



MÁSTER UNIVERSITARIO EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD

Universidad Miguel Hernández de Elche

Efecto agudo de la fatiga generada por un partido de fútbol en medidas de rendimiento neuromuscular en jugadores adolescentes de fútbol

José Antonio Durá Vaquera

Director:

Dr. Int. Francisco Ayala Rodríguez

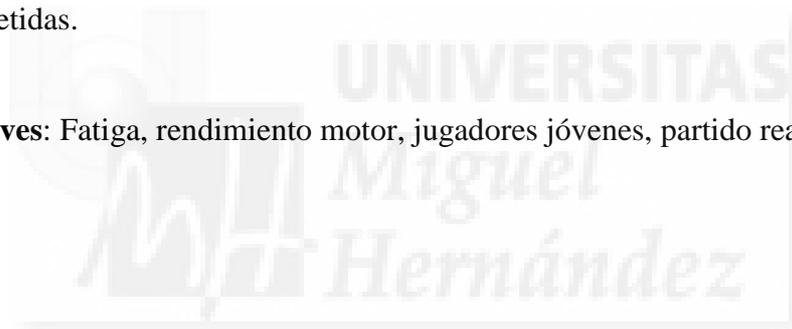
Elche, 2017

Efecto agudo de la fatiga generada por un partido de fútbol en medidas de rendimiento neuromuscular en jugadores adolescentes de fútbol

Resumen:

El objetivo principal de este proyecto de investigación será analizar el efecto agudo de la fatiga generada por un partido de fútbol en medidas de rendimiento motor (agilidad, velocidad, fuerza y pliometría) en jugadores jóvenes de fútbol. Un total de 50 jugadores de fútbol de edades comprendidas entre 15-16 de diferentes equipos de fútbol del campeonato amateur de la federación de la Comunidad Valenciana de fútbol formaran parte del presente estudio. Así, todos los participantes serán evaluados antes y después de un partido real de fútbol en medidas de rendimiento motor como el sprint (10, 20 y 30 m), altura de salto, agilidad, rango de movimiento articular, velocidad de conducción de balón y técnica de caída tras acciones múltiples de salto vertical. Tras el periodo de intervención, los datos serán analizados empleando una prueba ANOVA de medidas repetidas.

Palabrasclaves: Fatiga, rendimiento motor, jugadores jóvenes, partido real de fútbol.

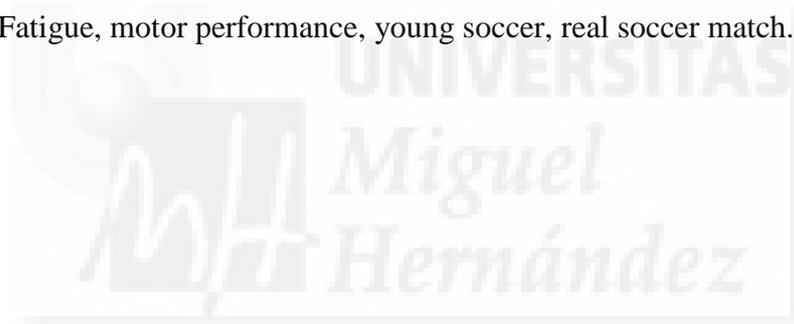


Acute effect of fatigue generated by a soccer match on measures of neuromuscular control in adolescent soccer players.

Abstract:

The main objective of this research project will be to analyze the acute effect of fatigue generated by a football game on measures of motor performance (agility, speed, strength and plyometry) in young soccer players. A total of 50 soccer players aged 15-16 from different football teams from the amateur championship of the Valencia Football Federation were part of the present study. Thus, all participants will be evaluated before and after a real soccer match in motor performance measures such as sprint (10, 20 and 30 m), jump height, agility, joint range of motion, ball speed and Fall technique after multiple vertical jump actions. After the intervention period, the data will be analyzed using a repeated measures ANOVA test.

Keywords: Fatigue, motor performance, young soccer, real soccer match.



