PubliCE, (PubliCE) 1994

Revision of Literature

Aspectos Fisiológicos del Fútbol

Thomas Reilly[1]

[1]*Centro de Ciencias del Deporte y del Ejercicio. Universidad John Moore, Liverpool, Inglaterra.*

RESUMEN

Este artículo de revisión cubre aspectos seleccionados de la aplicación de la fisiología del fútbol. El análisis de las intensidades y de los factores que afectan las tasas de esfuerzo brinda una base para describir las intensidades de ejercicio durante los partidos. Las respuestas fisiológicas al juego de fútbol indican intensidades moderadas a altas, respuestas anaeróbicas elevadas e intervaladas, y la reducción en las reservas de glucógeno muscular hacia el final del partido. Las actividades relacionadas con el juego imponen un estrés fisiológico particular sobre los jugadores. Las demandas del partido tienen implicancias en la formulación de los sistemas de entrenamiento y en la atención a la especificidad de las habilidades en el fútbol.

Palabras Clave: fatiga, metabolismo, actividad muscular, especificidad, entrenamiento

INTRODUCCIÓN

Las demandas fisiológicas del juego de fútbol están representadas por las intensidades a las cuales se llevan a cabo las distintas actividades durante un partido. Esto tiene implicancias en cuanto a la capacidad física necesaria de los jugadores y también para la determinación de adecuados regímenes de entrenamiento. Debido a que los esquemas de entrenamiento y competencia de los jugadores profesionales comprenden sus roles ocupacionales, esto tiene consecuencias para sus actividades habituales, requerimientos energéticos diarios y gastos calóricos. También existen repercusiones para la prevención de lesiones, en la medida de lo posible, y para la adecuada rehabilitación de lesiones de los tejidos blandos.

La intensidad del esfuerzo durante el fútbol competitivo puede indicarse por la distancia total cubierta. Esta representa una medición global de la tasa de esfuerzo, la cual puede ser dividida en las acciones discretas de un jugador particular, durante todo el juego. Las acciones o actividades se pueden clasificar de acuerdo al tipo, intensidad (o calidad), duración (o distancia), y frecuencia. La actividad se puede establecer en base al tiempo, por lo que puede calcularse el promedio de las proporciones ejercicio-pausa. Luego, estas proporciones pueden utilizarse en estudios fisiológicos diseñados para representar las demandas del fútbol, y también en los elementos condicionantes de los programas de entrenamiento de los jugadores. Estas tasas de esfuerzo pueden ser aumentadas a través del monitoreo de las respuestas fisiológicas, cuando sea posible.

En este artículo, se cubren distintos aspectos de la fisiología del fútbol. Antes de revisar las respuestas fisiológicas al juego se consideran las tasas de esfuerzo durante el partido, y los actores que influyen en los perfiles de intensidad. Las respuestas están restringidas a la frecuencia cardiaca y a mediciones metabólicas. Se mencionan también las implicancias en la compatibilidad entre las demandas del juego, los estímulos de entrenamiento, y las mediciones de la capacidad física, aunque la revisión de la aptitud física de los jugadores está fuera de la óptica del presente artículo.

PERFILES DE TASAS DE ESFUERZO

Las primeras investigaciones en Liverpool sobre las tasas de esfuerzo en el fútbol se publicaron a mitad de los setenta El método adoptado para el análisis del movimiento probó ser confiable, objetivo, y válido (4). El mismo utilizaba un plano del campo, complementado con conos visuales alrededor del mismo. Se registraban los eventos desarrollados por un jugador durante todo el partido, a través de comentarios codificados en un grabador, acoplados a la grabación de un video de las mismas actividades.

Otros investigadores reportaron modificaciones de este método de análisis del movimiento en jugadores australianos (58), belgas (57), canadienses (24), daneses (4), y japoneses (32). Otras investigaciones han incorporado filmaciones de muestras de individuos, hasta eventualmente abarcar todo el equipo (50), tomas elevadas de la cancha para el análisis de movimientos con utilización de computadoras (57), y cámaras sincronizadas para el cálculo de actividades utilizando trigonometría (32). También se han utilizado, métodos de anotación manual para registrar las actividades sobre papel (13, 21), si bien los análisis computados de anotación (17), actualmente utilizados para analizar los patrones de juego, tienen el uso potencial de brindar información sobre las intensidades. Cualquiera sea el método adoptado, debe obedecer a las especificaciones del control de calidad (41).

