



# Los desequilibrios musculares y su repercusión sobre la salud del tenista: Evaluación de la fuerza explosiva en los miembros inferiores mediante saltos

Javier Villaplana Velasco y Cristina Blasco Lafarga (ESP)

ITF Coaching and Sport Science Review 2016; 68 (24): 17-19

## RESUMEN

*El presente trabajo analiza si existen asimetrías a nivel de miembros inferiores en los tenistas; si estas asimetrías se reflejan de forma práctica sobre capacidades determinantes como la Fuerza Explosiva y la Fuerza Explosiva Elástica; y en caso afirmativo, de qué forma se ven afectadas por la fatiga. El estudio sostiene la hipótesis de que existen diferencias en las capacidades de fuerza útil a nivel de la musculatura de los miembros inferiores, y que estas diferencias o asimetrías musculares son fuente de lesiones en los tenistas en formación.*

**Palabras clave:** Tenis, asimetría, saltos, prevención de lesiones, salud  
**Recibido:** 08 Enero 2016  
**Aceptado:** 22 Enero 2016  
**Autor correspondiente:** Javier Villaplana Velasco  
**Correo electrónico:** javilla@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Para mantener el éxito en competición, los jugadores deben acelerar, decelerar, cambiar de dirección, moverse rápidamente y mantener el equilibrio al tiempo que generar repetidamente golpes óptimos hasta el final (Girard, Millet, 2008). Como consecuencia de estas características, la bibliografía refleja la aparición de lesiones. Incluso la asimetría, otra característica esencial del tenis, se reconoce como fuente de lesiones. Plum, Staal, Windler, Jayanthi (2006) exponen en su revisión que el tenis se caracteriza por lesiones muy variadas, aunque la mayoría de ellas se producen en el miembro inferior. Confirmando esta hipótesis, Hjelm, Werner, Renstrom (2012) citan en su estudio que las lesiones que se producen en el miembro inferior son las más comunes, llegando a suponer un 51% del total. En cuanto a la asimetría, hemos encontrado trabajos referidos a la asimetría en tronco y miembro superior, pero no en relación al miembro inferior. Aún así, podemos intuir la existencia de asimetría en miembro inferior, Carpes, Mota, Faria (2010) explican la asimetría bilateral existente incluso en actividades cíclicas como la carrera continua y el pedaleo, y su riesgo de lesiones en deportistas sanos. Esto nos hace pensar que si en deportes cíclicos existe asimetría en los miembros inferiores (mmii), en deportes acíclicos y asimétricos como el caso del tenis también tiene que darse esta situación.

Dentro de este contexto, el objetivo del siguiente estudio es a) comprobar la existencia de desequilibrios en los miembros inferiores en tenistas en formación, y b) en caso afirmativo, reflexionar sobre las consecuencias de los desequilibrios musculares del miembro inferior y sus posibles repercusiones sobre la salud del tenista.

## METODOLOGÍA

### Muestra

El número de sujetos participantes en el estudio fue de 5, todos ellos varones, con unos valores medios de: edad 14,2 (0,84), altura 170,2 (6,06) y peso de 59 (8,89). Su volumen de entrenamiento semanal es de 26 horas de lunes a viernes

repartidas en tres sesiones, dos por la mañana y una por la tarde. Las sesiones de la mañana corresponden a 2h30' de entrenamiento en pista y 1h30' de entrenamiento físico. La sesión de la tarde corresponde a 1h30' de entrenamiento en pista. Los miércoles no se realiza la sesión de la tarde.

### Procedimiento

Los sujetos fueron analizados en el mes de diciembre 2012. Todos ellos realizaron un calentamiento estandarizado de 10 minutos de duración que consistió en 5 minutos de carrera continua y ejercicios de movilidad dinámica (Meylan, Nosaka, Green, Cronin, 2010). No se realizaron estiramientos estáticos ya que en anteriores estudios se han demostrado efectos negativos en diferentes variables de los saltos (Meylan et al., 2010). Los ejercicios realizados fueron el SJ (squat jump) para la evaluación de la fuerza explosiva y el CMJ (countermovement jump) para la evaluación de la fuerza explosiva elástica. Cada ejercicio estuvo compuesto por 9 intentos (total 18 saltos) que se distribuyeron de la siguiente forma: 3 intentos con la pierna no dominante (ND), 3 intentos con la pierna dominante (D) y 3 intentos con las dos piernas de forma simultánea (2PR). El tiempo de recuperación entre cada uno de los saltos del mismo estilo fue de 30s. Entre bloques de 3 saltos la recuperación fue de 120s. (Meylan et al., 2010).

