

FATIGA Y DAÑO MUSCULAR EN FÚTBOL: UN PROCESO COMPLEJO.

MARQUÉS, D. ⁽¹⁾; CALLEJA, J. ⁽²⁾; ARRATIBEL, I. ⁽³⁾; TERADOS, N. ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ MsC. Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU), Vitoria-Gasteiz, España. Deportivo Alavés S.A.D

⁽²⁾ PhD. Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU), Vitoria-Gasteiz, España.

⁽³⁾ PhD, Md. Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV-EHU), Vitoria-Gasteiz, España.

⁽⁴⁾ PhD, Md. Departamento de Biología Funcional, Universidad de Oviedo, Oviedo, España. Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias-Fundación Deportiva Municipal de Avilés, Avilés, España.

RESUMEN

La fatiga deportiva es una situación usual y necesaria dentro del entrenamiento y competición deportiva, pero si no se controla puede llevar a alteraciones negativas importantes. La actividad competitiva del fútbol presenta requerimientos de carácter psicológico, psíquico y social, de acción sinérgica con las demandas fisiológicas, metabólicas y condicionales, capaces de comprometer el rendimiento de los jugadores por la aparición de la fatiga, pero que además, pueden provocar la aparición del daño muscular inducido por el ejercicio. Por ello, la estructuración del proceso de entrenamiento en fútbol no puede estar ajena del conocimiento de las demandas físicas, fisiológicas, energéticas y psicológicas que serán requeridas en los jugadores. De hecho, para una correcta recuperación es necesario conocer el tipo de fatiga y el mecanismo que la produce. El objetivo de esta revisión es valorar diferentes factores que pueden influir en la manifestación de la fatiga y el daño muscular, las consecuencias asociadas a este fenómeno y exponer ciertas consideraciones a la hora de optimizar el proceso de entrenamiento en fútbol. Si bien los hallazgos suponen un gran avance en el conocimiento de la fatiga y el daño muscular inducido por el ejercicio, la falta de conocimientos sobre ciertos elementos determinantes en este proceso debe ser apuntado como un requerimiento mejorable que permita extraer información más precisa y fiable.

PALABRAS CLAVE: fútbol, fatiga, daño muscular

Fecha de recepción: 03/07/2016. Fecha de aceptación: 09/09/2016
Correspondencia: dmarques001@ikasle.ehu.es

INTRODUCCIÓN

Ha sido ampliamente demostrado que el fútbol es predominantemente aeróbico pero que la existencia esfuerzos de alta intensidad dan relevancia a la vía anaeróbica. Las demandas del juego incluyen aceleraciones rápidas, desaceleraciones bruscas, saltos y cambios de dirección en respuesta a un entorno que cambia rápidamente, y además, se requieren ciertas habilidades técnico-tácticas para

tener un rendimiento exitoso. Dichas acciones son cruciales para los resultados de los partidos, dado que muchas de ellas preceden a situaciones decisivas del juego, y tienen un poderoso componente excéntrico con un potencial daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD). Dado que la capacidad para repetirlas sin perder eficacia es clave para que el jugador tenga éxito en la competición, la comprensión de los mecanismos de fatiga y EIMD es fundamental a la hora de estructurar

adecuadamente el proceso de entrenamiento en fútbol, evitando adaptaciones inespecíficas o no lo suficientemente adecuadas a lo que la actividad deportiva requiere en el futbolista.

EVIDENCIAS, MECANISMOS Y CAUSAS DE LA FATIGA EN EL FÚTBOL.

El tipo e intensidad de desplazamiento ha sido tradicionalmente utilizado como indicador de fatiga en fútbol. Se ha podido constatar que los futbolistas recorren mas distancia en el primer tiempo que en el segundo, pudiendo ser un 18% mayor, independientemente de las posiciones (Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen, y Sheldon, 2010). Es más, parece que existe un descenso en la cantidad de esfuerzos de alta intensidad realizados por los jugadores hacia el final del encuentro. Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi e Impellizzeri (2007) demostraron que la distancia total recorrida a diferentes intensidades en la primera mitad influye significativamente las distancias recorridas en la segunda mitad, y Bradley et al. (2009) señalaron que en los últimos 15 minutos del partido, la distancia recorrida a alta intensidad es un 20% menor respecto los 15 primeros minutos, independientemente de la

posición del jugador. Además, el descenso en la carrera de alta intensidad inmediatamente posterior al periodo de 5 minutos más intenso se sitúa alrededor del 8% (Bradley y Noakes, 2013), y parece ser más evidente en los delanteros y en los defensores centrales (Bradley et al., 2009). Recientemente se ha demostrado que los perfiles de actividades realizadas en la primera parte tienen un impacto significativo en la recuperación posterior a periodos de 5 minutos de elevada intensidad realizados en la segunda parte (Sparks, Coetzee, y Gabbett, 2016).