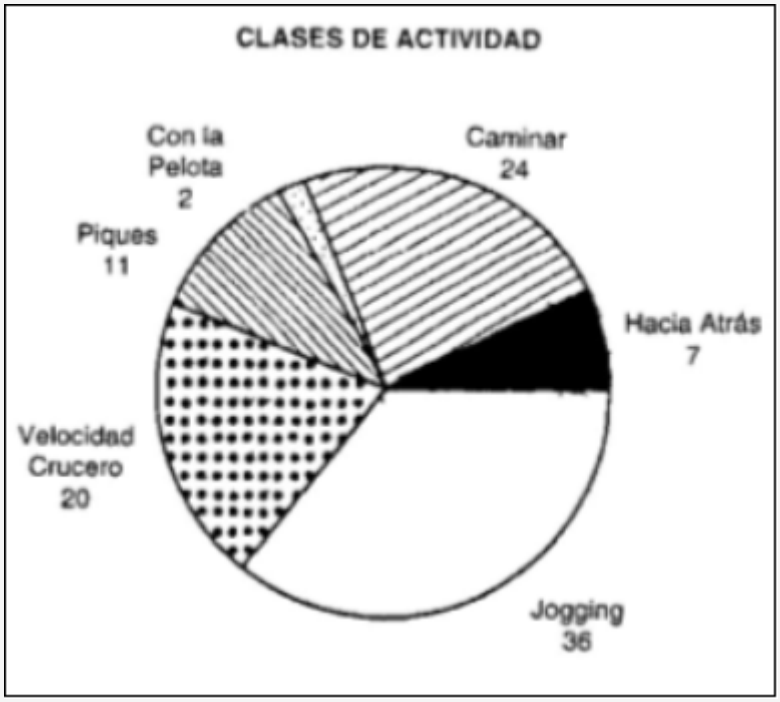


***Figura 1**. Distancias relativas cubiertas en distintas categorías de actividad, durante los partidos de fútbol.*

Un resumen de las tasas de esfuerzo generales reportadas en la literatura (Tabla 1), indica que los defensores deberían ser capaces de cubrir 8-l2 km durante el transcurso del partido. Esto se realiza de manera más o menos continua. La distancia total cubierta sólo es una medición somera de la tasa de esfuerzo, debido a los frecuentes cambios en las actividades. Estas se acercan a 1.000 actividades diferentes en un partido, o a una pausa en el nivel o tipo de actividad cada 6 seg (41). Los cambios abarcan alteraciones en el ritmo y en la dirección del movimiento, ejecución de habilidades de juego, y persecución de los movimientos de los oponentes.

La distancia total cubierta por los jugadores de campo durante un partido se reparte de la siguiente manera: el 25 % caminando, 37 % haciendo jogging o trote suave, 20% corriendo a velocidad crucero submáxima, 11 0/o haciendo piques. y 7 % moviéndose hacia atrás (41), Mezcladas con las categorías principales se encuentran los movimientos laterales y diagonales. Estas cifras (Figura 1) son representativas del juego contemporáneo en las primeras divisiones de Inglaterra, como se confirmó a través de las observaciones de dos jugadores de Copa del Mundo que jugaron en la Liga Inglesa en 1990. Aparentemente, éstas son indicativas de otras ligas nacionales importantes en Europa y de alto nivel en Japón (60).

Fuente	n	Distancia Cubierta (m)	Método
Knowle y Brooke [21]	40	4.834	Anotación manual
Smaros [53]	7	7.100	Cámaras de TV (2)
Reilly y Thomas [41]	40	8.680	Grabador
Ohashi y cols. [32]	2	9.845	Trigonometría (2 cám.)
Ekblom [13]	10	9.800	Anotación manual
Ohashi y Togari [30]	-	9.971	Trigonometría
Van Gool [57]	7	10.245	Cine-film
Bangsbo y cols. [6]	14	10.800	Video (24 cámaras)
Saltin [50]	9	10.900	Cine-film
Zelenka y cols. [62]	1	11.500	No se reportó
Withers t cols. [58]	20	11.527	Videocasete
Ohashi y cols. [31]	50	11.529	Trigonometría

***Tabla 1**. Distancia media cubierta por partido de acuerdo a distancias fuentes*

Las categorías de "velocidad crucero" y piques pueden combinarse representando la actividad de alta intensidad en el fútbol. Se observa entonces, que la proporción entre el ejercicio de baja y alta intensidad es de casi 2.2 a 1, en términos de distancia cubierta (41). En términos de tiempo, esta proporción es de casi 7 a 1 (24). Esto denota un gasto de energía predominantemente aeróbico. En promedio, cada jugador tiene un corto período de pausa de sólo 3 seg cada 2 min., sin embargo, en los niveles inferiores de juego, donde los jugadores son mas reacios a correr para apoyar a un compañero en posesión de la pelota, los descansos son más largos y ocurren más frecuentemente. Por lo general, menos del 2% de la distancia total cubierta por futbolistas de alto nivel se cumple en contacto con la pelota. La gran mayoría de las acciones se llevan a cabo sin la pelota, ya sea corriendo para buscar una pelota, apoyar a un compañero de equipo, contrarrestar la marca de un jugador, saltar o marcar a un oponente, o tocar la pelota con un sólo pase.

Si bien la mayor parte de la actividad durante un juego de alto nivel se realiza a una intensidad baja o submáxima, no se puede subestimar la importancia de los esfuerzos de alta intensidad. Los jugadores generalmente tienen que correr con esfuerzo (velocidad crucero) o realizar un pique cada 30 seg., pero corren al máximo una vez cada 90 seg. EI timing o coordinación de estos esfuerzos anaeróbicos, sean o no en posesión de la pelota, es crucial ya que su éxito juega un papel predominante en el resultado del partido.