1. INTRODUCCIÓN

La práctica regular de actividad física y el nivel de competencia motriz son considerados requisitos importantes para la salud de los niños y adolescentes (Ekelund et al., 2007; Kriemler, Manser-Wenger, Zahner, Braun-Fahrlander, Schindler, y Puder, 2008; Ortega, Ruiz, Castillo y Sjöström, 2008). La participación activa en deportes organizados en la infancia se asocia positivamente con mayores niveles de práctica de actividad física en la edad adulta (Kerssemakers, Fotiadou, de Jonge, Karantanas y Maas, 2009; Telama, Yang, Viikari, Välimäki, Wanne, y Raitakari, 2005). Por lo tanto, y desde una perspectiva individual, socioeconómica y de cuidado de la salud, es importante la promoción de suficiente práctica de actividad física durante la infancia (Ekelund et al., 2007). Se recomienda que los niños acumulen al menos 60 minutos de actividad física de intensidad moderada a vigorosa todos los días (US Department of Health and Human Services, 2011; Organización Mundial de la Salud, 2015). Así, el deporte puede servir como una buena herramienta de práctica de actividad física para los niños (Faude, Kerper, Mulhaupt, Winter, Beziel, Junge, y Meyer, 2010). En este sentido, y puesto que el fútbol es el deporte más popular en todo el mundo, siendo la mayor parte de sus practicantes menores de 18 años (FIFA Big Count, 2007), éste podría poseer un gran potencial para inducir efectos beneficiosos sobre la salud y contribuir a la adopción de un estilo de vida saludable durante toda la vida (Bangsbo, Junge, Dvorák y Krstrup, 2014).

El fútbol es un deporte muy exigente desde el punto de vista físico que implica acciones de sprint, cambios de dirección y sentido a la máxima velocidad, saltos, así como técnicas de driblar, disparar y pasar (Faude, Rossler y Junge, 2013; Krstrup, Aagaard, Nybo, Petersen, Mohr y Bangsbo, 2010). Estas situaciones de alta intensidad conllevan un notable riesgo de lesión en sus practicantes, siendo especialmente relevante en niños donde sus procesos de maduración y crecimiento pueden colocarlos en una situación de alto riesgo (Bastos, Vanderlei, Vanderlei, Júnior y Pastre, 2013). En este sentido, un reciente estudio epidemiológico llevado a cabo en niños (de 7 a 14 años) informó de una incidencia de lesiones de 0.61 por cada 1000 horas de exposición, además de un incremento en las tasas de incidencia asociado con la edad (Rossler et al. 2015). Dichas lesiones ocurren principalmente en las extremidades inferiores (71-80%), con una baja proporción (5%) de lesiones por sobreuso y una alta proporción (20%) de esguinces traumáticos agudos en las articulaciones del tobillo y rodilla (Le Gall et al., 2006; Price, Hawkins, Hulse, y Hodson, 2004; Rumpf y Cronin, 2012).

Por lo tanto, parece ser importante la implantación temprana de programas de prevención de lesiones en las sesiones de entrenamiento para contrarrestar el potencial riesgo de lesión asociado a la práctica del fútbol. Sin embargo, y antes de aplicar dichos programas, es importante conocer los factores de riesgo inherentes a este fenómeno. Una gran variedad de factores de riesgo de lesión han sido propuestos en la literatura científica, entre los que destacan la fuerza muscular excéntrica de los extensores de la rodilla durante las acciones que requieren rápidas desaceleraciones (Simonsen et al. 2000); la dominancia de la pierna (definida como un desequilibrio en la fuerza), la coordinación y el control entre las dos extremidades inferiores (Myer, Ford, y Hewett, 2004), el valgo de rodilla durante las tareas que implican la flexión de la cadera y rodilla (Hewett et al., 2005; Myer, Ford, y Hewett, 2004), las tareas reactivas que proporcionan tiempo insuficiente para realizar los ajustes posturales necesarios (Besier, Lloyd, Ackland, y Cochrane, 2001), déficits en el control postural (Ross, Guskiewicz, Gross, y Yu, 2008), la dominancia del tronco (definida como un desequilibrio entre las demandas inerciales del tronco y la capacidad del "core" para resistir las perturbaciones al centro de masa) (Hewett, Ford, Myer, y Slauterbeck, 2005; Myer, Brent, Ford, y Hewett, 2011) y la fatiga.