Mientras dichas diferencias entre la respuesta física entre la primera y segunda mitad siguen observándose por ejemplo en ligas de menor nivel competitivo o en el fútbol femenino, existen otros contextos de entrenamiento en los que estas diferencias ya no se observan (Bradley, Dellal, Mohr, Castellano, y Wilkie, 2014; Ingebrigtsen, Dalen, Hjelde, Drust, y Wisløff, 2015). Es posible, por tanto, que en ciertos niveles de rendimiento, con equipos y jugadores del más alto nivel estas diferencias ya no se aprecien. Utilizar rangos de alta velocidad para determinar la variabilidad de los esfuerzos entre un los jugadores también puede ser debatible, pues la individualización de los umbrales de carrera

a alta velocidad de acuerdo a las características físicas podrían ser unos indicadores más estables del rendimiento en distancias recorridas y de la aparición de la fatiga (Carling, Bradley, McCall, y Dupont, 2016). Además, no se han observado descensos en la velocidad de sprint durante las secuencias de, al menos, 3 sprints consecutivos con una recuperación menor de 30 segundos entre los esfuerzos, sugiriendo que las cortas aceleraciones podrían ser más importantes en situaciones específicas de partido (Schimpchen, Skorski, Nopp, y Meyer, 2016).

Las mediciones de rendimiento físico también se han utilizado como indicadores de fatiga. Así, la fatiga post-partido puede ser evidente por la reducción del rendimiento en sprint y salto vertical (Rampinini et al., 2011). Estas pérdidas se asocian a la actividad desarrollada durante el partido (Krustrup et al., 2011)

Esa disminución del potencial físico se han asociado tradicionalmente a fatiga fisiológica (Mohr, Krustrup, y Bangsbo, 2005; Rampinini et al., 2007), diferenciando los mecanismos causantes en función del periodo temporal. La fatiga después de periodos de ejercicio intenso en ambas partes se relaciona con alteraciones en la homeostasis de los iones musculares y una

deteriorada excitación del sarcolema muscular; en la fase inicial de la segunda mitad parece deberse a la menor temperatura muscular en comparación con el final de la primera mitad; y en la fase final del partido puede ser causada por bajas concentraciones de glucógeno muscular (Mohr et al., 2005).

El deterioro de la fuerza absoluta en presencia de fatiga muscular aguda aparece reflejado en la paralela depleción de las reservas de glucógeno en los músculos activos. Las reservas de glucógeno no siempre llegan a la depleción total durante un partido de fútbol, pero se han constatado importantes reducciones musculares de este sustrato energético (Bangsbo, Mohr, y Krustrup, 2006), aunque depende de un gran número de diferencias interindividuales como la motivación, capacidad física, rol táctico, etc. El descenso de la capacidad glucolítica y del glucógeno muscular se asocian a la disminución de la concentración de lactato sanguíneo ([La]) en la segunda parte respecto de la primera, y a su vez, a la reducción de la distancia e intensidad con el transcurso del partido. Esta reducción del lactato, unida al incremento de la concentración plasmática de ácidos grasos libres, se ha interpretado como una modificación de la tendencia en la utilización de los sustratos energéticos

(Bangsbo, 1994; Krstrup et al., 2006) en tanto que la modificación y reducción de los esfuerzos predominantes en torno a los últimos minutos sugiere una alteración en la manifestación físico-condicional del jugador en la fase final de los encuentros.