El test se realizó justo antes del inicio del entrenamiento de tenis de la mañana y se volvió a realizar a su finalización. Esta segunda vez sin calentamiento.

A cada uno de los participantes se les entregó un cuestionario, para conocer su edad, sexo y el tipo y grado de lesión que pudieran haber tenido durante el último año.

### Tratamiento y análisis de los datos

Los test fueron evaluados mediante células fotoeléctricas (Optojump next, Micrograte Srl, Bolzano, Italia) y los datos obtenidos fueron introducidos en el SPSS.20 para su posterior tratamiento estadístico, estableciendo la fatiga (pre test y post test), la cadena cinética (salto con pierna no dominante salto con

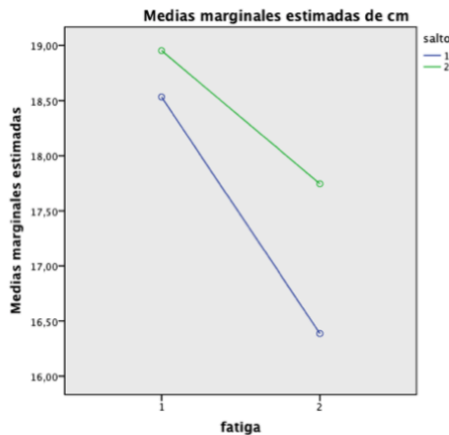
pierna dominante y salto con las dos piernas juntas), y el tipo de salto (SJ y CMJ) como variables independientes intra sujeto. Y por otro lado, la salud del deportista como variables independientes inter sujeto. Como variable dependiente se consideró la altura (cm).

El tratamiento estadístico utilizado fue un diseño de anova de medidas repetidas para las variables intra grupo y un anova para las comparaciones entre agrupaciones (inter grupo). Se analizó el mayor de los saltos realizados para cada uno de los ejercicios y deportista. El nivel de significación se estableció en  $p < 0.05$ .



**RESULTADOS**

La figura 1 muestra las diferencias del efecto de la fatiga entre la fuerza explosiva y la fuerza explosiva elástica.



Tras realizar la prueba de normalidad (Kolgomorov-Smirnov) y esfericidad (Mauchly) los resultados de la prueba de contrastes intra sujetos del ANOVA de medidas repetidas, muestran significación para todos los factores analizados y sus interacciones.

La tabla 1 nos permite comprobar que esta significación se mantiene a favor de pre test al comparar las diferencias entre el total de los saltos realizados previo al entrenamiento con ese mismo número de saltos al finalizar el entrenamiento. Además, también compara la diferencia existente entre los dos tipos de salto. Finalmente permite analizar la diferencia en función de la

musculatura implicada.

|           |            | Diferencia de medias (I-I) | Error típ. | P     | IC (95%)  |           |
|-----------|------------|----------------------------|------------|-------|-----------|-----------|
|           |            |                            |            |       | Lím. Inf. | Lím. Sup. |
| Salto     |            |                            |            |       |           |           |
| Total pre | Total Post | 1.677*                     | 0.175      | 0.001 | 1.192     | 2.161     |
| SJ        | CMJ        | -.890*                     | 0.3        | 0.041 | -1.1724   | -0.056    |
| Cadena    |            |                            |            |       |           |           |
| ND        | D          | -1.495*                    | 0.174      | 0.003 | -2.185    | -0.805    |
|           | 2PR        | -12.200*                   | 1.044      | 0.001 | -16.335   | -8.065    |
| D         | 2PR        | -10.705*                   | 1.094      | 0.002 | -15.036   | -6.374    |

Tabla 1. Resultados de la comparación por pares (ajuste de Bonferroni) para los factores fatiga, salto y cadena, considerados de forma aislada.

Cuando se analiza el efecto de la fatiga sobre los saltos observamos que ambos ejercicios acusan de forma significativa el entrenamiento. Y cuando se analiza la cadena observamos que tanto para la pierna no dominante como para el ejercicio con los dos pies existen diferencias significativas mientras que en el caso de la pierna dominante, la pérdida, aunque importante, no llega a ser significativa (tabla 2).

|     |      | Diferencia de medias (I-I) |        | Error típ. | P     | Lím. Inf. | Lím. Sup. |
|-----|------|----------------------------|--------|------------|-------|-----------|-----------|
| Pre | Post |                            |        |            |       |           |           |
| SJ  | 1    | 2                          | 2.147* | 0.241      | 0.001 | 1.478     | 2.816     |
| CMJ | 1    | 2                          | 1.207* | 0.207      | 0.004 | 0.632     | 1.781     |
| ND  | 1    | 2                          | 1.040* | 0.315      | 0.03  | 0.165     | 1.915     |
| D   | 1    | 2                          | 0.85   | 0.378      | 0.088 | -0.199    | 1.899     |
| 2PR | 1    | 2                          | 3.140* | 0.213      | 0.000 | 2.549     | 3.731     |

Tabla 2. Resultados de la comparación por pares (ajuste de Bonferroni) para las interacciones fatiga\*salto; fatiga\*cadena.

En la tabla 3 relacionan las interacciones entre la fatiga, la cadena y el salto, observando que para el SJ existe significación en función de la fatiga para todas las cadenas cinéticas propuestas, sin embargo para el CMJ solo se da significación en la fatiga cuando el salto se realiza con las dos piernas.

| Salto | Cadena | ()fatiga | ()fatiga | Diferencia de medias (I-I) | Error típ. | p     | IC (95%)  |           |
|-------|--------|----------|----------|----------------------------|------------|-------|-----------|-----------|
|       |        |          |          |                            |            |       | Lím. Inf. | Lím. Sup. |
| SJ    | ND     | pre      | post     | 1,380*                     | 0,292      | 0,009 | 0,569     | 2,191     |
|       |        | D        | pre      | post                       | 1,860*     | 0,445 | 0,014     | 0,626     |
|       | 2PR    | pre      | post     | 3,200*                     | 0,305      | 0,000 | 2,353     | 4,047     |
| CMJ   | ND     | pre      | post     | 0,7                        | 0,454      | 0,198 | -0,56     | 1,96      |
|       |        | D        | pre      | post                       | -0,16      | 0,518 | 0,773     | -1,599    |
|       | 2PR    | pre      | post     | 3,080*                     | 0,146      | 0,000 | 2,674     | 3,486     |

Tabla 3. Resultados de la comparación por pares (ajuste de Bonferroni) para las interacciones fatiga\*cadena\*salto.

**DISCUSIÓN**

A pesar de lo limitado de la muestra, este estudio confirma la hipótesis de la existencia de asimetría en los miembros inferiores de los tenistas. partir de nuestra búsqueda bibliográfica, parece que este estudio piloto es el primero que refleja esta asimetría, pues los trabajos Algunos de estos trabajos, Sanchis-Moysi et al. (2010) ya refieren que la asimetría de tronco puede deberse a diferencias en las cadenas cinéticas de los mmii, pero ninguno ha evaluado directamente esta musculatura. Posteriormente Sanchis-Moysi, Idoate, Izquierdo, Calbet, Dorado (2011) comprobaron la existencia de asimetría en los en los mmii para la musculatura del glúteo y para la del psoas iliaco, pero utilizando resonancias magnéticas. Esta asimetría funcional a nivel muscular ha sido relacionada con la salud de los deportistas

y su futuro riesgo de lesiones (Menzel et al., 2012); como también se ha confirmado que el nivel de fatiga es un factor directamente relacionado con este riesgo (Goodall, Pope, Coyle, Neumayer, 2012). Los resultados de nuestro estudio confirman la pérdida de fuerza explosiva (SJ) y de fuerza explosiva elástica (CMJ) tras acabar el entrenamiento, tanto si se consideran los saltos por separado como si se consideran de forma conjunta. Ello confirma que la fatiga reduce la capacidad de respuesta de los jugadores jóvenes, incrementando su riesgo de lesión en la parte final de los entrenamientos o esfuerzos de mayor duración e intensidad.

Por otro lado, a nosotros nos interesaba fundamentalmente lo que sucedía al comparar la pierna dominante con la no dominante. En este sentido hemos encontrado que cuando se ha considerado el total de saltos realizados con cada modalidad, la pérdida de altura ha resultado significativa, tanto para el salto con la pierna no dominante como para el salto con las dos piernas, mientras que para la pierna dominante no han existido diferencias significativas entre las mediciones pre y post entrenamiento. Esto hace pensar que la fatiga de la pierna no dominante puede ser determinante y puede que afecte directamente al salto con dos piernas. Esta descompensación en la aplicación de la fuerza podría estar asociada a las lesiones que se producen como consecuencias de las acciones explosivas que se realizan en el tenis.

### CONCLUSIÓN

Una vez realizado el estudio realizado, se concluye que: 1) puede existir asimetría en el miembro inferior; 2) esta asimetría puede afectar a los deportistas en modo de lesiones; 3) la fatiga afecta directamente a la altura de los saltos, sobretodo en la pierna no dominante. Por este motivo, durante los saltos a dos pies los sujetos compensan el estado fatiga con el segmento dominante; 4) la fatiga afecta en mayor medida a la fuerza explosiva que a la fuerza explosiva elástica.

### REFERENCIAS

- Carpes, F. P., Mota, C. B., Faria, I. E. (2010). On the bilateral asymmetry during running and cycling - a review considering leg preference. *Phys Ther Sport*, 11(4), 136-142. doi: 10.1016/j.pts.2010.06.005
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P. (2004). An isokinetic profile of trunk rotation strength in elite tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 36(11), 1959-1963.
- Girard, O., Millet, G. P. (2008). Neuromuscular fatigue in racquet sports. *Neurol Clin*, 26(1), 181-194; x. doi: 10.1016/j.ncl.2007.11.011
- Goodall, R. L., Pope, R. P., Coyle, J. A., Neumayer, R. (2012). Balance and agility training does not always decrease lower limb injury risks: a cluster-randomised controlled trial. *Int J Inj Contr Saf Promot*. doi: 10.1080/17457300.2012.717085
- Hjelm, N., Werner, S., Renstrom, P. (2012). Injury risk factors in junior tennis players: a prospective 2-year study.

*Scand J Med Sci Sports*, 22(1), 40-48. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01129.x

- Menzel, H. J., Chagas, M. H., Szmuchowski, L. A., Araujo, S. R., de Andrade, A. G., de Jesus, F. R. (2012). Analysis of Lower Limb Asymmetries by Isokinetic and Vertical Jump Tests in Soccer Players. *J Strength Cond Res*. doi: 10.1519/JSC.0b013e318265a3c8
- Meylan, C. M., Nosaka, K., Green, J., Cronin, J. B. (2010). Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions. *J Sports Sci*, 28(5), 545-554. doi:10.1080/02640411003628048
- Pluim, B. M., Staal, J. B., Windler, G. E., Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med*, 40(5), 415-423. doi: 10.1136/bjism.2005.023184
- Sanchis-Moysi, J., Idoate, F., Dorado, C., Alayon, S., Calbet, J. A. (2010). Large asymmetric hypertrophy of rectus abdominis muscle in professional tennis players. *PLoS One*, 5(12), e15858. doi:10.1371/journal.pone.0015858
- Sanchis-Moysi, J., Idoate, F., Izquierdo, M., Calbet, J. A., Dorado, C. (2011). Iliopsoas and gluteal muscles are asymmetric in tennis players but not in soccer players. *PLoS One*, 6(7), e22858. doi:10.1371/journal.pone.0022858

CONTENIDO ITF ACADEMY RECOMENDADO (HAZ CLICK ABAJO)



Derechos de Autor (c) Javier Villaplana Velasco y Cristina Blasco Lafarga 2016



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Textocompletodelalicensia](#)