Sin embargo, la interacción de múltiples factores podría incrementar aún más la probabilidad de sufrir una lesión. Así, un descenso en el rendimiento motor de un niño causado por la fatiga podría provocar, por ejemplo, un deterioro en la estabilidad postural (Paillard, 2012), una alteración en la técnica de aterrizaje tras acciones de salto que lleva a generar un valgo de rodilla (Shultz et al. 2015), o una disminución en la coordinación (Cortis et al., 2011). Esto podría justificar el hecho de que la mayor parte de las lesiones ocurren al final de los partidos, donde la fatiga muscular es más evidente.

La interacción entre fatiga y rendimiento motor ha recibido atención en la literatura científica en jóvenes jugadores de fútbol. Así, por ejemplo, el estudio de Stone y Oliver (2009), concluyó que el rendimiento de ejercicio intermitente prolongado perjudicó significativamente la capacidad de driblar con la pelota. También, el estudio de Pau, Ibba, y Attene (2014), obtuvo que los jugadores con fatiga mostraron un rendimiento reducido del sistema de control postural dinámico. Siguiendo esta línea, el estudio de Brito et al. (2012), comentaba que el partido de fútbol disminuía la estabilidad postural. Además, el estudio de Zemková y Hamar (2009) decía que la fatiga inducida por el partido de fútbol aumenta el tiempo de contacto con el suelo en la caída tras un salto, complementado con un deterioro del equilibrio dinámico y del rendimiento en agilidad.

Por lo tanto, el objetivo principal de este Trabajo Final de Master será conocer el efecto agudo de la fatiga provocada por un partido real de fútbol sobre medidas de rendimiento neuromuscular en adolescentes jugadores de fútbol

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Participantes

La muestra estará conformada por 50 jugadores adolescentes de 15-16 años. Todos ellos, pertenecerán a clubes de fútbol de la categoría primera cadete de la Federación de Fútbol de la Comunidad Valenciana. Los jugadores deberán practicar fútbol activamente al menos 2 veces a la semana.

Como criterios de exclusión se definirán los siguientes: a) no asistir a una de las sesiones de evaluación; b) sufrir alguna patología musculoesquelética que pudiese verse agravada con la ejecución de las distintas pruebas de evaluación del rendimiento motor seleccionadas; c) tomar la decisión de abandonar el equipo, causando una baja en la plantilla ya comenzadas las pruebas de evaluación; y d) participar menos de 30 minutos en el partido.

Los participantes serán informados de los riesgos del estudio y tanto ellos como sus padres o tutores firmarán un consentimiento informado (Declaración de Helsinki de 1975 y 2000). El Comité de Ética de la universidad dará su aprobación para la realización del estudio.

2.2 Diseño

El presente estudio tendrá un diseño pre-test y post-test donde se analizará el efecto de un partido de fútbol sobre medidas de rendimiento neuromuscular. En este sentido, como variable independiente se establecerá los 4 partidos de fútbol necesarios para valorar las variables dependientes seleccionadas. Así, como variables dependientes se establecerán: el tiempo de sprint; el rango de movimiento de las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo; la altura de salto; el tiempo en Illinois; el tiempo en Slalom dribble y el análisis de la técnica de salto.

Las pruebas se desarrollarán tanto en el terreno de juego como en superficies planas fuera de él. Para las pruebas sobre el césped se utilizará el calzado de juego, mientras que para las externas al mismo se utilizará calzado deportivo normal. Cada uno de los test se realizará dos veces. La semana previa a cada una de las pruebas se realizará una sesión de

familiarización con los jugadores y durante los entrenamientos, con el objetivo de conocer la técnica de ejecución.

Para la realización de cada uno de los test se llevará a cabo un calentamiento previo a la prueba pre-partido. El calentamiento consistirá en una carrera continua, movilidad articular de la extremidad inferior (tobillos, rodillas, caderas) y superior (hombros, codos y muñecas), propiocepción del tren inferior y estiramientos dinámicos de los principales grupos musculares de la extremidad inferior (cuádriceps, isquiosurales, aductores y tríceps sural) (1 ejercicio por grupo muscular y 1 serie de 30 movimientos cíclicos por ejercicio).