La competición también puede ocasionar estrés hormonal que conduzca a un aumento de diversas sustancias conocidas por su influencia sobre la función leucocitaria, cuya número y funcionalidad puede verse reducida tras el ejercicio intenso (Nieman y Bishop, 2006). Junto a ello, la deshidratación y la hipertermia también han sido propuestas como agentes responsables de la fatiga aguda en el fútbol. Los jugadores pueden experimentar pérdidas de más de tres litros de fluido, llegando hasta los 4-5 l en condiciones de elevada temperatura y humedad (Bangsbo, 1994), las cuales están ligadas a descensos en el rendimiento. Se ha observado una gran correlación ($r = 0,73$) entre la pérdida neta de líquido durante el partido y el índice de fatiga en pruebas de sprint posteriores al partido (Mohr et al., 2010). Conjuntamente, pérdidas de masa corporal de 1-2 % contribuyen a la aparición de hipertermia (Cable y Bullock, 1996). En el fútbol, la temperatura central media oscila entre los 39.0 y los 39.5° C, alcanzándose valores por encima de los 40° C, que podrían

ser lo suficientemente elevados como para inducir fatiga central por deterioración de la función cerebral (Mohr et al., 2005).

La fatiga central podría ser un factor inherente en el juego, siendo más importante hacia el final del partido. Parece ser que no tiene un efecto claro en algunas de las variables de rendimiento físico, pero deteriora el rendimiento técnico (Badin, Smith, Conte, y Coutts, 2016), la precisión y la velocidad en la toma de decisiones (Smith et al., 2016). Consecuentemente, también debería considerarse en el proceso de entrenamiento y recuperación en fútbol. De hecho, estudios de nuestro grupo de trabajo en baloncesto (Schelling, Calleja-González, Torres-Ronda, y Terrados, 2015) muestran alteraciones en los ejes hormonales relacionados con fatiga central, y que pueden extrapolarse al fútbol.

Por tanto, la fatiga está determinada por una combinación de factores centrales (reguladores de la actividad de la célula muscular y la producción de energía) y periféricos (Rampinini et al., 2011) y que pueden verse alterados en ambientes cálidos y húmedos, y en sujetos deshidratados. Aun así, es complicado estimar la influencia que tiene la fatiga de los futbolistas en relación a sus patrones de actividad física si no se

analiza teniendo en cuenta los diferentes factores que pueden influir en ella.

OTROS FACTORES A CONSIDERAR EN EL ANÁLISIS DE LA FATIGA EN EL FÚTBOL.

El descenso de actividad física durante un partido de fútbol no es una única consecuencia de la fatiga fisiológica de los futbolistas. El fútbol es un deporte predominantemente técnico-táctico y desarrollado en un contexto estratégico. Por ello, los jugadores de fútbol regulan sus esfuerzos de acuerdo a las demandas específicas de cada partido, así que las variables contextuales deben tenerse en cuenta durante la evaluación de los aspectos físicos de rendimiento en el fútbol (Lago-Peñas, 2012). De hecho, los descensos en el tipo e intensidad de desplazamientos podrían deberse a estrategias conscientes o inconscientes de los jugadores que les permitan estar a un buen nivel técnico-táctico durante las últimas fases del partido.

El ritmo de trabajo de los futbolistas está influenciado por el perfil de actividad de los oponentes. Una de las posibles razones de la disminución en el rendimiento podría ser la repetida presión de los oponentes sobre un jugador en concreto, generando eventualmente una incapacidad para

responder a las demandas del juego (Lago-Peñas, 2009). Rampinini et al. (2007) señalaron que la distancia total y distancia recorrida a alta intensidad es mayor cuando se compite contra mejores equipos en comparación a la competición con peores equipos. Otros estudios también sugieren que cuanto peor es la calidad del oponente, menor es la distancia recorrida por el equipo de referencia (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2005) Además, el sistema táctico utilizado parece influir en el tipo e intensidad de los desplazamientos (Bradley et al., 2011), así como en intercambio de posiciones durante el partido (Schuth, Carr, Barnes, Carling, y Bradley, 2016). Iniciar el partido como titular o suplente también determina la intensidad de los desplazamientos durante el mismo periodo de tiempo, siendo un 15% mayor en los suplentes durante ese periodo de tiempo (Bradley y Noakes, 2013).

El marcador es un factor fundamental, pues se ha observado que recorren menos distancia a alta intensidad cuando tienen el marcador a favor (Bloomfield et al., 2005), ya que cuando pierden necesita aumentar la intensidad con el fin de hacerse con el móvil e intentar anotar gol, y cuando se anota un gol puede haber relajación debido a su ventaja. La

localización del partido (jugar en casa o fuera) también parece influir, en tanto que los jugadores que compiten como local cubren una distancia a baja intensidad mayor que los visitantes (Lago-Peñas, 2009). Las causas precisas no están claras, pero las explicaciones más plausibles son: efectos de los espectadores, efectos del viaje, familiaridad, influencia en el árbitro, territorialidad, tácticas específicas y factores psicológicos (Pollard, 2008). Otros factores que pueden determinar el ritmo de trabajo de los jugadores son las condiciones climáticas y el tipo de terreno (por ejemplo, hierba natural, fangosa, nevadas, artificial) (Pinnington y Dawson, 2001).

