

La velocidad del servicio y las fuerzas de reacción del piso ¿Se ven alteradas tras el juego prolongado?

Olivier Girard, Grégoire P. Millet & Jean-Paul Micallef.

Hospital de Ortopedia y Medicina del Deporte, Investigación y Centro de Formación de Qatar, Doha, QATAR.

RESUMEN

El rendimiento en el servicio puede deteriorarse cuando, debido a la fatiga, la fuerza muscular de los jugadores disminuye afectando a la contribución de los miembros inferiores en la realización de los golpes. El presente estudio examina este efecto e investiga la incidencia del juego de tenis prolongado sobre la velocidad del golpe y las fuerzas verticales máximas durante los primeros servicios (planos y cortados) y los segundos servicios (liftados). Se comentan los resultados y se proporcionan sugerencias para que los jugadores que entrenan puedan manejar los efectos de la fatiga.

Palabras clave: Fatiga, Servicio de tenis, Miembros inferiores.

Recibido: 21 de Diciembre de 2011

Aceptado: 31 de Enero 2012

Autor correspondiente: Olivier Girard, Hospital de Ortopedia y Medicina del Deporte, Investigación y Centro de Formación de Qatar, Doha, QATAR.

Email: oliv.girard@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los análisis biomecánicos recientes del servicio de tenis se han concentrado en la cinemática de las extremidades inferiores (movimientos), fuerzas de reacción del suelo o en la actividad EMG de ciertos músculos de las piernas, subrayando la importancia de un fuerte impulso de un miembro inferior para

producir servicios eficientes (Bonnetoy y cols. 2009; Girard y cols. 2005; Reid y cols. 2008). Se ha observado una disminución de la fuerza voluntaria isométrica máxima de los extensores de ambas rodillas (Girard y cols. 2008) y flexores plantares (Girard y cols. 2011) tras jugar al tenis de forma prolongado (3-h). Sin embargo, la pérdida de fuerza por la fatiga - medida en las contracciones aisladas del músculo de la pierna - no necesariamente refleja cambios de participación del miembro inferior durante movimientos multi segmentarios dinámicos/funcionales y complejos como los golpes de tenis (Wilson y Murphy, 1996). Por lo tanto, no está claro si la fatiga realmente altera la eficiencia del golpe mediante una contribución modificada del miembro inferior en el servicio.

El objetivo de este estudio es analizar el impacto que tiene jugar al tenis de forma prolongada sobre la velocidad de la pelota y las fuerzas verticales máximas de reacción del suelo durante la ejecución de tres tipos diferentes de saque.

MÉTODOS

Participaron en el estudio nueve tenistas de competición (mediana \pm SD: edad 26.1 \pm 4.7 años; altura 181.5 \pm 6.8 cm; masa corporal 76.3 \pm 7.6 kg) regional a nacional (Número de Tenis Internacional (ITN) de 2 a 4).



Figura 1. Las fuerzas verticales máximas y la velocidad de la pelota tras el impacto se determinaron mediante una plataforma de fuerza y un radar respectivamente.

Ejecutaron al azar 10 saques planos (primero, SP) 5 cortados (primero, SC) y 5 saques liftados (segundo SL) antes y después de un partido de tenis de 150 min. contra un adversario de nivel similar. Todos los servicios se realizaron desde la cancha de iguales. Las fuerzas verticales máximas y la velocidad de la pelota tras el impacto se determinaron para cada servicio mediante una plataforma de fuerza (dimensión: 100 x 80 x 7 cm; Captels, Francia) y radar (precisión: 0.1 km.h⁻¹; Stalker, USA) fijado en un trípode de 2.5 m de altura situado dos metros detrás de los jugadores, respectivamente (Figura 1). El ritmo cardíaco se registró continuamente y se promedió cada cinco segundos durante el partido utilizando telemetría de radio de rango corto (S610; Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia). Los valores son medias \pm S.D, comparados por ANOVA.