2.3 Medidas de rendimiento neuromuscular

2.3.1 Tiempo en el sprint 10, 20 y 30 metros

La capacidad de aceleración y de máxima velocidad en 30 metros será evaluada mediante la acción de esprintar durante 30 metros, registrando el tiempo de paso en 10 y 20 metros. Para ello se utilizarán células fotoeléctricas (Microgate, Italy). Se colocarán células en la salida, a los 10 metros de la salida, a los 20 metros y la última a 30 metros de la salida, siendo los jugadores instruidos en que deberán correr a la máxima velocidad desde la salida hasta que crucen la última fotocélula. Cada futbolista se situará a 0.5 metros de la primera fotocélula, con un pie adelantado y el tronco ligeramente inclinado hacia adelante. Las fotocélulas se colocarán a la altura de las caderas de los jugadores. Cada jugador realizará dos ensayos, más otro si fuese necesario. El jugador dispondrá entre tres y cinco minutos de descanso entre cada ensayo.

2.3.2 Altura de salto

Prueba de salto para medir la fuerza explosiva de las extremidades inferiores. Los jugadores realizarán un salto con contra-movimiento (CMJ) utilizando una plataforma de contacto (Ergojump, Bosco-Systems, Rome, Italia). El CMJ se llevará a cabo de pie y con las piernas rectas. Se realiza el salto comenzando con un ciclo de acortamiento y estiramiento de las extremidades inferiores hasta un ángulo de rodilla de aproximadamente 90° y las manos se mantienen en las caderas durante el proceso, para evitar cualquier efecto de brazo-swing. Se llevará a cabo el CMJ tanto en apoyo bipodal como monopodal para cada extremidad. La altura de salto se determinará en base a tiempo de vuelo. Cada jugador realizará 2 saltos intercalados con un descanso de 1 minuto entre cada ensayo. La altura de salto será calculada

en cm, y el mejor intento de cada modalidad será seleccionado para el posterior análisis estadístico.

2.3.3 Agilidad

La prueba de agilidad Illinois se utiliza comúnmente en el fútbol (Kilding et al., 2008, Katis y Kellis 2009, Amiri-Khorasani et al., 2010). Se ha reportado que la fiabilidad de esta prueba es alta (ICC = 0,85) (Katis y Kellis 2009). La longitud de la zona es de 10m, mientras que la anchura (distancia entre los puntos de inicio y final) es de 5m. Se colocarán cuatro conos en el centro del área de prueba a una distancia de 3,3 m uno del otro. Se utilizarán otros cuatro conos para marcar el inicio, el final y dos puntos de giro. Cada futbolista se situará a 0.5 metros de la primera fotocélula, con un pie adelantado y el tronco ligeramente inclinado hacia adelante.

El tiempo comenzará con la señal de "YA", y los participantes comenzarán a correr lo más rápido posible. La prueba finalizará cuando los jugadores crucen la línea de meta sin haber contactado con los conos (figura 1). Dos ensayos serán realizados por cada participante con la mejor puntuación (tiempo) utilizada para el análisis (Kilding et al., 2008; Amiri-Khorasani et al., 2010). Si un cono fue derribado o el participante no siguió el camino prescrito, el ensayo fue cancelado. Dos fotocélulas se utilizaron en la prueba, una colocada en la salida y otra en la línea de meta.



Figura 1: salida y llegada del test de agilidad Illinois.

2.3.4 Rango de movimiento (ROM)

Se mide el ROM articular pasivo máximo disponible en la articulación de la cadera, rodilla y tobillo mediante las pruebas de ROM articular de los rangos de movimiento a medir. Los jugadores serán instados a realizar dos intentos máximos para cada una de las pruebas de valoración y segmento corporal (dominante y no dominante). Para la sesión de valoración se utilizará una camilla ajustable y como instrumento de medición se utilizará un inclinómetro

ISOMED Unilevel con varilla telescópica, siguiendo las recomendaciones de Gerhardt (1994) y Gerhardt, Cocchiarella y Lea (2002). Cada participante será valorado con ropa deportiva y sin calzado. Se permitirá un periodo de descanso de 2 minutos entre las pruebas de valoración (Ayala y Sainz de Baranda, 2011) con un descanso de aproximadamente 30 segundos entre cada uno de los dos intentos máximos para cada prueba.