La respuesta física de los futbolistas tampoco parece relacionarse con el éxito en un partido o la clasificación final obtenida en una competición (Solla, 2014), así que el rendimiento físico de los equipos debe analizarse valorando las características concretas de cada partido.

EL FUTBOL COMO ACTIVIDAD CONTRIBUYENTE AL DAÑO MUSCULAR INDUCIDO POR EL EJERCICIO (EIMD)

El fútbol lleva consigo un nivel importante de contacto físico, que junto a grandes cargas derivadas de la carrera,

provocan EIMD (Ascensão et al., 2008; Ispirlidis et al., 2008). Su magnitud puede variar entre los deportistas, y es mayor cuando un jugador no está acostumbrado a la actividad requerida, como puede ser en pretemporada, el periodo de transición entre una temporada y otra o la fase de recuperación de una lesión. El tipo de superficie y el estado del terreno de juego también determinará la gravedad del EIMD, pues a mayor firmeza de la superficie sobre la cual se realizan actividades pliométricas mayor magnitud del EIMD (Arazi, Eston, Asadi, Roozbeh, y Saati Zarei, 2016). Estos factores, unidos a la variable exigencia física y metabólica de cada partido y entrenamiento, provocan la alta variabilidad en la magnitud del EIMD en cada futbolista, de modo que el proceso de recuperación del futbolista debe realizarse de un modo específico e individualizado.

Los marcadores bioquímicos de EIMD se ven alterados tras la realización de partidos de fútbol y generalmente se mantienen hasta las 48 horas post-partido. Se han mostrado aumentos significativos de creatinfosfokinasa (CK) y mioglobina inmediatamente después de finalizar un partido de fútbol (Thorpe y Sunderland, 2012). La CK se mantiene elevada durante

48 horas respecto a sujetos que no realizaron el partido de fútbol y/o a los niveles basales (Fatouros et al., 2010; Romagnoli et al., 2015; Russell et al., 2015), siendo esta respuesta, en ocasiones, consistente entre los diferentes partidos y posiciones de juego (Russell et al., 2015), aunque pueden mantenerse elevados incluso 72 horas post-partido (Djaoui, Diaz-Cidoncha Garcia, Hautier, y Dellal, 2016). Los niveles de proteína C-reactiva se pueden mantener elevados hasta 24 horas post-ejercicio, mientras que los niveles de mioglobina y lactato deshidrogenasa (LDH) pueden mantenerse hasta 72 horas después de la competición (Ascensão et al., 2008; Ispirlidis et al., 2008).

Los marcadores de rendimiento físico, aparte de utilizarse para identificar la fatiga, pueden servir para detectar la presencia de EIMD en las horas y días posteriores a un partido de fútbol. Futbolistas femeninas han mostrado pérdidas en el rendimiento de sprints repetidos, en el test Yo-Yo IE2 y en el tiempo medio de tres sprints de 30 m, aunque no en el rendimiento de salto vertical (Krustrup, Zebis, Jensen, y Mohr, 2010). Contrariamente, Oliver et al. (2008) mostraron que tareas específicas de fútbol reducen el rendimiento en el salto vertical (SJ, CMJ, DJ), especialmente en el

DJ, lo que lleva a los autores a sugerir la posible influencia del estiramiento muscular y la contracción excéntrica previa al salto en la reducida actividad muscular cuando está fatigado. Otros estudios han confirmado que, generalmente, la altura del CMJ y la potencia máxima es menor a las 48 horas post-partido respecto a niveles basales (Romagnoli et al., 2015; Russell et al., 2015), siendo, en ocasiones, una respuesta consistente entre los diferentes partidos y posiciones de juego ($P>0,05$) (Russell et al., 2015). De todos modos, y a pesar de que el rendimiento en sprint de 20 m de futbolistas sub17 se vea perjudicado a las 24 horas post-partido, hay casos en los que el resultado a las 48 horas post-partido es similar a los niveles pre-partido (Djaoui et al., 2016). Aun así, los descensos en el rendimiento anaeróbico (velocidad y salto vertical) pueden llegar hasta las 72 horas posteriores al partido (Fatouros et al., 2010).

