



## Comparació bilateral del rang de moviment i força isomètrica màxima de l'espatlla en tenistes amateurs

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

<sup>1</sup> Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC), Universitat de Barcelona (UB) (Espanya).

### Citació

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)

### Resum

En tenistes professionals s'han observat valors inferiors de rang de moviment de rotació interna (RDM-RI) de l'espatlla i de la ràtio de força de rotació externa/interna (F-RE/F-RI) del braç dominant (empunyadura raqueta) en comparació amb el no dominant. Es considera que aquestes adaptacions podrien incrementar el risc de lesió de l'espatlla. Es coneix poc sobre aquestes adaptacions en tenistes de nivell amateur. L'objectiu d'aquest estudi va ser comparar bilateralment (braç dominant [BD], davant no dominant [BND]) el rang de moviment (RDM) i la força isomètrica màxima (F) dels moviments de rotació de l'espatlla en tenistes amateurs. En tretze tenistes amateurs (18-45 anys) es van mesurar el RDM passiu i la F de rotació interna (RI) i rotació externa (RE) partint de la posició: decúbit supí, 90° d'abducció d'espatlla i 90° de flexió de colze. Es van comparar els valors del BD i BND mitjançant T-test de mostres aparellades. El BD va presentar RDM-RI ( $t = -9.053$ ;  $p < .001$ ;  $d = -2.551$ ) i RDM-total ( $t = -4.429$ ;  $p < .001$ ;  $d = -1.228$ ) inferiors en comparació amb el BND ( $\Delta$ RDM-RI = 23.73 %;  $\Delta$ RDM-total = 8.32 %). També es va detectar més F-RI del BD davant el BND ( $t = 2.344$ ,  $p = .037$ ,  $d = .650$ ,  $\Delta$ F-RI = 9.67 %). Els nostres resultats indiquen l'existència d'adaptacions unilaterals de l'espatlla, que en altres publicacions s'han exposat com a factors de risc de lesió. Contràriament i a diferència de les observacions realitzades en tenistes professionals en altres estudis, no es van trobar indicadors de risc de lesió relacionats amb la F.

**Paraules clau:** adults, articulació escapulohumeral, rotació externa, rotació interna, tennis, valoració funcional.

### Editat per:

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

ISSN: 2014-0983

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

Secció:  
Preparació física

Idioma de l'original:  
Català

Rebut:  
3 de novembre de 2022

Acceptat:  
22 de febrer de 2023

Publicat:  
1 d'octubre de 2023

Coberta:  
Una esportista  
fent parkour.  
©Image Source.  
Adobe Stock.

## Introducció

El tennis és un esport on es produeixen un gran nombre de moviments de l'extremitat superior executats per sobre el cap. Aquests moviments es donen principalment en les accions del servei i la rematada. Per exemple, tots els punts d'un partit s'inicien amb un servei, fet que causa que aquesta acció sigui una de les predominants del joc i representi entre un 45 i 60 % del total d'accions de colpejament del partit (Johnson i McHugh, 2006). Aquestes accions de colpejament del tennis es fan de manera altament explosiva amb l'objectiu que la pilota assoleixi grans velocitats, amb registres de fins a 210 km/h de velocitat màxima en els serveis a nivells professionals (Kovacs, 2007). En aquestes accions de colpejament del tennis, l'espatlla es troba al punt central de la cadena que genera, suma i transmet energia cinètica de les extremitats inferiors a la raqueta (Van Der Hoeven i Kibler, 2006). Les característiques anatòmiques de l'espatlla, de gran complexitat i mobilitat, fan que aquesta tingui unes superfícies articulars poc congruents, fet que dona als lligaments i la musculatura adjacent una funció crítica per a l'estabilitat de l'articulació (Felstead i Ricketts, 2017). Ambdós factors, l'alt nombre de repeticions de les accions de colpejament combinat amb l'explosivitat dels moviments exposen el jugador a un elevat risc de lesió, especialment de lesions per sobreús o de tipus crònic (Pluim et al., 2006; Renstrom i Johnson, 1985). De fet, estudis previs han mostrat que la majoria de les lesions cròniques en el tennis professional succeeixen a l'extremitat superior i que gran part d'aquestes lesions es donen al complex articular de l'espatlla (Pluim et al., 2006; Van Der Hoeven i Kibler, 2006). És més, a la revisió d'Abrams et al. (2012) es va mostrar que en tenistes de tots els nivells, no només els professionals, les lesions d'espatlla representaven entre un 4 i 17 % del total de lesions i que la xifra de jugadors que reportaven dolor a l'espatlla augmentava fins al 50 % en jugadors adults de mitjana edat. D'aquesta manera, conèixer els factors de risc vinculats a les lesions d'espatlla en tenistes és un assumpte rellevant i que pot ajudar a dissenyar intervencions i plans d'entrenament orientats a millorar el rendiment i la salut de l'esportista (Prieto-González i Brahim, 2018; Prieto-González i Larumbe-Zabala, 2021).