El resultado final de cada intento máximo para cada una de las pruebas de valoración será determinado por uno o varios de los siguientes criterios: 1) el explorador era incapaz de ejecutar de forma lenta y progresiva (sin tirones) el movimiento articular evaluado debido a la elevada resistencia desarrollada por el/los grupo/s muscular/es estirados durante la maniobra exploratoria (American Academic of Orthopedic Association, 1965); 2) el participante avisaba de sentir tensión o una sensación de estiramiento muscular que acarrea un discomfort importante (Ekstrand et al., 1982; Zakas, Vergou, Grammatikopoulou, Sentelidis y Vamvakoudis. 2003; Nelson y Bandy, 2004); o 3) ambos exploradores apreciaban algún movimiento de compensación que incrementaba el ROM articular (Ekstrand et al., 1982; Clark, Christiasen, Hellman, Winga y Meiner, 1999; Sainz de Baranda y Ayala, 2010).

El valor medio de cada par de intentos para cada prueba de valoración será seleccionado para el posterior análisis estadístico (Ayala y Sainz de Baranda, 2011; Khan et al., 2000; Gabbe et al., 2004).

2.3.5 Agilidad y velocidad de conducción de balón

El test slalom dribblese utilizará para medir la agilidad y velocidad con balón de los participantes. Se trata de una prueba de transferencia alta, ya que es similar a la situación de juego real (Rossler et al. 2015).

La prueba consta de un trayecto de 20m de longitud, en el cuál, los jugadores corren en posesión de un balón realizando un zig-zag entre conos. El dribbling se debe realizar con el balón pegado al pie y superando los 5 conos situados a 4.5m de distancia unos de otros, en línea recta (Rossler et al, 2015) (figura 2). El tiempo de la prueba se toma con dos células fotoeléctricas, situadas una en la salida y otra en el final del trayecto. Los participantes deben comenzar la prueba situados a 0.30m de la línea de salida y realizarán 2 repeticiones (Reilly& Holmes, 1983). Para el comienzo del test se da una señal de partida estandarizada para crear un clima motivacional alto. La fiabilidad de esta prueba es de entre ICC=0.92 y 0.95, (Reilly& Holmes, 1983) lo que indica un nivel bastante alto.

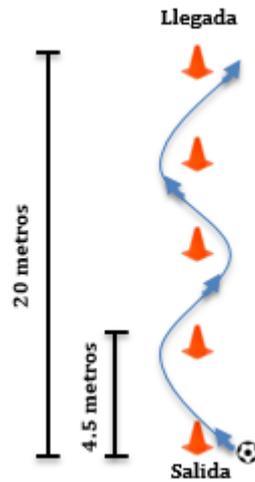


Figura 2: representación gráfica de la prueba slalom dribble

2.3.6 Técnica de caída tras acciones múltiples de salto vertical

El tuck jump es una prueba para identificar los errores o fallos en la técnica de recepción del tren inferior cuando se realiza una actividad pliométrica de saltos repetidos (Chimera y Warren, 2016). Para ello, se lleva a cabo una evaluación del salto repetitivo durante 10 segundos (Figura 3). Dicha evaluación se puede realizar in situ o a través de video, con la grabación frontal y lateral del mismo, ya que permite su visionado a cámara lenta posteriormente (Chimera y Warren, 2016). La puntuación del salto se establece con 10 defectos de técnica que se puntúan como ausentes o presentes durante la práctica y se pueden observar en la planilla *Tuck Jump Assesment*. La prueba se realizará según lo anteriormente citado y el participante se situará entre las cámaras en un punto establecido y realizará los saltos a la señal previamente establecida.



Figura 3: realización del salto en plano frontal y sagital.

2.4 Análisis estadístico

Una estadística descriptiva de todas las variables será llevada a cabo a través del cálculo de la media y desviación típica. El análisis estadístico de los datos se realizará a través del programa SPSS en su versión 24 para Windows. Para comparar las medias o lo que es lo mismo, comprobar si el factor intra-sujeto influye sobre las variables dependientes entre el pre-test y post-test se utilizará el ANOVA de medidas repetidas. El nivel de significación se establecerá en $p < 0,05$.