La complejidad del proceso del EIMD permite observar relaciones entre el rendimiento físico o estado metabólico post-partido y los acontecimientos desarrollados durante el juego. Thorpe y Sunderland (2012) encontraron que el aumento porcentual de CK y mioglobina correlacionaba con el número de sprints realizados durante el partido, de modo que el

número de sprints puede estar asociado con el EIMD en jugadores de fútbol. Russell et al. (2015) mostraron correlaciones significativas intra-sujetos entre la potencia máxima en CMJ y la CK en los partidos analizados, y demostraron que la CK muestra mayor variabilidad entre partidos que la variabilidad de la pérdida de potencia máxima post-partido. Silva et al. (2014) demostraron que durante la temporada los futbolistas se enfrentan a cambios significativos en los biomarcadores de estrés fisiológico (daño muscular y estrés oxidativo) pero los valores vuelven a la normalidad durante el periodo de transición. Además, encontraron correlaciones significativas durante la temporada entre los parámetros de la función hormonal y muscular. Numerosos factores todavía por conocer y que deben analizarse en futuras investigaciones podrían afectar a estos resultados. Ello favorecería un mayor conocimiento de la respuesta muscular a las demandas metabólicas del fútbol, con las correspondientes mejoras en el proceso de entrenamiento.

CONCLUSIONES Y APLICACIONES PRÁCTICAS

Los preparadores físicos prestar una especial atención a las demandas que el

entrenamiento y la competición generan en el futbolista, analizar las causas del rendimiento físico mostrado por el jugador en cada partido o entrenamiento y evitar aplicar ciertos estímulos y en determinados momentos que puedan afectar negativamente al rendimiento. De hecho, conocer el tipo de fatiga es fundamental para poder identificar la estrategia de recuperación idónea. Consecuentemente, y a pesar de que los factores que influyen en la fatiga y el EIMD en el fútbol son muy diversos, los preparadores físicos deben conseguir un óptimo balance entre el estrés fisiológico y la recuperación necesaria. Así se aseguraría una condición física suficiente para dar soporte a la respuesta física que exige cada modelo de juego propuesto por el cuerpo técnico, y que dicha respuesta sea estable durante toda la competición, para que los jugadores puedan expresar sin limitaciones físicas su potencial técnico-táctico en entrenamientos o partidos.

BIBLIOGRAFÍA

Arazi, H., Eston, R., Asadi, A., Roozbeh, B., y Saati Zarei, A. (2016). Type of Ground Surface during Plyometric Training Affects the Severity of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sports*, 4(1), 15.

Ascensão, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., y Magalhães, J. (2008). Biochemical impact of a soccer match—analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clinical Biochemistry*, 41(10), 841–851.

Badin, O. O., Smith, M. R., Conte, D., y Coutts, A. J. (2016). Mental Fatigue Impairs Technical Performance in Small-Sided Soccer Games. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.

Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer—with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 619, 1–155.

Bangsbo, J., Mohr, M., y Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665–674.

Bloomfield, J. R., Polman, R. C. J., y O'Donoghue, P. G. (2005). Effects of score-line on team strategies in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Sciences*, 23(2), 192–193.

Bradley, P. S., Carling, C., Archer, D., Roberts, J., Dodds, A., Di Mascio, M., Paul, D., et al. (2011). The effect of playing formation on high-intensity running and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 821–830.

Bradley, P. S., Dellal, A., Mohr, M., Castellano, J., y Wilkie, A. (2014). Gender differences in match performance characteristics of

soccer players competing in the UEFA Champions League. *Human movement science*, 33, 159–171.

Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., y Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2343–2351.

Bradley, P. S., y Noakes, T. D. (2013). Match running performance fluctuations in elite soccer: Indicative of fatigue, pacing or situational influences? *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1627–1638.

Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., y Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168.

Cable, N. T., y Bullock, S. (1996). Thermoregulatory response during and in recovery from aerobic and anaerobic exercise 1201. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(5), 202.

Carling, C., Bradley, P., McCall, A., y Dupont, G. (2016). Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*, 1–9.

Djaoui, L., Diaz-Cidoncha Garcia, J., Hautier, C., y Dellal, A. (2016). Kinetic Post-match Fatigue in Professional and Youth Soccer Players During the Competitive Period. *Asian Journal of Sports Medicine*, (Inpress).

Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Douroudos, I. I., Nikolaidis, M. G., Kyparos, A.,

Margonis, K., Michailidis, Y., et al. (2010). Time-course of changes in oxidative stress and antioxidant status responses following a soccer game. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3278–3286.

Ingebrigtsen, J., Dalen, T., Hjelde, G. H. avar, Drust, B., y Wisløff, U. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European Journal of Sport Science*, 15(2), 101–110.

Ispirilidis, I., Fatouros, I. G., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Michailidis, I., Douroudos, I., Margonis, K., et al. (2008). Time-course of changes in inflammatory and performance responses following a soccer game. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(5), 423–431.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., y Bangsbo, J. (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165–1174.

Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., y Mohr, M. (2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 437–441.

Krustrup, P., Ørtenblad, N., Nielsen, J., Nybo, L., Gunnarsson, T. P., Iaia, F. M., Madsen, K., et al. (2011). Maximal voluntary contraction force, SR function and glycogen resynthesis during the first 72 h after a high-level competitive soccer game. *European Journal of Applied Physiology*, 111(12), 2987–2995.

Lago-Peñas, C. (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1463–1469.

Lago-Peñas, C. (2012). The Role of Situational Variables in Analysing Physical Performance in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 35, 89–95.

Mohr, M., Krustrup, P., y Bangsbo, J. (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 593–599.

Mohr, M., Mujika, I., Santisteban, J., Randers, M. B., Bischoff, R., Solano, R., Hewitt, A., et al. (2010). Examination of fatigue development in elite soccer in a hot environment: a multi-experimental approach. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s3), 125–132.

Nieman, D. C., y Bishop, N. C. (2006). Nutritional strategies to counter stress to the immune system in athletes, with special reference to football. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 763–772.

Oliver, J., Armstrong, N., y Williams, C. (2008). Changes in jump performance and muscle activity following soccer-specific exercise. *Journal of Sports Sciences*, 26(2), 141–148.

Pinnington, H. C., y Dawson, B. (2001). The energy cost of running on grass compared to soft dry beach sand. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(4), 416–430.

Pollard, R. (2008). Home advantage in football: A current review of an unsolved puzzle. *The Open Sports Sciences Journal*, 1(1), 12–14.

Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., y Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, (28), 1018–24.

Rampinini, E., Bosio, A., Ferraresi, I., Petruolo, A., Morelli, A., y Sassi, A. (2011). Match-related fatigue in soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(11), 2161–2170.

Romagnoli, M., Sanchis-Gomar, F., Alis, R., Risso-Ballester, J., Bosio, A., Graziani, R. L., y Rampinini, E. (2015). Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* (ahead-of-print).

Russell, M., Northeast, J., Atkinson, G., Shearer, D. A., Sparkes, W., Cook, C. J., y Kilduff, L. (2015). The between-match variability of peak power output and Creatine Kinase responses to soccer match-play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2079-85.

Schimpchen, J., Skorski, S., Nopp, S., y Meyer, T. (2016). Are “classical” tests of repeated-sprint ability in football externally valid? A new approach to determine in-game sprinting behaviour in elite football players. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 519–526.

Schuth, G., Carr, G., Barnes, C., Carling, C., y Bradley, P. S. (2016). Positional interchanges influence the physical and technical match performance variables of elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 34(6), 501–508.

Silva, J. R., Rebelo, A., Marques, F., Pereira, L., Seabra, A., Ascensão, A., y Magalhães, J. (2014). Biochemical impact of soccer: an analysis of hormonal, muscle damage, and redox markers during the season. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(4), 432–438.

Smith, M. R., Zeuwts, L., Lenoir, M., Hens, N., De Jong, L. M., y Coutts, A. J. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific decision-making skill. *Journal of sports sciences*, 1–8.

Solla, J. (2014). Actividad física competitiva en primera división española: relación entre la distancia recorrida y el rendimiento competitivo. *Futbolpf: Revista de Preparacion física en el Fútbol*, (16.), 12–21.

Sparks, M., Coetzee, B., y Gabbett, T. J. (2016). Variations in high-intensity running and fatigue during semi-professional soccer matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(1), 122–132.

Thorpe, R., y Sunderland, C. (2012). Muscle damage, endocrine, and immune marker response to a soccer match. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2783–2790.