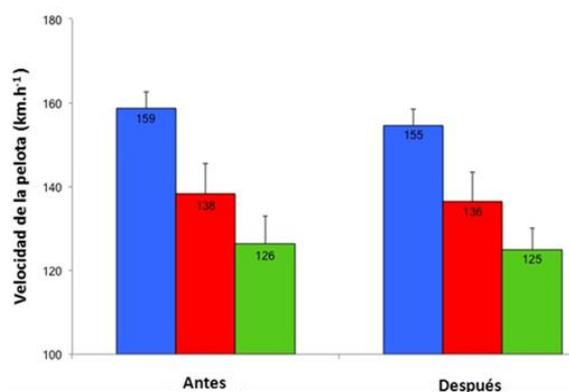


Figura 2. La velocidad de la pelota durante el primer servicio (barras azules), cortado (barras rojas) y liftados (barras verdes) antes y después del juego de tenis prolongado (150-min).

RESULTADOS

La velocidad de la pelota no cambió de antes a después del partido, en ninguno de los tipos de saque (Figura 2). En el estado de fatiga, las fuerzas verticales máximas eran un 8.2% más altas ($P < 0.05$) para el SL, pero no cambiaban en el SP y SC (Figura 3).

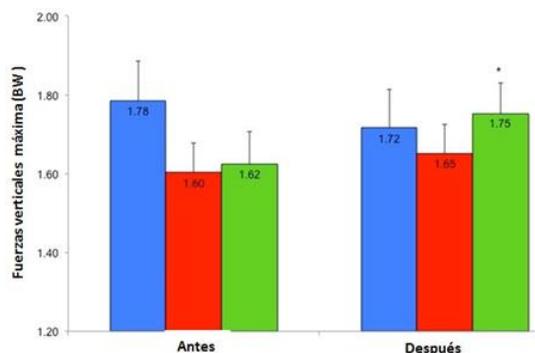


Figura 3. Las fuerzas verticales máximas durante el primer servicio (barras azules), cortado (barras rojas) y liftado (barras verdes) antes y después del juego de tenis prolongado (150-min).

verdes) antes y después del juego de tenis prolongado (150-min). * $P < 0.05$, significativamente diferente del anterior

No se encontró correlación significativa entre los cambios en las fuerzas verticales máximas y la velocidad de la pelota ($0.03 < r < 0.62$; $P > 0.05$) antes y después del partido. Durante el partido de 150 minutos, el ritmo cardíaco medio era de 140 ± 8 latidos/min, lo cual representa una intensidad media de $75 \pm 7\%$ del ritmo cardíaco máximo (estimado como 220-edad).

COMENTARIO

Durante las dos últimas décadas se ha investigado ampliamente la frecuencia de la fatiga en el rendimiento del tenis de alto nivel (Davey y cols. 2002; Vergauwen y cols. 1998). Esas investigaciones indican que la fatiga durante un partido de tenis o un protocolo experimental se manifiesta mediante golpes sin "timing" (menor velocidad y precisión). De acuerdo con otra investigación (Hornery y cols. 2007), sin embargo, la velocidad de la pelota no cambiaba tras jugar al tenis de forma prolongada. Los distintos resultados obtenidos en los estudios sobre el efecto de la fatiga en la eficiencia del servicio de tenis pueden deberse a la discrepancia en el tipo de servicio, el diseño del protocolo de fatiga o las características de los tenistas. Sobre este último punto, al comparar el efecto de la fatiga sobre la calidad del golpe de derecha de ataque entre jugadores de tenis de mesa de alto nivel y los aficionados, Aune y cols. (2008) demostraron que el nivel de juego mejora el potencial para ajustar las estrategias de coordinación motriz y minimizar los efectos negativos de la fatiga física.