3. REFERENCIAS

1. Bangsbo, J., Junge, A., Dvorák, J., y Krstrup, P. (2014). Executive summary: Football for health–prevention and treatment of non-communicable diseases across the lifespan through football. *Scandinavian Journal of Medicine y Science in Sports*, 24(S1), 147-150.
2. Brito, J., Fontes, I., Ribeiro, F., Raposo, A., Krstrup, P., y Rebelo, A. (2012). Postural stability decreases in elite young soccer players after a competitive soccer match. *Physical Therapy in Sport*, 13(3), 175-179.
3. Centers for Disease Control and Prevention. Strategies to Prevent Obesity and Other Chronic Diseases: The CDC Guide to Strategies to Increase Physical Activity in the Community. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services; 2011.
4. Duarte, J. P., Tavares, Ó., Valente-dos-Santos, J., Severino, V., Ahmed, A., Rebelo-Gonçalves, R., ... y Cumming, S. P. (2016). Repeated Dribbling Ability in Young Soccer Players: Reproducibility and Variation by the Competitive Level. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 155-166.
5. Ekelund, U., Anderssen, S. A., Froberg, K., Sardinha, L. B., Andersen, L. B., Brage, S., y European Youth Heart Study Group. (2007). Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia*, 50(9), 1832-1840.
6. Faude, O., Kerper, O., Multhaupt, M., Winter, C., Beziel, K., Junge, A., y Meyer, T. (2010). Football to tackle over weight in children. *Scandinavian Journal of Medicine y Science in Sports*, 20(s1), 103-110.
7. Faude, O., Röbler, R., y Junge, A. (2013). ¿Football injuries in children and adolescent players: are the clues for prevention? *Sports Medicine*, 43(9), 819-837.
8. FIFA Communications Division. FIFA Big Count 2006: 270 Million People Active in Football. Zurich, Switzerland: FIFA; 2007.

9. Kerssemakers, S. P., Fotiadou, A. N., de Jonge, M. C., Karantanas, A. H., y Maas, M. (2009). Sport injuries in the paediatric and adolescent patient: a growing problem. *Pediatric Radiology*, 39(5), 471-484.
10. Kong, P. W., y Burns, S. F. (2010). Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. *Physical Therapy in Sport*, 11(1), 12-17.
11. Kriemler, S., Manser-Wenger, S., Zahner, L., Braun-Fahrländer, C., Schindler, C., y Puder, J. J. (2008). Reduced cardiorespiratory fitness, low physical activity and an urban environment are independently associated with increased cardiovascular risk in children. *Diabetologia*, 51(8), 1408-1415.
12. Krstrup, P., Aagaard, P., Nybo, L., Petersen, J., Mohr, M., y Bangsbo, J. (2010). Recreational football as a health promoting activity: a topical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s1), 1-13.
13. Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., y Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32(1), 1.
14. Paillard, T. (2012). Effects of general and local fatigue on postural control: a review. *Neuroscience y Biobehavioral Reviews*, 36(1), 162-176.
15. Pau, M., Ibba, G., y Attene, G. (2014). Fatigue-induced balance impairment in young soccer players. *Journal of Athletic Training*, 49(4), 454-461.
16. Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., y Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 227-233.
17. Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Cone, J. R., Henson, R. A., Montgomery, M. M., Pye, M. L., y Tritsch, A. J. (2015). Changes in fatigue, multiplanar knee laxity, and landing biomechanics during intermittent exercise. *Journal of Athletic Training*, 50(5), 486-497.
18. Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Bencke, J., Naesborg, H., Havkrog, M., Ebstrup, J. F., y Sørensen, H. (2000). ¿Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10(2), 78-84.
19. Springer, B. K., y Pincivero, D. M. (2009). The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women. *Gait y Posture*, 30(1), 50-54.
20. Stone, K. J., y Oliver, J. L. (2009). The effect of 45 minutes of soccer-specific exercise on the performance of soccer skills. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4 (2), 163-175.

21. Telama, R., Yang, X., Viikari, J., Välimäki, I., Wanne, O., y Raitakari, O. (2005). Physical activity from child Hood to adult hood: a 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine*, 28(3), 267-273.
22. World Health Organization. A guide for population-based approaches to increasing levels of physical activity: implementation of the WHO global strategy on diet, physical activity and health <http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-promotion-2007.pdf>. Published 2007. Accessed January 20, 2015.
23. Zemková, E., y Hamar, D. (2009). The effect of soccer match induced fatigue on neuromuscular performance. *Kinesiology*, 41(2), 195-202.