Aquesta situació de risc es pot veure altament agreujada quan hi ha dèficits funcionals de l'articulació de l'espatlla. Estudis previs han exposat com una alteració del rang de moviment i/o la força de l'articulació de l'espatlla pot ser un factor important vinculat a les lesions d'aquesta regió. De fet, alguns estudis (Ellenbecker, 1992; Kibler et al., 1996) han observat com en tenistes d'alt nivell es produeixen diverses alteracions relacionades amb el

rang de moviment i la força dels moviments de rotació interna (RI) i externa (RE) del braç d'empunyadura de la raqueta o braç dominant (BD). A la revisió de Pluim et al. (2006), 6 de 7 estudis mostraven una disminució tant del rang de moviment en RI (RDM-RI) com del rang de moviment total (RDM-T) de la rotació de l'espatlla del BD, en comparació amb el braç no dominant (BND). A més, Kibler et al. (1996) van mostrar com les diferències entre BD i BND en el rang de moviment s'agreujaven amb els anys d'experiència en jugadors d'alt nivell. Aquesta mateixa tendència s'ha observat en altres esports que impliquen accions de colpejament i llançament per sobre del cap, que mostren una elevada prevalença de la disminució del RDM-RI i RDM-T del BD davant el BND (Hams et al., 2019). A més, aquestes reduccions del RDM han estat utilitzades com a predictor de les lesions d'espatlla (Corbi i Baiget, 2015; Hams et al., 2019). En relació amb la força, a la revisió de Pluim et al. (2006) es va mostrar que en 5 estudis (d'un total de 7) la força de RI (F-RI) era més gran en el BD que en el BND. Aquest increment en la F-RI també va implicar una relació de força inferior entre la RE i la RI (ràtio F-RE/F-RI) del BD en comparació amb el BND. S'ha proposat que un increment de la F-RI no equilibrat amb la F-RE pot ser un factor de risc de lesió, ja que la musculatura rotatòria externa no estaria preparada per desaccelerar i estabilitzar l'articulació de l'espatlla al final de les accions de colpejament de la pilota (Ellenbecker, 1992). Així mateix, s'ha estimat que una diferència de força de rotació entre extremitats d'entre un 10 i un 15 % pot suposar l'increment del risc de lesió (Corbi i Baiget, 2015). D'aquesta manera, la presència d'aquestes alteracions relacionades amb el rang de moviment o a la força en els moviments de rotació de l'espatlla podrien suposar un increment de la susceptibilitat de patir una lesió durant els colpejaments de tennis. Especialment, es podria produir una situació de risc important quan ambdós factors es presenten de manera combinada. Per exemple, esportistes que són capaços de generar grans forces de RI no podrien frenar les acceleracions generades durant les accions de colpejament a causa de baixos nivells de força en la RE. Això podria suposar que, durant la fase de desacceleració del braç posterior al colpejament, la posició articular podria acostar-se perillosament o sobrepassar el RDM-RI màxim de l'articulació.

Arran de la problemàtica exposada i de les diferències entre el BD i el BND trobades en el cas de tenistes d'alt nivell, hi ha una creixent conscienciació sobre la importància de monitoritzar el rang de moviment i la força d'ambdós braços amb l'objectiu de controlar i reduir el risc de lesió. Tot i així, fora de l'àmbit del tennis d'alt nivell es