En el estado de fatiga, las fuerzas verticales máximas permanecieron inalterables en el SP y el SC. En línea con estos resultados, no se observaron cambios significativos en la fuerza explosiva- medida desde la posición agachada (en cuclillas) y saltos contra-movimientos - después de un protocolo de partido de tenis de la misma duración (Girard y cols. 2006). Inesperadamente, nuestros resultados también mostraron mayores fuerzas verticales máximas durante el SL bajo fatiga. Como la velocidad de la pelota no cambió, esta mayor participación de los miembros inferiores durante el SL sugiere que la contribución de otros segmentos del cuerpo involucrados en la cadena cinética (tronco, miembros superiores) podría alterarse con la fatiga (Figura 4). Esto se apoya aún más con la ausencia de correlación significativa entre los cambios en las fuerzas verticales máximas y la velocidad de la pelota antes y después del partido, como ya se vio en el estado no fatigado (Girard y cols. 2005). Dado que la etiología de la fatiga muscular durante el juego de tenis prolongado es compleja y puede incluir tanto factores musculares (contractilidad muscular) como neurales (activación muscular) (Girard y cols. 2008; Girard y cols. 2011), los mecanismos de compensación en varios niveles de la cadena cinemática de coordinación pueden actuar demorando los efectos de la fatiga, manteniendo así eficientemente la velocidad del servicio. Es posible que esta compensación del

tronco y/ o músculos de los miembros superiores pueda obtenerse con mayor dependencia en los miembros inferiores durante el SL. Este punto de vista es coherente con otros que muestran que bajo fatiga, la coordinación segmentaria de los movimientos complejos puede readaptarse. En un estudio del aumento de fatiga de jugadores de waterpolo de elite, Royal y cols. (2006) observaron modificaciones en la habilidad técnica a pesar de no existir reducción en la precisión de los tiros ni en la velocidad. Bonnard y cols. (1994) también estudiaron los movimientos multi-segmentarios bajo fatiga y mostraron que los saltitos se podían mantener durante largos períodos utilizando diferentes estrategias de coordinación.

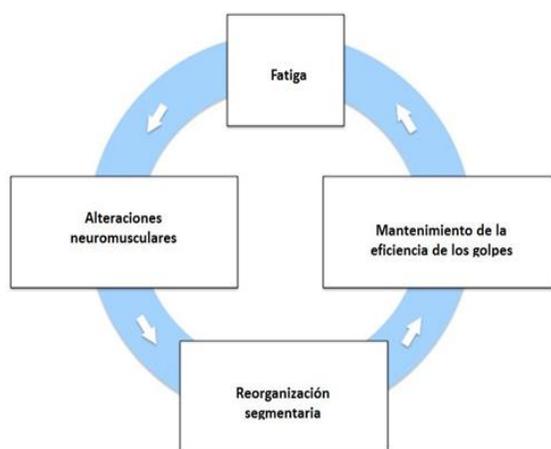


Figura 4. Modelo hipotético de la eficiencia del servicio preservada bajo fatiga.

CONCLUSION

Después de un partido de tenis prolongado, la velocidad de la pelota permaneció inalterable pero los efectos de la fatiga sobre el impulso de los miembros inferiores fueron diferentes según el tipo de servicio. Esto puede indicar una modificación de la coordinación inter-segmentaria para mantener la eficiencia del golpe bajo fatiga que requiere más datos de EMG ("timing", activación muscular) y cinemáticos (velocidades lineares y angulares, ángulos de la articulación), sobre los segmentos corporales de las piernas, del tronco y del brazo. Los resultados obtenidos en el servicio deben expandirse a los golpes de fondo con, paralelamente, un control estricto de la calidad del golpe incluyendo no solamente la velocidad sino también medidas estandarizadas y fiables de precisión.

IMPLICACIONES PARA EL ENTRENAMIENTO

Una característica del sistema neuromuscular es su adaptabilidad. El entrenamiento de jugadores de competición debe, por lo tanto, concentrarse en mejorar su habilidad no solamente para resistir la fatiga, sino, lo que es más importante, para ajustar la coordinación ante la fatiga. En otras palabras, es importante desarrollar mecanismos

compensatorios en varios niveles de la cadena inter segmentaria para mantener la eficiencia del golpe cuando se juega durante varias horas. Para ampliar el repertorio de destrezas motrices de un jugador, se recomienda el uso de situaciones pre-fatiga (rebote, salto en profundidad, ejercicios pliométricos, balón medicinal) de grupos musculares específicos (i.e. extensores de la rodilla, rotadores internos del hombro) seguidos de entrenamiento interválico de alta intensidad en cancha - posiblemente utilizando la versión de entrenamiento de la prueba incremental específica para tenis CREOPP (Girard y cols. 2006)

REFERENCIAS

- Aune TK, Ingvaldsen RP, Ettema GJ. Effect of physical fatigue on motor control at different skill levels. *Percept Mot Skills*. 2008;106(2):371-386. <https://doi.org/10.2466/pms.106.2.371-386>
- Bonnard M, Sirin AV, Odsson L, Thortensson A. Different strategies to compensate for the effects of fatigue revealed by neuromuscular adaptation processes in human. *Neurosci. Lett*. 1994;166:101-105. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(94\)90850-8](https://doi.org/10.1016/0304-3940(94)90850-8)
- Bonnefoy A, Slawinski J, Leveque JM, Riquet A, Miller C. Relationship between the vertical racquet head height and the lower limb motions of elite players' flat serve. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 2009;12(1):55-57. <https://doi.org/10.1080/10255840903065522>
- Girard O, Micallef J-P, Millet GP. Lower-limb activity during the power serve in tennis: influence of performance level. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(6):1021-1029.
- Girard O, Lattier G, Micallef J-P, Millet GP. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction and explosive strength during prolonged tennis playing. *Br J Sports Med*. 2006;40(6):521-526. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023754>
- Girard O, Chevalier R, Levêque F, Micallef J-P, Millet GP. Specific incremental test in tennis. *ITF Coaching and Sport Science Review*. 2006;38:13-15. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.05.005>
- Girard O, Lattier G, Maffioletti NA, Micallef JP, Millet GP. Neuromuscular fatigue during a prolonged intermittent exercise: application to tennis. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(6):1038-1046. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01032.x>
- Girard O, Racinais S, Micallef J-P, Millet GP. Spinal modulations accompany peripheral fatigue during prolonged tennis playing. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(3):455-464.
- Hornery D, Farrow D, Mujikal, Young W. Caffeine, carbohydrate, and cooling use during prolonged simulated tennis. *Int J Sports Physiol Perform* 2007;2(4):423-438. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2.4.423>
- Reid M, Elliott BC, Alderson J. Lower limb coordination and shoulder joint mechanics in the tennis serve. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40(2):308-315. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31815c6d61>
- Royal K, Farrow D, Mujika I, Halson S, Pyne D, Abernethy B. The effects of fatigue on decision making and shooting skill performance in water polo players. *J Sports Sci*. 2006;24(8):807-815. <https://doi.org/10.1080/02640410500188928>
- Vergauwen L, Spaepen AJ, Lefevre J, Hespel P. Evaluation of stroke performance in tennis. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(8):1281-1288. <https://doi.org/10.1097/00005768-199808000-00016> <https://doi.org/10.1097/00005768-199808000-00017>
- Wilson GJ, Murphy AJ. The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. *Sports Med*. 1996;22:19-37. <https://doi.org/10.2165/00007256-199622010-00003>

CONTENIDO ITF ACADEMY RECOMENDADO (HAZ CLICK ABAJO)



Derechos de Autor (c) 2012 Olivier Girard, Grégoire P. Millet & Jean-Paul Micallef.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 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.

[Resumendelicencia](#) - [Textocompletodelalicencia](#)