FACTORES QUE AFECTAN LAS INTENSIDADES DE TRABAJO

La tasa de esfuerzo está determinada, en gran parte, por la posición de juego del futbolista. Las mayores distancias son cubiertas por los mediocampistas, quienes tienen que actuar como lazos entre la defensa y el ataque. Esto se ha observado en partidos de la liga Inglesa (41), Sueca (13) y Danesa (6). En los estudios con los jugadores de la Liga Inglesa, los defensores mostraron la mayor versatilidad (Figura 2)

A pesar de que los defensores cubrieron una mayor distancia total, recorrieron menos distancia con sprints. La mayor distancia cubierta con piques se observo entre los atacantes y mediocampistas. La mayor distancia total cubierta por los mediocampistas daneses se llevó a cabo corriendo a velocidades bajas. Esto denota un tipo de actividad aeróbica para los mediocampistas en particular. En los zagueros centrales y los líberos se observa un perfil de tipo más anaeróbico. El ritmo de caminata se observó que era más lento en los zagueros centrales que en cualquier jugador de otra posición (41). Los zagueros centrales y los atacantes tienen que saltar más frecuentemente que los defensores o los mediocampistas (41, 58). La frecuencia de un salto cada 5-6 min denota que si bien la resistencia en saltos podría no ser tan importante en fútbol como en básquetbol y voleibol, la potencia anaeróbica y la habilidad para saltar bien verticalmente son requisitos para jugar en la de defensa central y en el ataque como jugador clave.



***Figura 2**. Distancias medias (± DS) cubiertas durante un partido de fútbol, por los jugadores de distintas posiciones (de Reilly y Thomas [41]).*

Se ha observado que el arquero cubre casi 4 km durante un partido (41). El tiempo que pasa parado es mucho mayor que para los jugadores de otras posiciones. El perfil de intensidad supone esfuerzos anaeróbicos de corta duración cuando esta comprometido directamente en el juego. El arquero está envuelto en el juego más que cualquiera de los jugadores de campo, a pesar de que el grado en que esto ocurre, se vio reducido a partir de los cambios reglamentarios introducidos en 1992, para evitar pases hacia atrás por los defensores. Esta regla sólo ha tenido un efecto marginal sobre las actividades de los jugadores de campo.

La capacidad de mantener un ejercicio prolongado depende de una elevada potencia aeróbica máxima (VO_2 máx.) pero el límite superior al cual se puede sostener un ejercicio continuo está influenciado por el denominado umbral anaeróbico y por la alta utilización fraccional del VO_2 máx. (23). Se ha estimado que en el fútbol se utiliza un consumo de oxígeno correspondiente al 75% del VO_2 máx. (35), valor probablemente cercano al umbral anaeróbico en los futbolistas de alto nivel. Se ha mostrado que los jugadores de medio campo de la Liga Inglesa tienen valores más elevados VO_2 máx., que los jugadores de otras posiciones. Se observo que el VO_2 máx., está significativamente relacionado con la distancia cubierta en un partido, subrayando la necesidad de altas intensidades y un elevado nivel de capacidad aeróbica, particularmente en los mediocampistas. Snaros (53) reporto esta fuerte relación entre el VO_2 máx., y la distancia recorrida por partido, pero también noto que el VO_2 máx. influye en el número de piques que los jugadores realizan. Bangsboo y Lindquist (4) mostraron que la distancia recorrida estaba relacionada con el rendimiento en una evaluación continua de campo de 2,16 km., con el máximo consumo de oxígeno y con el consumo de oxígeno correspondiente a un nivel de lactato sanguíneo de 3 mmo1/L. Aparentemente, la tasa de esfuerzo en los partidos de fútbol depende de los indicadores fisiológicos de la capacidad aeróbica, tal como se observa en corredores de fondo (18).

El estilo de juego podría influir en las tasas de esfuerzo de los jugadores. El énfasis en retener la posesión, demorar el ritmo de juego, y retrasar los movimientos de ataque hasta tener oportunidades de penetrar en la línea defensiva, significa que se debe poner énfasis en la velocidad de los movimientos en tales fases críticas del partido. Por el contrario, el método directo del juego, como el utilizado por el equipo irlandés en el Campeonato Europeo de 1988 y en la Copa del Mundo de

1990, incrementa el ritmo del juego en todo momento. Los principales elementos son la transferencia rápida de la pelota de la defensa al ataque para crear oportunidades de convertir, el uso de pases largos más que una secuencia de pases cortos, el aprovechamiento de los errores defensivos, apurar a los oponentes a cometer errores cuando están en posesión de la pelota, y el turnarse de los mediocampistas para apoyar a los atacantes cuando están en la ofensiva (46). Este estilo de juego tiene un efecto de nivelación sobre la tasa de esfuerzo ya que se espera que todos los jugadores realicen ejercicios a una alta intensidad sin la pelota. Un equilibrio similar de las demandas en la capacidad aeróbica se aplica al estilo de juego de fútbol total, exhibido al principio por el equipo nacional de Holanda en 1974 y característico de muchos clubes europeos de alto nivel (por ejemplo el Milan).

FATIGA

La fatiga se define usualmente como la disminución en el rendimiento debido a la necesidad de seguir realizando esfuerzos. En el fútbol puede manifestarse como el deterioro de la intensidad hacia el final del partido. Los estudios que compararon las tasas de esfuerzo entre el primer y el segundo tiempo han brindado evidencia de la ocurrencia de fatiga.

Se observó que los jugadores de una Universidad Belga cubrían, en promedio, una distancia de 444 m más en el primer tiempo que en el segundo (57). Bangsbo y cols. (6) reportaron que la distancia recorrida en el primer tiempo era 5 % mayor que en la segunda mitad. Esta disminución no necesariamente ocurre en todos los jugadores. Reilly y Thomas (41) notaron una relación inversa entre la capacidad aeróbica (VO_2 máx.) y la disminución en la intensidad. Los jugadores con mayores valores de VO_2 máx., aquellos mediocampistas y defensores laterales, no mostraron una caída significativa en la distancia recorrida en el segundo tiempo. Por el contrario, todos los zagueros centrales y el 86 % de los atacantes tuvieron valores más altos en el primer tiempo, con una diferencia significativa con respecto al segundo tiempo. Aparentemente, el impacto de un alto nivel de capacidad aeróbica es especialmente evidente en las últimas etapas de un partido.

La cantidad de glucógeno almacenado en los músculos del muslo antes del partido parece tener una importante función protectora contra la fatiga. Se observó en jugadores de clubes suecos con bajos contenidos glucogénicos en el vasto lateral que cubrían una distancia 25 % menor que los otros jugadores (50). Se observó un efecto más marcado para la velocidad de carrera; aquellos con bajas reservas de glucógeno muscular antes del encuentro cubrieron el 50 % de la distancia total caminando y el 15 % a velocidad máxima, en comparación con los jugadores con altas concentraciones glucogénicas, quienes recorrieron el 27 % caminando y el 24 % realizando sprints. En la preparación inmediata para la competencia se recomienda prestar atención a la dieta y evitar la deplección glucogénica producida por un entrenamiento muy intenso. Estas consideraciones serían de suma importancia cuando los partidos se extienden más allá de los 90 min. (por ejemplo, 30 min mas).

Si bien los goles pueden convertirse en cualquier momento durante el partido, la mayoría se hacen hacia el final del mismo. Esto está ejemplificado por datos de la Liga Escocesa durante un período extendido en la temporada 91-92. En los 10 min finales de juego se produjo una tasa de conversión mayor que el promedio. Esto no puede ser simplemente explicado por una caída en la intensidad ya que esto estada balanceado, lógicamente, para los dos equipos. Podría explicarse por el deterioro más pronunciado entre los defensores lo cual les da una ventaja a los atacantes, hacia el final. Alternativamente podría estar relacionado con una fatiga mental, lapsus en la concentración como consecuencia del esfuerzo físico sostenido, lo que lleva a errores tácticos y abre la posibilidad de convertir goles. Este fenómeno podría ser un factor inherente en el juego, siendo más importante jugar hacia el final a pesar de la caída en las capacidades físicas. Sin importar la naturaleza del fenómeno, un equipo que está fisiológica y tácticamente preparado para soportar 90 min de juego intenso, es probable que sea muy efectivo.

Las condiciones ambientales también podrían limitar la intensidad de ejercicio que puede mantenerse durante un partido de fútbol, o acelerar la aparición de la fatiga. Algunos encuentros importantes, por ejemplo las finales de las Copas Mundiales de España 1982 e Italia 1990, se llevaron a cabo en condiciones calurosas, con temperaturas ambiente rondando los 30 C º. Cuando tales condiciones se combinan con una humedad elevada, la tasa de esfuerzo es afectada de manera adversa. El rendimiento estará influenciado tanto por la elevación de la temperatura corporal como por la deshidratación, y la generación de sudor será inefectiva para perder calor cuando la humedad relativa es del 100 %. Se ha observado que la función cognitiva, que se expresa como la toma de decisiones requeridas durante el partido, se mantiene mejor durante los 90 min de ejercicio continuo cuando se les suministra agua a los jugadores, en comparación con condiciones de control (47). Cuando Los futbolistas tienen que jugar en el calor, es importante la adecuada hidratación antes del ejercicio y durante el periodo de descanso, La oportunidad de aclimatarse al calor antes de competir en torneos en climas cálidos, es un elemento esencial en la preparación sistemática para tales eventos. Esto podría llevarse a cabo eligiendo estratégicamente los lugares de entrenamiento, realizándose una buena adaptación fisiológica dentro de los 10 a 14 días de la exposición inicial al calor, o exposiciones regulares o frecuentes al calor en una sala climatizada (27).

Es probable que las principales consecuencias de jugar en climas fríos estén asociadas con la posibilidad de lesionarse. Esto podría ser más pronunciado cuando se juega en canchas congeladas sin contar con los equipos calefacción subterránea. El rendimiento muscular se deteriora a medida que disminuye la temperatura muscular (71); por lo tanto, sería importante realizar una buena entrada en calor antes del partido en un clima frío y el uso de ropa deportiva adecuada para mantener el calor y evitar un perjuicio sobre el rendimiento. También está establecido que es más probable que se produzcan lesiones en los jugadores si la rutina de entrada en calor es inadecuada (40). Por lo tanto, se deberían realizar ejercicios antes del partido que comprometan los grupos musculares utilizados durante el juego, particularmente en la ejecución de las habilidades en fútbol.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS AL JUEGO

Si fuera posible medir de manera directa tanto el gasto energético durante la competencia como la potencia aeróbica máxima, se podría precisar la carga metabólica relativa durante el juego de fútbol. Las mediciones directas realizadas a partir de la recolección del aire espirado en bolsas de Douglas han indicados tasas de gasto energético de 22-44 kJ/min (61). Es probable que estos valores estén subestimados debido a las restricciones impuestas sobre los jugadores por los aparatos y también a la poca habilidad de los sujetos utilizados en estas investigaciones. Seliger (51, 52) reportó valores más altos para jugadores checos, obteniendo cifras medias de 54.8 kJ/min para el gasto calórico y 76.0 L/min para la ventilación por minuto. El VO_2 de 35.5 ml/kg/min esta en estrecha concordancia con los valores de 35-38 y 29-30 ml/kg/min para dos jugadores japoneses (29). Estos intentos para la recolección de datos es probable que hayan perturbado las actividades de los jugadores. Una estrategia alternativa de investigaci6n ha sido medir la frecuencia cardiaca durante el partido junto con las observaciones de las relaciones frecuencia cardiaca-VO_2 máx. determinadas durante una carrera en cinta ergométrica. Aceptando las imperfecciones en tales extrapolaciones de las condiciones de laboratorio al campo, la frecuencia cardiaca es un indicador útil del esfuerzo fisiológico general durante el partido.

Tradicionalmente, para monitorear la frecuencia cardiaca durante partidos amistosos o competiciones simuladas se han utilizado sistemas de telemetría de largo alcance (33, 34, 35). En los últimos años se han adoptado sistemas telemétricos de corto rango (Sport-Tester) (2). Los resultados confirman que el esfuerzo circulatorio durante el partido es relativamente alto y no tiene una gran fluctuación en el mismo (Tabla 2). Rohde y Espersen (48) reportaron que la frecuencia cardiaca se acercaba al 77 % del rango de la misma (frecuencia máxima - frecuencia en reposo) durante el 66 % del tiempo de juego. Para la mayor parte del tiempo restante la frecuencia cardiaca estaba por sobre este nivel.

La frecuencia cardiaca en el fútbol varía con la intensidad y por lo tanto, puede diferir entre las posiciones de juego, y entre el primer y el segundo tiempo. Van Gool y cols. (57) reportaron valores medios de 155 Lat/min para un zaguero central y para un defensor lateral, 170 para un mediocampista y 168 y 171 L/min para dos delanteros. Este patrón estuvo estrechamente relacionado con las distancias recorridas por los jugadores en un partido. El mismo grupo de investigación reporto valores promedio para el equipo de una Universidad belga durante un partido amistoso de 169 Lat/min en el primer tiempo y 165 L/min el segundo tiempo. Nuevamente, las respuestas fisiológicas reflejaron una caída en la tasa de esfuerzo durante la segunda mitad. Estas tendencias han sido confirmadas en partidos jugados por equipos de Universidades inglesas (G. Florida-James y T. Reilly, datos no publicados).

En varios estudios se ha utilizado la frecuencia cardiaca para estimar la carga metabólica relativa durante el partido. La mayoría estima que la intensidad del ejercicio en fútbol es de casi el 75-80 % del VO_2 máx. (13, 37). Si bien las limitaciones para extrapolar las condiciones de laboratorio al campo, utilizando datos de regresión de FC-VO_2, sugieren que esta cifra podría representar una sobreestimación, los cálculos mas abarcativos indican que este error no es muy grande (4, 6).

Seliger [51]	160	Juego modelo de 10 minutos
Seliger [52]	165	Partido modelo de 10 minutos
Reilly [34]	157	Partidos de entrenamiento
Ogushi y cols. [29]	161	Partido amistoso (90 minutos)
Ali y Farrally [2]	169	Partido amistoso (90 minutos)
Florida-James y Reilly (datos no publicados)	161	Partido competitivo (90 minutos)

***Tabla 2**. Valores medios de la frecuencia cardiaca (Lat/min) en el fútbol.*

La intensidad del ejercicio también se puede indicar a través de las concentraciones lactato sanguíneo. Han sido observados niveles de lactato progresivamente mayores en partidos de la cuarta a la primera división de la liga Sueca (13). Gerisch y cols. (16) demostraron que los niveles más elevados de lactato sanguíneo están asociados con marcaciones hombre a hombre, en comparación con la marcación de zona. Ekblom (13) observó que en los niveles más elevados de juego se registran frecuentemente valores picos mayores a los 12 Mmol/L. La actividad no podría mantenerse de manera continua bajo tales condiciones, lo cual refleja las consecuencias intermitentes del metabolismo anaeróbico durante la cornpetencia. Si bien la mayoría de los estudios sobre la concentración de lactato sanguíneo han mostrado valores de 4-6 Mmol/L durante el juego (Tabla 3). Tales mediciones son determinadas por la actividad en el quinto minuto previo a obtener las muestras sanguíneas. Consecuentemente, por lo general se observan valores más altos cuando los resultados se obtienen en el entretiempo, en comparación con el final del partido.

Primer Tiempo	**Segundo Tiempo**	**Referencia**
5.1 ± 1.6	3.9 ± 1.6	Rohde y Espersen [48]
5.6 ± 2.0	4.7 ± 2.2	Gerich y cols. [16]
4.9 ±	3.7 ±	Bangsbo y cols. [6]
4.4 ± 1.2	4.5 ± 2.1	Florida-James & Reilly (datos no publicados).

***Tabla 3**. Promedio (± DS) de concentraciones de lactato sanguíneo (Mmol/L) en el fútbol.*

FISIOLOGÍA DE LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL JUEGO.

La distancia cubierta en un partido subestima la energía gastada, ya que no se tienen en cuenta las demandas adicionales de las habilidades del juego Estas incluyen las frecuentes aceleraciones y desaceleraciones, carreras angulares cambios de dirección, saltos para competir por la posesión, marcas, evasión de marcas, y los múltiples aspectos del compromiso directo en el juego. Se han realizado algunos intentos de cuantificar estas demandas fisiológicas adicionales.

Dribblear con la pelota es un ejemplo de una habilidad de juego interesante para la investigación fisiológica en el ámbito del laboratorio. ReilIy y Ball [38] examinaron las respuestas fisiológicas al dribbling con una pelota de fútbol , en una cinta

ergométrica a velocidades de 9, 10, 5. 2, y 13.5 km/h, cada esfuerzo durante 5 minutos. Una caja de rebote en el frente de la cinta devolvía la pelota a los pies del jugador luego de cada toque hacia adelante. El procedimiento permitía un control exacto de la actividad del jugador, mientras se medía el aire espirado, el nivel de lactato sanguíneo, y la percepción del esfuerzo. Se observo

que el costo energético del dribbling, el cual suponía un toque de la pelota cada 2-3 ciclos completos de zancadas, aumentaba linealmente con la velocidad de carrera. El costo adicional de dribblear se mantuvo constante en 5.2 kJ/min (Figura 3). Es probable que este valor varíe en las condiciones de campo, de acuerdo a la cercanía del control de la pelota que ejerza el jugador.

Cuando se realiza un "dribbling" teniendo un buen control de la pelota, el ritmo de zancada aumenta y se acorta la longitud de la misma en comparación con una carrera normal, a la misma velocidad; es probable que estos cambios contribuyan al costo energético adicional. Aumentar o disminuir la longitud de zancada más allá de la libremente elegida por el individuo, provoca un aumento en el consumo de oxígeno (9). El costo energético podrá acentuarse aún más en los partidos, ya que el jugador cambia las características del paso de manera irregular o realiza movimientos laterales mientras está en posesión de la pelota para esquivar a un rival. Cuando se realizan dribblings quizás sea necesaria la reducción en la longitud de pasos para tener un contacto controlado y efectivo con la pelota, y dirigirla hacia adelante con la fuerza justa y necesaria. La actividad muscular requerida para patear la pelota, y la acción de los músculos sinérgicos y estabilizadores para facilitar el balance mientras se ejecuta la patada, probablemente también contribuyan al costo energético adicional.

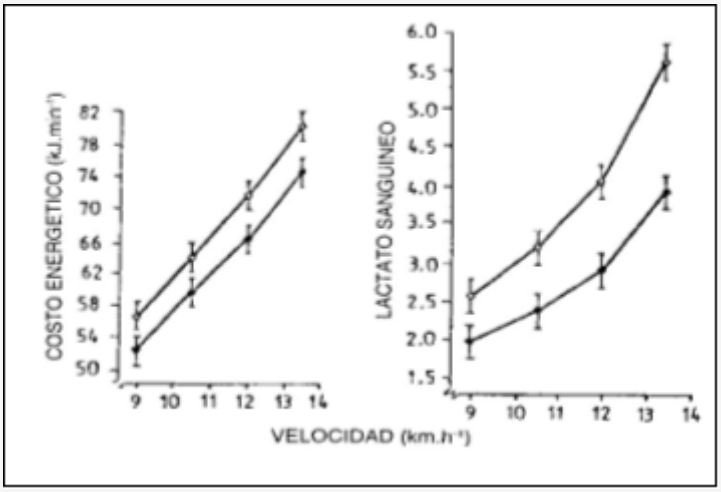


***Figura 3**. Las respuestas fisiológicas a diferentes velocidades son mayores cuando se realiza "dribbling" (o) con la pelota que una carrera normal (•) (de Reilly y Ball (38)).*

La percepción del esfuerzo también aumenta con el "dribbling" de manera paralela con la elevación en el metabolismo (38). Es probable que los esfuerzos máximos estén limitados por el techo en la percepción del esfuerzo, y por lo tanto, podrían no lograrse velocidades máximas de carrera en las prácticas de "dribblig" a menos que se reduzca la frecuencia de contacto con la pelota. En efecto, esto se hace en ocasiones cuando el jugador patea la pelota hacia adelante para darse espacio a sí mismo y acelerar para pasar a un oponente que está quieto.

Los niveles de lactato sanguíneo también son elevados como consecuencia de "dribblear" con la pelota, con concentraciones de lactato en un incremento desproporcionado a altas velocidades (Figura 3). En el estudio Reilly y Ball (38) el umbral de inflexión del lactato se estimó que ocurría a 10.7 km/h para el "dribbling", pero no hasta los 11.7 km/h en la carrera normal. Esto indica que el esfuerzo metabólico del "dribbling" rápido será subestimado a menos que se considere la carga anaeróbica adicional.

Casi el 16% de la distancia cubierta por los jugadores en un partido se desarrolla moviéndose hacia atrás o hacia los costados. Este porcentaje es mayor en los defensores quienes, por ejemplo, tienen que regresar rápidamente desde la mitad contraria o moverse hacía los costados. Se han examinado los costos fisiológicos adicionales de las direcciones no convencionales de movimientos, haciendo correr a nueve jugadores de fútbol en la cinta ergométrica a velocidades de 5, 7, y 9 km/h, corriendo normalmente, o hacia atrás, o hacia los costados (39). El costo energético extra de los modos no

ortodoxos de carrera aumentó desproporcionadamente en función de la velocidad de movimiento. Correr hacia atrás y hacia los costados no fueron diferentes entre si en términos de gasto calórico o tasas de percepción subjetiva del esfuerzo (Tabla 4). Claramente, mejorar la eficiencia muscular en estos modos no convencionales de movimiento, beneficiaría al jugador.

Velocidad	Hacia adelante	Hacia atrás	Hacia el costado
Energía gastada (kJ/min)			
5 km/h	37.0 ± 2.6	44.8 ± 6.1	46.4 ± 3.2
7 km/h	42.3 ± 1.7	53.4 ± 3.5	56.3 ± 6.1
9 km/h	50.6 ± 4.9	71.4 ± 7.0	71.0 ± 7.5
Percepción del esfuerzo (Escala de Borg)			
5 km/h	6.7 ± 0.1	8.6 ± 2.0	8.7 ± 2.0
7 km/h	8.0 ± 1.4	11.2 ± 2.9	11.3 ± 3.2
9 km/h	10.2 ± 2.1	14.0 ± 2.0	13.8 ± 2.5

Tabla 4. *Promedio (± DS) de la energía gastada (kJ) y tasas de percepción de esfuerzo, con tres velocidades y tres modos direccionales de movimiento (n =9); de Reilly y Bowen (39).*

ENTRENAMIENTO Y ACTIVIDADES HABITUALES

Las características del programa de entrenamiento (intensidad, frecuencia, duración, modo de ejercicio) son manipuladas por los técnicos. Por lo tanto, los estímulos de entrenamiento dependen de cómo se organizan los regímenes de actividad. Es difícil de caracterizar al entrenamiento de los jugadores de fútbol a la luz del principio de que el entrenamiento debería ser específico a los requisitos del juego. Sin embargo, el mismo podría clasificarse tal se muestra en la Figura 4, la cual proporciona la distribución del tiempo de estos componentes, en una investigación de fútbol de la Liga inglesa (33).

En la Tabla 2 (ver anteriormente) se indicaba la intensidad de entrenamiento reflejada por la frecuencia cardiaca media. Esta tabla muestra que los jugadores están preparados para resistir un mayor estrés fisiológico durante los partidos. Las evaluaciones de campo son considerablemente poco confiables en jugadores de fútbol (36), a menos que se incorporen aspectos semejantes a la actividad en el juego.

El entrenamiento de la flexibilidad también es importante para el fútbol. Ekstrand (14) demostró que la rigidez muscular era una característica de los jugadores de fútbol, particularmente en los grupos musculares isquiotibiales y abductores. En un estudio prospectivo que empleaba entrenamiento de la flexibilidad, se observó que la incidencia de lesiones fue menor en una muestra experimental de jugadores (que practicaban entrenamiento de flexibilidad).

Se debe enfatizar la necesidad de mantener un balance entre los componentes integrales de un programa de entrenamiento. El entrenamiento en la pretemporada tiende a remarcar los estímulos aeróbicos los cuales podrían interferir con la fuerza muscular (42, 43). Durante la temporada competitiva la capacidad aeróbica tiende a estabilizarse mientras que los niveles de fuerza muscular crecen hasta alcanzar el nivel óptimo. Una de las consecuencias de la disminución en la fuerza muscular al comienzo de la temporada es que los jugadores pueden volverse más vulnerables a las lesiones. Los futbolistas con mayores niveles de fuerza al comienzo de la temporada fueron capaces de permanecer sin lesiones a lo largo de la misma, comparados con jugadores con menores niveles de fuerza (43, 44).

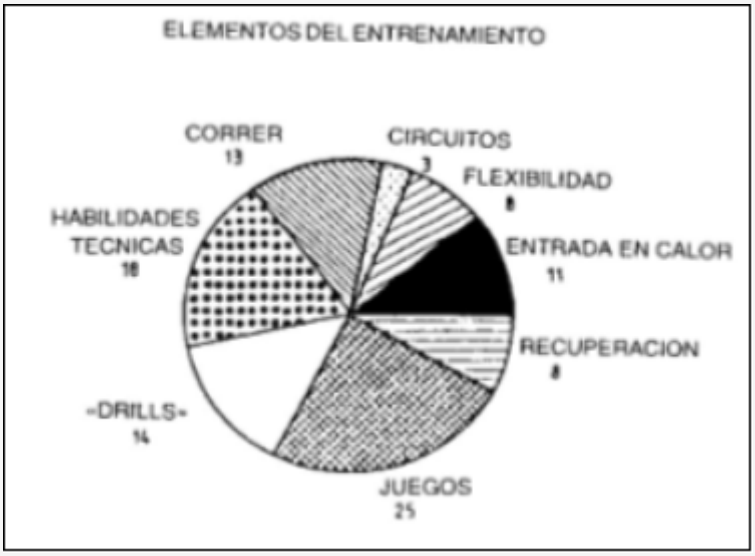


Figura 4. *Distribución del tiempo de entrenamiento para equipos de la Liga Inglesa. Los valores son en porcentaje del tiempo total de entrenamiento.*