desconeix l'abast d'aquesta problemàtica. Més de 33.500 dones i homes adults juguen a tennis a nivell amateur amb llicència federativa només a Espanya (Real Federación Española de Tenis, 2021) i inverteixen un gran nombre d'hores setmanals en entrenaments i competicions. La base de jugadors de nivell amateur és superior a la de jugadors d'alt nivell i, a més, el tennis és un esport practicat per persones adultes d'edats diverses. Per tant, seria necessari estudiar si en jugadors de nivell amateur d'edat adulta existeixen alteracions quant al rang de moviment i la força dels moviments de RI i RE en el braç dominant que poguessin predisposar aquesta població a un risc de lesió d'espatlla. Així, el present estudi va tenir com a objectius: (1) avaluar les diferències en el rang de moviment de RI (RDM-RI), RE (RDM-RE) i total (RDM-T) entre l'espatlla del BD i la del BND en tenistes adults amateurs; i (2) comparar la força de RI (F-RI), RE (F-RE) i la ràtio F-RE/F-RI de l'espatlla del BD i la del BND en tenistes adults de nivell amateur.

## Mètode

### Participants

A l'estudi van participar-hi un total de 13 tenistes (sexe biològic: 12 masculí, 1 femení; edat:  $32 \pm 10.8$  anys; alçada:  $1.81 \pm 0.1$  m; pes:  $77.9 \pm 10.1$  kg; braç dominant: 11 dretans, 2 esquerrans; edat inici de la pràctica del tennis:  $6.8 \pm 2.5$  anys; hores setmanals:  $7.6 \pm 2.5$  h/set). Els requisits de participació en l'estudi van ser: (1) tenir una edat igual o superior a 18 anys, (2) haver començat la pràctica i l'entrenament quasi diari del tennis des de la infància (5-12 anys), (3) practicar el tennis entre 3 i 15 hores setmanals, i (4) presentar absència de lesió i/o molèsties a l'articulació de l'espatlla durant els últims 6 mesos. L'estudi va ser dut a terme d'acord amb la Declaració de Hèlsinki. Tots els participants van donar el seu consentiment escrit per a la participació en aquest estudi després de rebre una explicació detallada dels procediments. L'estudi va ser aprovat pel Comitè d'Ètica d'Investigacions Clíniques de l'Administració Esportiva de Catalunya (031-CEICGC-2022).

### Procediment

A l'inici de la sessió de valoració, els participants van emplenar un qüestionari amb informació relativa a dades

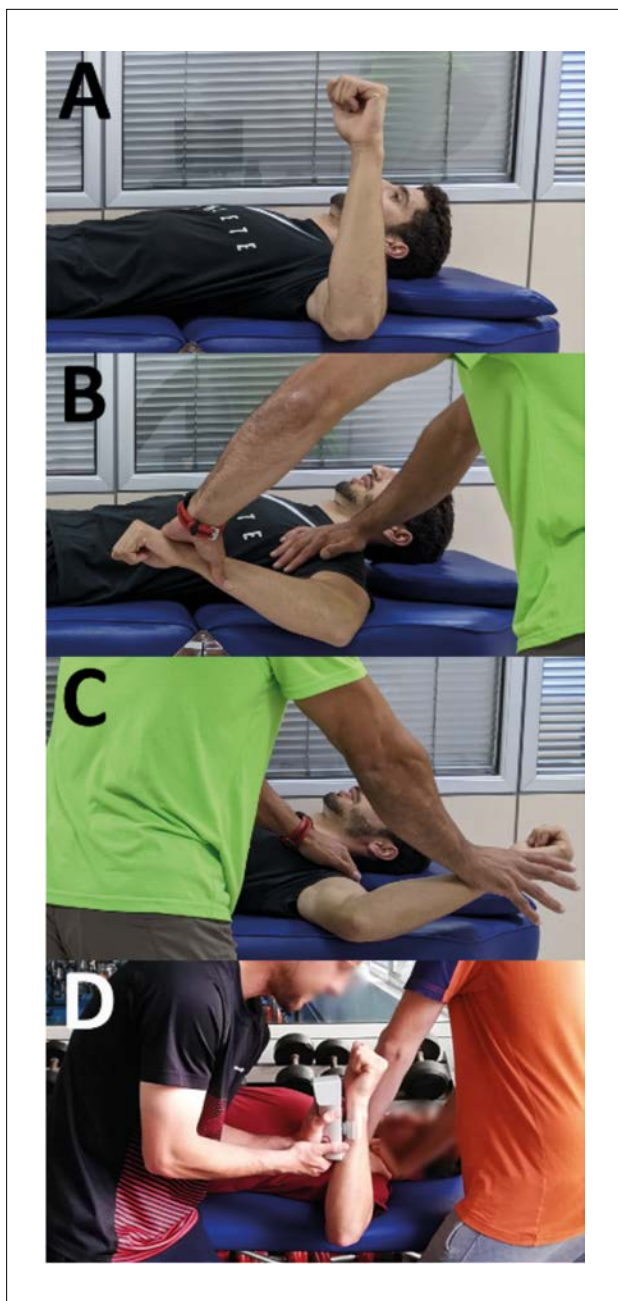
personals, historial tenístic i historial de salut d'espatlla. Aquest qüestionari va ser utilitzat en la valoració dels criteris d'inclusió de l'estudi. A continuació, els participants van fer dos tests diferents: en primer lloc un test de valoració del rang de moviment passiu (RDM) i, en segon lloc, un test de valoració de la força isomètrica màxima (F), ambdós tests aplicats en els moviments de rotació interna (RI) i externa (RE) de l'espatlla. Prèviament a l'inici dels dos tests, tots els participants van fer un escalfament consistent en: (1) dues sèries de 12 repeticions de RI i RE de l'espatlla amb gomes de resistència mitjana, amb l'espatlla posicionada en una abducció de  $90^\circ$  i el colze flexionat a  $90^\circ$ ; i (2) estiraments passius submàxims dels moviments de RI i RE, seguint el mateix protocol d'execució que s'utilitzaria per al test de rang de moviment. Aquesta segona part de l'escalfament, a més, serviria com a familiarització del test de rang de moviment passiu.

### Test de valoració del rang de moviment passiu

L'objectiu d'aquest test va ser el de mesurar el RDM-RI i el RDM-RE de l'articulació de l'espatlla. Per a l'execució del test, els participants es col·locaven estirats en una llitera en posició de decúbit supí, amb l'espatlla posicionada a  $90^\circ$  d'abducció, el colze a  $90^\circ$  de flexió i en posició neutra de rotació (avantbraç perpendicular a la llitera) (Moreno-Pérez et al., 2015) (Figura 1-A). L'avantbraç havia de sobresortir lateralment de la llitera per permetre realitzar el màxim RDM-RI i RDM-RE de l'articulació escapulohumeral. Es va utilitzar aquesta posició ja que és la posició que més similituds presenta amb el moviment del servei per a l'execució dels tests de RDM (Kibler et al., 1996). Durant l'execució del test, un investigador empenyia lentament la part distal de l'avantbraç del participant fins arribar al màxim RDM de RI o RE (Figura 1-B, Figura 1-C). Amb l'altra mà, el mateix investigador subjectava l'espatlla del participant per evitar possibles moviments compensatoris de la regió escapulotoràcica. El punt de màxima rotació es va considerar el punt on el participant expressava verbalment que ja no podia seguir amb el moviment passiu. Es van dur a terme dos intents del test per cada braç i sentit de la rotació (RI o RE). Cada intent va ser enregistrat a través d'una càmera de vídeo digital (Casio Exilim High Speed EX-FH25) col·locada a l'altura de la llitera, perpendicular al pla del moviment i a una distància de 5 metres del participant. La freqüència de filmació de la càmera es va fixar en 60 Hz.

**Figura 1**

Exemple gràfic de la posició inicial (A), posició en rotació interna (B) i posició en rotació externa (C) per a la realització del test de rang de moviment. La posició inicial va ser, també, la posició utilitzada pel test de valoració de la força isomètrica màxima, en la qual un experimentador manipulava el dinamòmetre manual mentre un altre fixava l'espatlla de la persona participant (D).

**Test de valoració de la força isomètrica màxima**

L'objectiu d'aquest test va ser el de valorar la força isomètrica màxima voluntària (F) en els moviments de RI i RE de l'articulació escapulohumeral. Per a l'obtenció de la F-RI i F-RE d'espatlla es va utilitzar un dinamòmetre de mà (Nicholas Manual Muscle Tester by Lafayette Instrument Company, Model 01160) que proporcionava valors de força en quilograms (kg). Per a l'execució d'aquest test, els participants van ser col·locats a sobre d'una llitera en la mateixa posició de partida descrita anteriorment pel test de valoració del RDM (Figura 1-D). La posició de partida permetia eliminar els efectes de la gravetat i posar els músculs testats en la meitat dels seus rangs de moviment (Amundsen, 1990). Va ser necessària l'actuació de dos investigadors per a la realització d'aquest test. Un investigador subjectava l'espatlla del participant per evitar possibles compensacions. L'altre investigador posicionava el dinamòmetre de mà a 2 cm en direcció medial de l'apòfisi estiloide del cúbit en la part dorsal de l'avantbraç del participant per mesurar la F-RE i en la mateixa localització però en la part ventral per mesurar la F-RI. El dinamòmetre va ser subjectat de tal manera que no es produís cap moviment del braç del participant (i. e., impedit el moviment de RI o RE) (Cools et al., 2014, 2016; Riemann et al., 2010). Es van dur a terme dos intents del test per cada braç i sentit de la rotació (RI o RE). Per a cada intent, el participant era encoratjat a exercir la màxima força isomètrica voluntària de RI o RE contra el dinamòmetre durant un temps de 5 segons (Amundsen, 1990). Es va demanar als participants que assolissin la força isomètrica màxima voluntària de manera progressiva i es va permetre un descans de 30 segons entre intents. Al final de cada intent es va registrar el valor màxim de força isomètrica (kg) assolit.

**Tractament de les dades**

Es van obtenir els angles de RDM-RI i RDM-RE a partir del processament de les filmacions obtingudes durant el test de valoració del RDM mitjançant el programa Kinovea v0.8.15 (Puig-Diví et al., 2019). El RDM de cada intent es va definir com l'angle absolut format entre el vector lineal perpendicular a la llitera i el vector definit entre els punts anatòmics apòfisi estiloide (punt mòbil) i l'olècran (punt fix). El RDM-T va ser definit com la suma dels angles RDM-RI i RDM-RE (Gillet et al., 2017). Per cada braç es va calcular el valor mitjà de cada variable amb els valors obtinguts dels dos intents (Couppé et al., 2012; Gillet et al., 2017; Moreno-Pérez et al., 2015).

En relació amb les dades del test de valoració de força isomètrica màxima, es van definir com a F-RI i F-RE els valors de força màxims registrats en cada intent. Es van transformar tots els valors de força a newtons (N). A

continuació, es va calcular per cada braç el valor mitjà de cada variable a partir dels valors obtinguts als dos intents del test (Couppé et al., 2012). Finalment, a partir d'aquests valors mitjans es va calcular la ràtio F-RE/F-RI de cada braç (Cools et al., 2016; Riemann et al., 2010).

### Anàlisi estadística

Es va comprovar si les dades presentaven una distribució normal mitjançant la prova de normalitat de Shapiro-Wilk. Es van comparar els valors de rang de moviment (RDM-RI, RDM-RE i RDM-T) del braç dominant (BD) i del braç no dominant (BND) a través d'una prova de t de Student (T-test) de mostres aparellades. Així mateix, les variables de força isomètrica màxima (F-RI, F-RE i F-RE/F-RI) d'ambdós braços també van ser comparades a través d'un T-test de mostres aparellades. La significació estadística es va establir en  $p \leq .050$  per a totes les anàlisis. La mida de l'efecte dels

diferents tests va ser expressada amb la d de Cohen (1988) i amb la interpretació següent: de 0.2 a 0.5, efecte petit; de 0.5 a 0.8, efecte mitjà; i més de 0.8, efecte gran.

### Resultats

En relació amb el primer objectiu de l'estudi, es va dur a terme la comparació del rang de moviment (RDM) de rotació interna (RI) i rotació externa (RE) dels dos braços (dominant: BD; no dominant: BND) (Taula 1). Els resultats del T-test de mostres aparellades van mostrar diferències significatives entre el BD i el BND quant al RDM-RI, on el BND presentava un rang de moviment més gran en comparació amb el BD (23.73 %) (Figura 2). Així mateix, també es van observar valors significativament superiors de RDM-T en el cas del BND (8.32 %). No es van observar diferències significatives en la comparació del RDM-RE, indicant RDM similars entre els dos braços.

**Taula 1.**

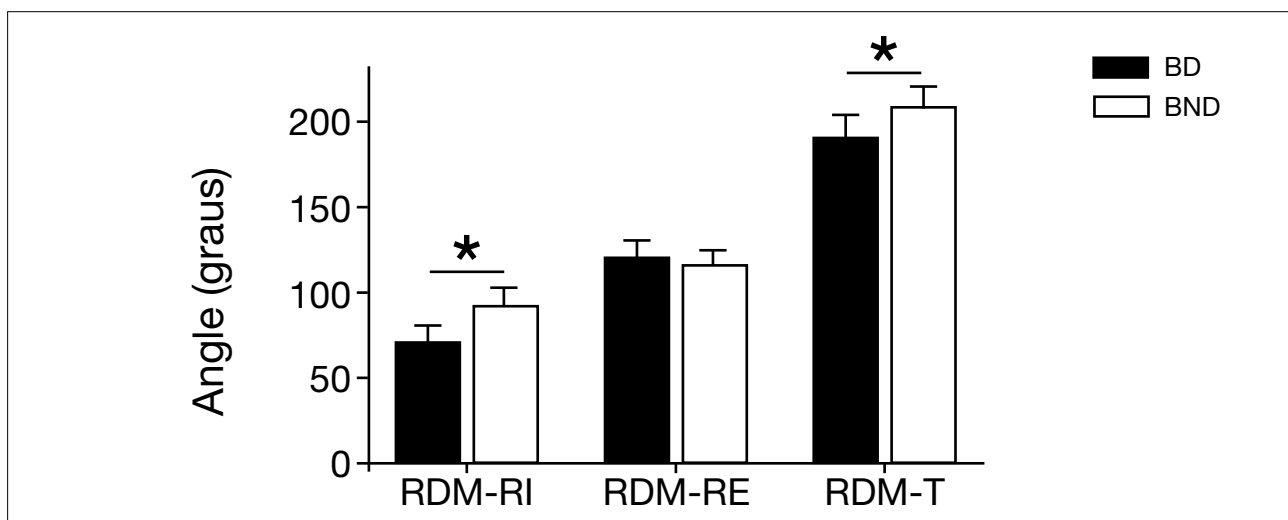
*Estadística descriptiva del rang de moviment i de la força isomètrica màxima i resultats de la comparació bilateral mitjançant T-test de mostres aparellades.*

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

Abreviacions: BD = braç dominant, BND= braç no dominant, RMD = rang de moviment, RI = rotació interna, RE = rotació externa, T = total, F = força isomètrica màxima.

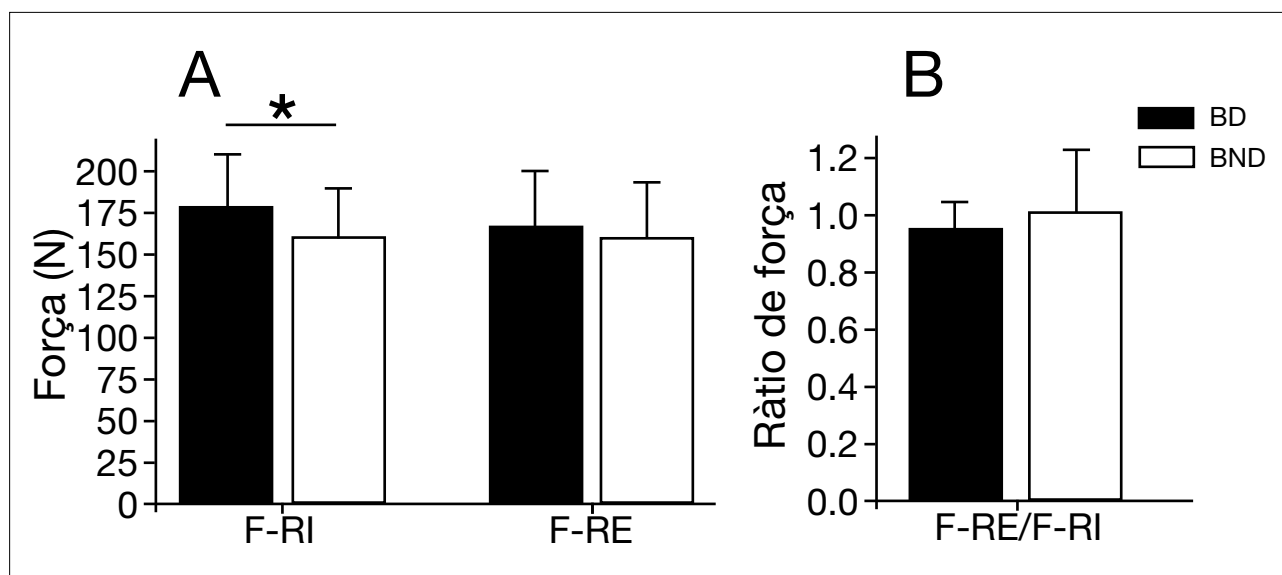
**Figura 2**

*Comparació bilateral del rang de moviment de rotació interna, rotació externa i rang de moviment total. BD = braç dominant; BND = braç no dominant; RDM = rang de moviment; RI = rotació interna; RE = rotació externa; T = total; \* indica diferències significatives.*



**Figura 3**

Comparació bilateral de la força isomètrica màxima de rotació interna, rotació externa i ràtio F-RE/F-RI. BD = braç dominant; BND = braç no dominant; F = força isomètrica màxima; RI = rotació interna; RE = rotació externa; \* indica diferències significatives.



Pel que fa al segon objectiu, es va dur a terme la comparació de la força isomètrica màxima d'ambdós braços (Taula 1). Els resultats del T-test van mostrar una F-RI significativament superior del BD en comparació amb el BND (9.67 %) (Figura 3). No es van trobar diferències significatives per a cap de les altres variables de la força isomètrica màxima.

### Discussió

En el tennis, l'espatlla és una de les zones que presenten una incidència més gran de lesió per sobreús. Aquestes lesions podrien estar relacionades amb alteracions en l'amplitud de moviment i força de la musculatura rotatòria interna (RI) i externa (RE) de l'articulació (Renstrom i Johnson, 1985). L'objectiu d'aquest estudi va ser avaluar possibles trastorns en el rang de moviment (RDM) i força isomètrica màxima (F) en els moviments de RI i RE de les espatlles en tenistes amateurs d'edat adulta. Per dur a terme aquests objectius es va dur a terme la comparació del braç d'empunyadura de la raqueta o braç dominant (BD) i el braç no dominant (BND).

En relació amb el RDM es va trobar que el BD presentava un RDM-RI i un RDM-T inferiors en comparació amb el BND. En canvi, no es van observar diferències a nivell del RDM-RE, fet que podria indicar que les diferències trobades en el RDM-T deriven principalment d'una reducció del RDM-RI. Aquesta situació coincideix amb la presentada en altres estudis on també es mostraven

reduccions en el RDM-RI i el RDM-T (Ellenbecker, 1992; Ellenbecker et al., 1996; Pluim et al., 2006). El RDM-RI inferior trobat en el present estudi podria ser una resposta a la relativa avançada edat i anys de pràctica de l'esport dels nostres participants (Kibler et al., 1996; Moreno-Pérez et al., 2015). Per contra, en el present estudi es va observar un RDM-RE similar entre les dues extremitats. Aquest resultat contrasta amb els d'estudis previs, que van mostrar un RDM-RE superior en el BD de jugadors d'alt nivell de diferents edats (Ellenbecker et al., 1996; Kibler et al., 1996; Moreno-Pérez et al., 2015). Es creu que l'increment del RDM-RE pot afavorir el rendiment en accions de colpejament o llançament per sobre del cap, ja que permet incrementar el recorregut angular d'aquestes habilitats, ampliant així el temps d'acceleració de l'extremitat i facilitant, per tant, l'assoliment de velocitats més grans al final del colpejament o llançament (Hams et al., 2019). El fet de ser una adaptació vinculada al rendiment del gest de colpejament i la falta de diferències en esportistes adults amateurs podria suposar que les adaptacions en RDM-RE són específiques de jugadors d'alt nivell.

Aquestes troballes en relació amb el RDM podrien ser rellevants per a la prevenció de lesions en jugadors de tennis de nivell amateur. Les diferències de rang de moviment entre BD i BND s'acostumen a caracteritzar com a possibles indicadors de risc de lesió de l'articulació de l'espatlla (Pluim et al., 2006). Tot i que no hi ha un consens quant a valors normatius del RDM en tenistes, sembla recomanable una asimetria entre BD i BND inferior

a 18° pel que fa al RDM-RI i no superior a 5° en el RDM-T (Cools et al., 2015; Wilk et al., 2011). Agafant de referència aquests valors, el perfil de jugador amateur caracteritzat en el present estudi podria presentar cert risc a la lesió d'espatlla atès que es presenten diferències bilaterals del RDM-RI (23.74 %) i del RDM-T (8.32 %) superiors als llindars considerats segurs. Malgrat aquesta situació, el fet que un requisit per a la participació en aquest estudi fos no presentar molèsties ni lesions a l'articulació de l'espatlla limita la possibilitat d'establir una relació entre les alteracions del RDM i la lesió. Així mateix, la manca d'uns valors normatius consensuats quant al RDM, tant en tenistes sans com lesionats, limita la interpretació dels resultats del present estudi. Són necessaris més estudis que explorin la relació entre les alteracions del RDM i la lesió de l'articulació de l'espatlla en tenistes, especialment en tenistes de nivell amateur.

En la comparació dels valors de força isomètrica màxima, es van observar valors més elevats de F-RI del BD en comparació amb el BND. Aquests resultats concorden amb els resultats exposats a la revisió de Pluim et al. (2006) on, en la majoria dels estudis analitzats, els tenistes presentaven una F-RI més gran en el BD davant del BND. D'altra banda, en el present estudi no es van observar diferències ni en la F-RE ni en la ràtio F-RE/F-RI entre el BD i el BND. Tot i que els resultats van indicar que hi havia una diferència entre braços quant a la F-RI, la resta de paràmetres de força presentaven valors similar entre extremitats. Pluim et al. (2006) van mostrar que els valors més alts de F-RI en el BD també van contribuir a una reducció dels valors de la relació F-RE/F-RI. A més, aquesta situació ha estat relacionada amb l'aparició de dolor a l'articulació de l'espatlla i s'ha relacionat amb la probabilitat de lesió (Gillet et al., 2018; Hams et al., 2019). Així, malgrat l'increment de F-RI en el BD, l'absència de diferències en la F-RE i en la ràtio F-RE/F-RI fa pensar que els participants del present estudi podrien trobar-se en una situació de relativa seguretat davant d'una possible lesió d'espatlla pel que fa als factors de risc relatius a la força. Per exemple, els tenistes d'aquest estudi es trobarien dins del rang aconsellat en la ràtio de F-RE/F-RI (entre 0.75 i 1) proposat en publicacions prèvies (Cools et al., 2016). L'absència de diferències en la ràtio F-RE/F-RI en el present estudi en comparació amb publicacions prèvies (Pluim et al., 2006) podria ser explicada per l'absència de diferències en la F-RE i una diferència inferior en la F-RI entre braços. Per tant, podríem pensar que, de manera semblant al que ha succeït en el cas del RDM-RE, les diferències en F-RE i de la ràtio F-RE/F-RI podrien ser específiques de jugadors d'alt nivell, amb règims d'entrenament de més càrrega (volum i intensitat de joc/entrenament) que els jugadors amateur. Són necessaris

més estudis per determinar la vulnerabilitat del perfil del jugador de tennis amateur en relació amb la força de l'articulació de l'espatlla. L'ús de mostres més grans, altres condicions de valoració de la força màxima (p. e., excèntrica o concèntrica) i la inclusió de participants amb un historial de lesió i/o molèstia a l'articulació podrien ajudar a aprofundir el nostre coneixement entorn a aquesta població.

## Conclusions

En el present estudi efectuat en tenistes adults i de nivell amateur es va observar menys amplitud de moviment en rotació interna i en l'amplitud de moviment total del braç dominant en comparació amb el braç no dominant. Així mateix, es va observar més força isomètrica màxima de rotació interna del braç dominant en comparació amb el braç no dominant. Aquests resultats, especialment en relació amb l'amplitud de moviment, suggereixen que els tenistes adults de nivell amateur podrien presentar predisposició a una lesió d'espatlla en el braç dominant.

## Referències

- 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., Ceyskens, 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., Piorkowski, 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 Educació 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 Educació 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>

**Conflicte d'interessos:** les autories no han comunicat cap conflicte d'interessos.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Aquest article està disponible a l'URL <https://www.revista-apunts.com/ca/>. Aquest treball està publicat sota una llicència Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Les imatges o qualsevol altre material de tercers d'aquest article estan inclosos a la llicència Creative Commons de l'article, tret que s'indiqui el contrari a la línia de crèdit; si el material no s'inclou sota la llicència Creative Commons, els usuaris hauran d'obtenir el permís del titular de la llicència per reproduir el material. Per veure una còpia d'aquesta llicència, visiteu <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>