vulnerabilidad del perfil del jugador de tenis amateur en relación con la fuerza de

la articulación del hombro. El uso de muestras mayores, otras condiciones de valoración de la fuerza máxima (p. e., excéntrica o concéntrica) y la inclusión de participantes con un historial de lesión y/o molestia en la articulación podrían ayudar a profundizar nuestro conocimiento en torno a esta población.

## Conclusiones

En el presente estudio efectuado en tenistas adultos y de nivel amateur se observó menor amplitud de movimiento en rotación interna y en la amplitud de movimiento total del brazo dominante en comparación con el brazo no dominante. Asimismo, se observó mayor fuerza isométrica máxima de rotación interna del brazo dominante en comparación con el brazo no dominante. Estos resultados, especialmente en relación con la amplitud de movimiento, sugieren que los tenistas adultos de nivel amateur podrían presentar predisposición a una lesión de hombro en el brazo dominante.

## Referencias

- Abrams, G., Renstrom, P., & Safran, M. (2012). Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *British Journal of Sports Medicine*, 46, 492-498. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091164>
- Amundsen, L. (1990). *Muscle Strength Testing. Instrument and Non-instrumented Systems*. Chicago: Churchill Livingstone Inc.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cools, A., De Wilde, L., Van Tongel, A., Ceysens, C., Ryckewaert, R., & Cambier, D. (2014). Measuring shoulder external and internal rotation strength and range of motion: Comprehensive intra-rater and inter-rater reliability study of several testing protocols. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(10), 1454-1461. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.01.006>
- Cools, A., Johansson, F., Borms, D., & Maenhout, A. (2015). Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: A science-based approach. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(5), 331-339. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0109>
- Cools, A., Vanderstukken, F., Vereecken, F., Duprez, M., Heyman, K., Goethals, N., & Johansson, F. (2016). Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(12), 3838-3847. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3755-9>
- Corbi, F., & Baiget, E. (2015). Differences in Isometric Strength Between the Dominant and Non-Dominant Upper Extremity in Competitive Tennis Players. *Sport Science*, 5(5), 19-21.
- Couppé, C., Thorborg, K., Hansen, M., Fahlström, M., Bjordal, J. M., Nielsen, D., Baun, M., Storgaard, M., & Magnusson, S. P. (2012). Shoulder rotational profiles in young healthy elite female and male badminton players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(1), 122-128. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01480.x>
- Ellenbecker, T. (1992). Shoulder internal and external rotation strength and range of motion of highly skilled junior tennis players. *Isokinetics and Exercise Science*, 2(2), 65-72. <https://doi.org/10.3233/IES-1992-2205>
- Ellenbecker, T., Roetert, E., Piorowski, P., & Schulz, D. (1996). Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 24(6), 336-341. <https://doi.org/10.2519/jospt.1996.24.6.336>
- Felstead, A. J., & Ricketts, D. (2017). Biomechanics of the shoulder and elbow. *Orthopaedics and Trauma*, 31(5), 300-305. <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2017.07.004>

- Gillet, B., Begon, M., Diger, M., Berger-Vachon, C., & Rogowski, I. (2018). Shoulder range of motion and strength in young competitive tennis players with and without history of shoulder problems. *Physical Therapy in Sport*, 31, 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.01.005>
- Gillet, B., Begon, M., Sevrez, V., Berger-Vachon, C., & Rogowski, I. (2017). Adaptive alterations in shoulder range of motion and strength in young tennis players. *Journal of Athletic Training*, 52(1), 137-144. <https://doi.org/10.4085/1062-6050.52.1.10>
- Hams, A., Evans, K., Adams, R., Waddington, G., & Witchalls, J. (2019). Reduced shoulder strength and change in range of motion are risk factors for shoulder injury in water polo players. *Physical Therapy in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.10.003>
- Johnson, C., & McHugh, M. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 696-699. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.021253>
- Kibler, W., Chandler, T., Livingston, B., & Roetert, E. (1996). Shoulder Range of Motion in Elite Tennis Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(3), 279-285. <https://doi.org/10.1177/036354659602400306>
- Kovacs, M. (2007). Tennis physiology: Training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Moreno-Pérez, V., Moreside, J., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. (2015). Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. *Manual Therapy*, 20, 313-318. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.10.008>
- Pluim, B., Staal, J., Windler, G., & Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: Occurrence, aetiology, and prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 415-423. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023184>
- Prieto-González, P., & Brahim, M. Ben. (2018). Treatment of shoulder impingement syndrome in adolescent tennis players. *Apunts Educación Física y Deportes*, 132, 32-47. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2018/2\).132.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2018/2).132.03)
- Prieto-González, P., & Larumbe-Zabala, E. (2021). ATR versus Traditional Periodization in Adolescent Amateur Tennis Players. *Apunts Educación Física y Deportes*, 144, 65-74. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/2\).144.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/2).144.08)
- Puig-Diví, A., Escalona-Marfil, C., Padullés-Riu, J. M., Busquets, A., Padullés-Chando, X., & Marcos-Ruiz, D. (2019). Validity and reliability of the Kinovea program in obtaining angles and distances using coordinates in 4 perspectives. *PLoS ONE*, 14(6), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216448>
- Real Federación Española de Tenis. (2021). *Memoria 2021*.
- Renstrom, P., & Johnson, R. (1985). Overuse Injuries in Sports. *Sports Medicine*, 2, 316-333. <https://doi.org/10.2165/00007256-198502050-00002>
- Riemann, B., Davies, G., Ludwig, L., & Gardenhour, H. (2010). Hand-held dynamometer testing of the internal and external rotator musculature based on selected positions to establish normative data and unilateral ratios. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19, 1175-1183. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2010.05.021>
- Van Der Hoeven, H., & Kibler, W. (2006). Shoulder injuries in tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 435-440. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023218>
- Wilk, K., MacRina, L., Fleisig, G., Porterfield, R., Simpson, C., Harker, P., Paparesta, N., & Andrews, J. (2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 329-335. <https://doi.org/10.1177/0363546510384223>

**Conflicto de intereses:** las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite [https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES)