



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

ELCHE (ESPAÑA)



ALUMNO: FRANCISCO GARCÍA FALCÓN
TUTOR: VÍCTOR MORENO PÉREZ

Comparación del ROM y fuerza isométrica máxima de la rotación glenohumeral en tenistas con historia de dolor del hombro

Resumen

Tener un déficit de Rotación Interna Glenohumeral (GIRD) y en la fuerza en el hombro dominante en comparación con el hombro no dominante se considera un factor de riesgo de lesión en tenistas profesionales, por lo que sería interesante conocer que factores pueden provocarlo. El objetivo de este estudio consistió en comparar los valores de fuerza isométrica máxima en la rotación interna (RI) y la rotación externa (RE) y el rango de movimiento (ROM) entre el hombro dominante y no dominante entre jugadores de tenis con historia de dolor de hombro. Veinte jugadores de tenis con una media de once años de práctica en tenis participaron en el estudio. El ROM del hombro se midió utilizando un inclinómetro manual. Mientras que la fuerza isométrica se midió utilizando un dinamómetro manual. El hombro dominante muestra valores del ROM inferiores en la RI y el ROM total del movimiento, mientras que en la RE los valores son superiores en comparación con el lado no dominante. La fuerza en la RI es mayor en el hombro dominante, en cuanto a la RE no existen prácticamente diferencias entre hombros. En la amplitud del hombro se han encontrado diferencias significativas en el ROM. Mientras que en las mediciones de fuerza existen diferencias significativas en la RI. En conclusión, la disminución de la fuerza rotadora interna y el ROM de la RI y RE, pueden ser indicativos de riesgo de lesión.

Palabras clave: Tenis, Hombro, Fuerza, Rango de movimiento, lesión.

Abstract

A Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) and strength in the dominant shoulder compared with the non-dominant shoulder is considered a risk factor for injury in professional tennis players, so it would be interesting to know what factors might cause. The aim of this study was to compare the values of strength in internal rotation (IR) and external rotation (ER) and the range of motion (ROM) between the dominant and non-dominant shoulder between tennis players with a history of shoulder pain. Twenty tennis players with an average of eleven years of tennis practice participated in the study. The shoulder ROM was measured using a manual inclinometer. While isometric strength was measured using a hand-held dynamometer. The dominant shoulder ROM shows lower values in the IR and the total ROM movement, while the ER values are higher compared with the non-dominant side. IR strength is higher in the dominant shoulder, as to ER virtually no differences between shoulders. In the amplitude of the shoulder were no significant differences in the ROM. While in strength measurements there are significant differences in IR. In conclusion, the reduction in internal rotator strength and ROM IR and ER may be indicative of risk of injury.

Key words: Tennis, Shoulder, Strength, Range of motion, Injury.

1. Introducción

El tenis es uno de los deportes más conocidos a nivel mundial, con practicantes en más de 210 países que se encuentran afiliados a la Federación Internacional de tenis (ITF, 2016).

Como sucede en toda actividad deportiva, la práctica habitual del tenis supone un aumento considerable de las posibilidades de padecer una lesión. Diversos autores afirman que la mayoría de las lesiones en el tenis se producen en las extremidades inferiores, (Steinbruck, 1999; Sallis et al., 2001; Kuhne et al., 2004; Jayanthi et al., 2005). Sin embargo, las lesiones por sobreuso tienen mayor incidencia en el tren superior (Winge, 1989; Hutchinson, 1995; Salli et al., 2001 y Letsel, 2004). Entre las más habituales encontramos las lesiones localizadas en la región anatómica del hombro con una incidencia entre el 25 y 47.7% (Pluim et al., 2006). Entre las lesiones más comunes encontramos la inestabilidad crónica del hombro (Mehdi nasab et al., 2007). Los músculos estabilizadores del hombro son los responsables del funcionamiento reequilibrado de este por medio de la retención de la cabeza del húmero en la fosa glenoidea durante la realización de las actividades funcionales (Mohammadi et al., 2009).

El tenis es un juego que se caracteriza por su dinámica intermitente, en el que los movimientos básicos se realizan constantemente con esfuerzos de moderada a alta intensidad (Kovacs, 2007). Debido a las múltiples repeticiones derivadas del juego, y realizadas mayoritariamente de forma unilateral, los tenistas desarrollan desequilibrios de fuerza y flexibilidad (Chandler et al., 1990; Ellenbecker et al., 2002). Este hecho, puede favorecer la producción de lesiones y limitación del rendimiento.

Entre estos desequilibrios, se ha constatado que la musculatura rotadora externa del hombro dominante tiene la función de frenar las acciones de golpeo. Generalmente, esta musculatura tiende a ser más débil que la rotadora interna de la misma extremidad (Ellenbecker y Roetert, 2003). Esta situación, favorece el desequilibrio en la articulación gleno-humeral y podría producir la inestabilidad articular y por consiguiente la lesión en el hombro. La medición por medio del test

isocinético se ha utilizado para comparar el equilibrio entre la musculatura rotadora del hombro (Ellenbecker y Roetert, 2003; Gozlan et al., 2006) y en menor medida las posibles diferencias existentes entre sujetos con historia de dolor en el hombro y sin historia en jugadores de tenis (Shanley et al., 2011).

Sin embargo, aunque el test isocinético se considera el "gold standard", no siempre es fácil de utilizar debido al alto coste y la configuración de laboratorio necesarias (Stark et al., 2011). Los dinamómetros de mano se consideran un instrumento fiable y válido para medir la fuerza muscular del hombro y una buena alternativa debido a su facilidad de uso, portabilidad, bajo coste, y su tamaño compacto (Cools et al, 2014; Riemann et al, 2010; Stark et al., 2011).

Además, los tenistas necesitan una flexibilidad adecuada principalmente en el hombro dominante para ejecutar los golpes de manera eficiente y para protegerlo de posibles lesiones. Sin embargo, los tenistas muestran deficiencias en el ROM y en la RI en el hombro dominante, (Moreno-Pérez et al., 2015). Cuando los tenistas tienen un déficit de la RI del hombro se produce una traslación anterior del hombro, lo que puede ocasionar una inestabilidad en la articulación (Moreno-Pérez et al., 2015). Actualmente se acepta que la definición de GIRD hace referencia a una disminución del movimiento de RI de la articulación. Actualmente, se acepta como valor de referencia una asimetría de 20° en la RI entre extremidades (Kibler et al., 2012).

Recientes estudios han demostrado que asimetría de 11-18° en la RI están asociados con una posible lesión en el hombro. También, Wilk et al., (2011) demostraron que un déficit en la RI glenohumeral de 18° se relacionó con un aumento de 1,9 veces más posibilidades de riesgo de lesión. Sin embargo, Moreno-Pérez et al. (2015) en un estudio llevado a cabo con tenistas profesionales, no observó diferencias significativas entre tenistas profesionales con historia de dolor y sin historia de dolor entre extremidades.

Por todo lo expuesto, es fundamental que se pudieran definir unos valores estándar en cuanto a rangos de movimiento y valores de fuerza medios para que los entrenadores, readaptadores, fisioterapeutas y médicos con el objetivo de conocer en qué momento puede existir el riesgo de que se produzca una lesión de hombro en sus

deportistas, así como para establecer programas de prevención de lesiones con mayor eficacia.

El objetivo de este estudio consistió en comparar los valores de fuerza isométrica máxima (RI y RE) y el ROM entre el hombro dominante y no dominante entre jugadores de tenis con historia de dolor de hombro con el fin de comprobar si los valores de estas mediciones presentan diferencias entre grupos.

2. Método

2.1. Participantes

Veinte jugadores de tenis varones pertenecientes a la Real Federación Española de Tenis (RFET) voluntarios para este estudio. Diecinueve de los tenistas tenían la extremidad derecha como dominante mientras uno tenía la izquierda como mano hábil. Todos los participantes fueron informados de las pruebas mediante un consentimiento escrito firmado previamente por los sujetos. Se tuvieron en cuenta varios criterios de inclusión, (i) todos los jugadores habían sufrido historia de lesión en el hombro, (ii) Actualmente no poseían historia de dolor. Se excluyeron aquellos jugadores que se encontraban medicándose por cualquier dolencia y presentasen dolencias derivadas de la aparición de daño muscular debido al entrenamiento.

Tabla 1

Características descriptivas (media \pm desviación estándar) de los jugadores de tenis

	<i>Sujetos del estudio (N = 20)</i>
Edad (años)	20.3 \pm 4.3
Altura (cm)	183 \pm 5.2
Peso (kg)	73.1 \pm 8.1
Años de práctica (Años)	11.6 \pm 5.3
Tiempo entrenamiento (Horas)	17.5 \pm 3.2

2.2. Procedimiento

El diseño del estudio consistió en dos mediciones en la articulación glenohumeral (una medición de la amplitud de la rotación y otra de la fuerza muscular isométrica de los músculos rotadores). A la llegada al centro a cada participante se le explicó el protocolo de medición y se le hizo una demostración en cada brazo. Una vez explicado el procedimiento, las mediciones se realizaron de manera aleatoria para el hombro dominante y no dominante siguiendo el criterio establecido por Ellenbecker et al. (2002).

El procedimiento se inició con el inclinómetro para medir la rotación total del hombro. El ROM de la RI y RE se midió con un inclinómetro manual (inclinómetro ISOMED Portland, Oregon), las extremidades dominantes y no dominantes fueron evaluadas siguiendo la metodología descrita por Cools et al. (2014). Este protocolo de pruebas ha demostrado una buena fiabilidad previamente (Cools et al., 2014).

Las mediciones de la fuerza del hombro se obtuvieron con un dinamómetro manual (Nicholas Prueba manual muscular, Co, Lafayette IN) en la misma posición tal y como se utiliza en los siguientes estudios (Cools et al, 2014; Coupepe et al, 2014). Los test de fuerza de la RE (Fig. 1) y RI (Fig.2) del hombro se realizaron en la posición supina con el brazo en 90° de abducción y 0° de rotación, en el plano escapular. El codo se flexionó a 90° y el examinador estabilizó el húmero presionándolo hacia abajo, hacia la mesa de la evaluación. El ángulo de las pruebas se comprobó mediante inspección visual. Para prueba de fuerza de RE, el sujeto en rotación externa, en contra del dinamómetro mientras que el dinamómetro se encuentra próximo a la apófisis estiloides cubital. El ensayo de resistencia RI, el sujeto en RI del hombro, en contra del dinamómetro, mientras que el dinamómetro se encuentra próximo la apófisis estiloides cubital.



Fig. 1. Rotación Externa (RE).



Fig. 2. Rotación Interna (RI).

El registro consistió en realizar 3 repeticiones de 5 segundos de duración con un esfuerzo máximo. Se cuenta con 30 segundos de descanso entre cada intento. Dinamómetro manual es capaz de registrar 0-500 N con una sensibilidad de 0,2 N. El dinamómetro se calibró antes de cada prueba.

2.3. Análisis de datos

En la mayoría de los estudios observados, las mediciones de la articulación glenohumeral han sido calculadas mediante un goniómetro con el sujeto en posición decúbito supino (Schmidt-Wiethoff et al., 2004; Hjelm et al., 2012). En este estudio, las mediciones del ROM se consiguieron con la suma de la RI y RE. Después de la suma de ambas se analizaron las diferencias de ROM absolutas (en grados) y relativas (en porcentaje) entre ambos hombros se calcularon en relación con el hombro no dominante para RI, RE y (ROM). En cuanto a las mediciones de fuerza se compararon los valores de la RI y RE entre los sujetos del grupo control (brazo no dominante) y los del grupo con dolor de hombro (brazo dominante).

2.4. Análisis estadístico

La media y la desviación típica de los lesionados del hombro, se calcularon para las siguientes variables: ROM, RI y RE (tanto de las extremidades dominantes como las de las no dominantes). Se analizaron las diferencias entre las mediciones de RI, RE y ROM para el brazo dominante y el no dominante. La normalidad de los datos se analizó mediante la estadística de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors. Se realizó un ANOVA para para comparar el ROM y la fuerza entre hombros dominante y no dominante en los tenistas. Todos los análisis se realizaron con el programa SPSS (versión 22, SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.) con un nivel de significación elegido en $p < 0.05$.

3. Resultados

Todos los sujetos del estudio han completado el protocolo de las pruebas sin ninguna incidencia. La tabla 2 muestra los datos referidos al ROM de la articulación glenohumeral. El ANOVA al analizar el ROM mostró diferencias significativas al comparar ambas extremidades. También se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al analizar la RI y RE por separado entre ambos grupos. En cuanto a los datos obtenidos, la diferencia media entre ambos brazos en la RI ha sido de 15.5° , lo que supone una diferencia de más de un 30% entre dominante y no dominante. En la RE la diferencia media ha sido de 7.1° , lo que se traduce en un 7.5% de diferencia relativa.

Tabla 2
Estadísticas (media \pm desviación estándar) de las diferentes mediciones de amplitud de la rotación glenohumeral recopilados.

(N = 20)	
ROM	
Dominante ($^\circ$)	142.6 \pm 14.8*
No dominante ($^\circ$)	151 \pm 11.3*
Diferencia ($^\circ$)	8.4
Diferencia relativa (%)	5.9
Rotación interna	
Dominante ($^\circ$)	48.5 \pm 11.7*
No dominante ($^\circ$)	64 \pm 10.2*
Diferencia ($^\circ$)	15.5
Diferencia relativa (%)	31.9
Rotación externa	
Dominante ($^\circ$)	94.1 \pm 8.6*
No dominante ($^\circ$)	87.1 \pm 9.6*
Diferencia ($^\circ$)	7.1
Diferencia relativa (%)	7.5

*Diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Los datos relativos a la fuerza muscular isométrica en la articulación glenohumeral se pueden observar en la Tabla 3. En lo referido a la fuerza producida en la RI, los valores muestran diferencias significativas ($p \leq 0.05$) al comparar el hombro dominante y el no dominante. No se han encontrado diferencias significativas en el análisis de la fuerza isométrica en la RE. Las diferencias relativas entre ambas

extremidades en la RI son de 19%, mientras que en la comparación en la RE son prácticamente inexistentes con un 0.3%.

Tabla 3

Estadísticas (media \pm desviación estándar) de las diferentes mediciones de fuerza de la rotación glenohumeral recopilados.

(N = 20)	
Rotación interna (fuerza)	
Dominante (N)	111.1 \pm 24.5*
No dominante (N)	90 \pm 19.2*
Diferencia (N)	21.1
Diferencia relativa (%)	19
Rotación externa (fuerza)	
Dominante (N)	73.2 \pm 12.1
No dominante (N)	72.9 \pm 12.8
Diferencia (N)	0.3
Diferencia relativa (%)	0.3

*Diferencias significativas ($p < 0.005$).

4. Discusión

La literatura previa sugiere que una disminución de la RI en la articulación glenohumeral en deportistas se asocia con un mayor riesgo de padecer lesiones en el hombro (Torres y Gómez., 2009; Wilk et al., 2011; Kibler et al., 2012). Además, varios autores observaron que el aumento de fuerza en la RI del hombro dominante sin el fortalecimiento simultáneo de los rotadores externos crearía una descompensación que podría aumentar el riesgo de lesión (Kibler et al., 1988; Winge et al., 1989; Wilk et al., 1993). El presente estudio consistió en comparar los valores de fuerza isométrica máxima (RI y RE) y el ROM entre ambos hombros en jugadores de tenis con historia de dolor de hombro con el fin de comprobar si la diferencia entre ambas articulaciones puede tener relación con el dolor en la articulación.

Nuestros resultados muestran una mayor diferencia en el ROM de la RI, donde el hombro dominante tiene una presentó una amplitud de 48.5° (\pm 11.7°). Mientras que en el no dominante es de 64° (\pm 10.2°). Por el contrario, la RE en el hombro dominante (94.1°) es superior al brazo no dominante (87.1°). Varios estudios encontraron resultados similares en la RI y el ROM total entre hombros (dominantes y no

dominantes) donde, además, observaron un riesgo mayor de lesión (Myers et al., 2006; Ruotolo et al., 2006; Shanley et al., 2011). Autores como Wilk et al. (2011) y Kibler et al. (2012) hallaron que con un déficit de 20° en la RI entre ambos hombros sí que existen diferencias significativas de riesgo de lesión. Por ejemplo, en el estudio llevado a cabo por Couppé et al., (2014) en el que compara el hombro dominante y no dominante en jugadores de bádmiton adolescentes. También se puede observar una disminución en la RI en el hombro dominante (42°) respecto al no dominante (51°). En cuanto al ROM, también disminuye el hombro dominante (146°) comparado con el no dominante (157°). En la RE no se encontraron diferencias significativas.

Las reducciones en la RI y el aumento de la RE en el brazo dominante se dan en múltiples deportistas de élite que realizan lanzamientos por encima de la cabeza como el beisball, tenis (Ellenbecker et al., 2002; Wilk et al., 2011; Almeida et al., 2013). Esto es considerado una adaptación de la articulación a los lanzamientos repetidos que se producen en el deporte (Kibler et al., 2013), además, podría ser una forma de proteger la articulación contra posibles lesiones (Burkhart et al., 2003).

El desequilibrio entra la musculatura agonista/antagonista se puede producir tanto por cambios en la flexibilidad de la articulación como por la fuerza, este desequilibrio puede ser provocado como una respuesta a la adaptación a unos patrones de movimiento incorrectos (Gabriel et al., 2012). El desequilibrio entre la musculatura de la RI y RE puede provocar alteraciones en el patrón de movimiento lo que puede conducir a cambios estructurales (Labriola et al., 2005).

En cuanto a la fuerza, en la RE los valores son prácticamente idénticos, por lo que no encontramos diferencias significativas. Sin embargo, la fuerza isométrica de la RI presentó diferencias significativas. El grupo del brazo dominante mostró una media de 111.1 N (\pm 24.5 N), mientras que el grupo del brazo no dominante presenta una fuerza de 90 N (\pm 19.2 N). Estos resultados coinciden con los de Jan y Benkalfate. (2012) quienes estudiaron sujetos con molestias en el hombro.

Diversos estudios demuestran que en lanzadores de béisbol profesionales muestran una mayor fuerza en la RI y menor en la RE en comparación con el hombro no dominante (Magnusson et al., 1994; Donatelli et al., 2000). La fuerza de la RI puede

umentar debido a los golpes, la función de la musculatura de la RE por la desaceleración del brazo después del golpeo con el fin de mantener la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea (Couppé et al., 2014). Si la musculatura no se mantiene equilibrada podría suponer un aumento del riesgo de lesión. Sería conveniente comparar los resultados del hombro dominante con un grupo control diferente al no dominante, ya que al no ser utilizada con la misma frecuencia los valores pueden ser muy diferentes.

En sujetos con historia de dolor, las comparaciones entre ambas extremidades son muy utilizadas para identificar las posibles deficiencias en la fuerza de los sujetos. Todas las articulaciones necesitan mantener unos valores deseables de ROM para que se pueda transferir la fuerza de manera eficiente para acelerar, desacelerar, estabilizar la articulación y realizar los movimientos deseados (Borsa et al., 2005). Esto es necesario porque un equilibrio entre la musculatura agonista y la antagonista hace que la articulación sea más estable y por tanto se reduzca la posibilidad de lesión (Borsa et al., 2005).

Una de las principales limitaciones del estudio ha sido el número de sujetos que han participado en la investigación. Esto se debe a la dificultad de encontrar un gran número de sujetos que hubieran tenido una lesión de hombro anteriormente y que actualmente no sufrieran ninguna molestia. Otra de las limitaciones ha sido que los programas de rehabilitación después de las lesiones de hombro no han sido controlados ni investigados por lo que puede suponer que tuvieran un ROM modificado en el momento del estudio. Por último, la falta de controles sobre los tipos de lesiones de hombro producidas. Saber los diagnósticos de cada lesión y así poder observar las diferencias entre sujetos con diferentes tipos de lesiones.

5. Conclusiones

En este grupo de tenistas el ROM del hombro en el lado dominante promedió menos ROM total y de la RI, y un aumento en la RE, en comparación con el lado no dominante. En cuanto a la fuerza isométrica, en el lado dominante la RI fue superior que en el lado no dominante sin mostrar diferencias en la RE entre ambas

extremidades. Por lo tanto, se sugiere que la disminución de la flexibilidad de la RI y del ROM podría ser un criterio para aplicar programas de prevención y rehabilitación de tenistas como un método para poder reducir la incidencia de lesiones en los tenistas.

Para futuras investigaciones sería considerable aumentar el tamaño de la muestra para obtener valores más precisos y que puedan servir como un valor de referencia en esta población. También sería interesante comparar los tenistas con historia de dolor de hombro con un grupo control y no solo con su extremidad no dominante, ya que los valores de referencia serán más parecidos entre sí.



Bibliografía

- Almeida, G. P. L., Silveira, P. F., Rosseto, N. P., Barbosa, G., Ejnisman, B., y Cohen, M. (2013). Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22(5), 602-607.
- Borsa, P. A., Wilk, K. E., Jacobson, J. A., Scibek, J. S., Dover, G. C., Reinold, M. M., y Andrews, J. R. (2005). Correlation of range of motion and glenohumeral translation in professional baseball pitchers. *The American journal of sports medicine*, 33(9), 1392-1399.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., y Kibler, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 19(4), 404-420.
- Chandler, A. D. (1990). *Strategy and structure: Chapters in the history of the industrial enterprise* (Vol. 120). MIT press.
- Cools, A. M., De Wilde, L., Van Tongel, A., Ceysens, C., Ryckewaert, R., y Cambier, D. C. (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.
- Coupe, C., Thorborg, K., Hansen, M., Fahlström, M., Bjordal, J. M., Nielsen, D., ... y Magnusson, S. P. (2014). Shoulder rotational profiles in young healthy elite female and male badminton players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(1), 122-128.
- Donatelli, R., Ellenbecker, T. S., Ekedahl, S. R., Wilkes, J. S., Kocher, K., & Adam, J. (2000). Assessment of shoulder strength in professional baseball pitchers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 30(9), 544-551.
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Bailie, D. S., Davies, G. J., y Brown, S. W. (2002). Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and

- baseball pitchers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12), 2052-2056.
- Ellenbecker, T., y Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of science and medicine in sport*, 6(1), 63-70.
- Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J. M., Fondarai, J., Gremeaux, V., Viton, J. M., y Delarque, A. (2006). [Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder]. In *Annales de readaptation et de medecine physique: revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique*. 49(1), pp. 8-15).
- Hjelm, N., Werner, S., & Renstrom, P. (2012). Injury risk factors in junior tennis players: A prospective 2-year study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(1), 40-48.
- Hutchinson, M. R., Laprade, R. F., Burnett, Q. M., Moss, R., y Terpstra, J. (1995). Injury surveillance at the USTA Boys' Tennis Championships: a 6-yr study. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(6), 826-831.
- ITF. International Tennis Federation 2016 [consultado 12/04/2016]. Disponible en: www.itftennis.com
- Jan, J., Benkalfate, T., y Rochcongar, P. (2012). The impact of recurrent dislocation on shoulder rotator muscle balance (a prospective study of 102 male patients). *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 55(6), 404-414.
- Jayanthi, N., Sallay, P. I., Hunker, P., y Przybylski, M. (2005). Skill-level related injuries in recreational competition tennis players. *Medicine Science Tennis*, 10(1), 12-15.
- Kibler, W. B., Kuhn, J. E., Wilk, K., Sciascia, A., Moore, S., Laudner, K., ... y Uhl, T. (2013). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology—10-year update. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 29(1), 141-161.

- Kibler, W. B., McQueen, C., y Uhl, T. (1988). Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clinics in sports medicine*, 7(2), 403-416.
- Kibler, W. B., Sciascia, A., y Thomas, S. J. (2012). Glenohumeral internal rotation deficit: pathogenesis and response to acute throwing. *Sports medicine and arthroscopy review*, 20(1), 34-38.
- Kovacs, M. M. S. (2007). Tennis physiology. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198.
- Kühne, C. A., Zettl, R. P., y Nast-Kolb, D. (2004). [Injuries-and frequency of complaints in competitive tennis-and leisure sports]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 18(2), 85-89.
- Labriola, J. E., Lee, T. Q., Debski, R. E., y McMahon, P. J. (2005). Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 14(1), 32-38.
- Letsel Informatie Systeem 1999–2003. Amsterdam: Consument en Veiligheid, 2004.
- Magnusson, S. P., Gleim, G. W., y Nicholas, J. A. (1994). Shoulder weakness in professional baseball pitchers. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(1), 5-9.
- Mehdi nasab, A., Marashi, A., y Sarrafan, N. (2007). Recurrent Anterior Shoulder Dislocation (Results with “Bristow” Procedure). *Iranian Journal Orthopedic Surgery*, 5(1), 6-11.
- Mohammadi, R., Nodehi-Moghaddam, A., A'rablou, A. M., y Kazem-Nezhad, A. (2009). Shoulder Key Exercises Effect on Isometric Torque of Glenohumeral Joint Movements in Healthy Young Females. *Journal of Rehabilitation*, 10(2), 21-27.
- Moreno-Pérez, V., Moreside, J., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2015). Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. *Manual therapy*, 20(2), 313-318.
- Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P., y Lephart, S. M. (2006). Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *The American journal of sports medicine*, 34(3), 385-391.

- Pluim, B. M., Staal, J. B., Windler, G. E., y Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *British journal of sports medicine*, 40(5), 415-423.
- Riemann, B. L., Davies, G. J., 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(8), 1175-1183.
- Ruotolo, C., Price, E., y Panchal, A. (2006). Loss of total arc of motion in collegiate baseball players. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 15(1), 67-71.
- Sallis, R. E., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G., & Simon, L. (2001). Comparing sports injuries in men and women. *International journal of sports medicine*, 22(06), 420-423.
- Sallis, R. E., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G., y Simon, L. (2001). Comparing sports injuries in men and women. *International journal of sports medicine*, 22(06), 420-423.
- Schmidt-Wiethoff, R., Rapp, W., Mauch, F., Schneider, T., & Appell, H. J. (2004). Shoulder rotation characteristics in professional tennis players. *International journal of sports medicine*, 25(02), 154-158.
- Shanley, E., Rauh, M. J., Michener, L. A., Ellenbecker, T. S., Garrison, J. C., y Thigpen, C. A. (2011). Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American journal of sports medicine*, 39(9), 1997-2006.
- Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM&R*, 3(5), 472-479.
- Steinbrück, K. (1999). [Epidemiology of sports injuries--25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care]. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 13(2), 38-52.

- Torres, R. R., y Gomes, J. L. E. (2009). Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *The American journal of sports medicine*, 37(5), 1017-1023.
- Wilk, K. E., Andrews, J. R., Arrigo, C. A., Keirns, M. A., & Erber, D. J. (1993). The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *The American journal of sports medicine*, 21(1), 61-66.
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., Fleisig, G. S., Porterfield, R., Simpson, C. D., Harker, P., ... y Andrews, J. R. (2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *The American journal of sports medicine*, 39(2), 329-335.
- Winge, S., Jørgensen, U., y Nielsen, A. L. (1989). Epidemiology of injuries in Danish championship tennis. *International journal of sports medicine*, 10(05), 368-371.