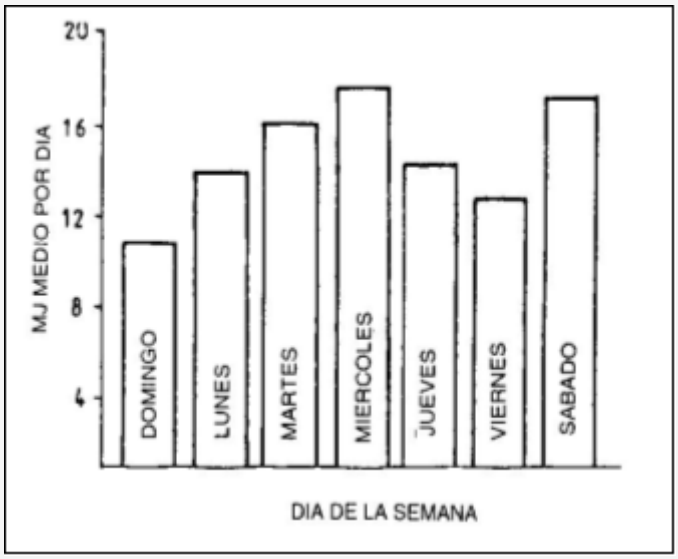


Figura 5*. Gasto calórico diario (en MJ/día) de jugadores profesionales de fútbol, de acuerdo a los días de la semana (de Reilly y Thomas (43).*

Normalmente, los jugadores de fútbol compiten cada fin de semana y este esquema les permite una preparación gradual hasta lograr un pico en la carga de entrenamiento a mitad de semana y un tapering-off para el siguiente partido. Esto está ilustrado por las tendencias en los gastos calóricos diarios a lo largo de la semana (Figura 5). Este patrón es un resguardo contra el sobreentrenamiento y contra la reducción de los niveles de glucógeno muscular antes del partido. Sin embargo, no es posible utilizar este modelo cuando los jugadores tienen calendarios competitivos más desorganizados, incluyendo partidos extras a mitad de semana. En tales circunstancias, sólo se podrán incluir algunos componentes de los estímulos de entrenamiento fisiológico entre los partidos, y los encuentros en sí brindarán el principal estímulo fisiológico.

Las oscilaciones en el gasto energético durante una semana normal tienen implicancias en la forma en que los futbolistas organizan sus dietas. En general, éstas tienden a ser imperfectas, tanto en términos de la ingesta calórica total como de la distribución de macronutrientes (20). Sin embargo existen excepciones: el ejemplo en la Tabla 5 se acerca, en muchos aspectos, a las distribuciones recomendadas para jugadores de fútbol de alto nivel (19, 59). Estas incluyen proporciones de 10-12 % de proteínas, 25 % de grasas, y 65-70 % de carbohidratos, en comparación con los porcentajes respectivos de 12,

42, y 46 % observados en la población general. Los estudios de campo en los cuales se han suministrado suplementos nutricionales a jugadores de fútbol han probado que éstos son beneficiosos tanto para el rendimiento en el entrenamiento (26), como para la resíntesis del glucógeno muscular luego de la competencia (22).

Días	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Alcohol
Lunes y Martes	17.0	25.0	58.0	-
Miércoles	10.4	21.3	67.9	3.6
Jueves	12.0	22.0	66.0	-
Viernes	18.4	24.0	57.6	-
Sábado	10.4	19.2	60.8	9.6

***Tabla 5**. Ingesta diaria de un jugador de fútbol internacional expresada en porcentajes de macronutrientes para cada día de la ingesta.*

RENDIMIENTO MUSCULAR

Como en el fútbol es importante la capacidad de resistir altas intensidades, entre los jugadores de nivel se observa una tendencia hacia una elevada capacidad aeróbica (28, 32, 45). La importancia de una buena capacidad aeróbica fue demostrada por Apor (3) quien reportó que los valores medios del VO_2 de los equipos de alto nivel de la Liga húngara estaban inversamente relacionados con su posiciónen la Liga; se observó que el equipo con mayor puntaje tenía los valores más altos de VO_2 max. Si bien el VO_2 max. no es necesariamente un factor limitante del rendimiento en fútbol, los altos valores reportados en la literatura (45), resaltan la contribución aeróbica al juego. Esto se enfatiza aún más cuando se examinan las características fisiológicas de muestras musculares extraídas de jugadores de fútbol.

Las actividades mitocondriales de las enzimas oxidativas medidas en biopsias musculares de jugadores daneses, extraídas en el momento de mayor entrenamiento, fueron características de atletas de resistencia (5). Similares resultados se obtuvieron con jugadores finlandeses (53) y japoneses (49). Smaros (53) reportó que la deplección de la reserva glucogénica ocurría principalmente en las fibras lentas, reflejando la característica aeróbica del juego. Se debería remarcar que la distribución de las fibras musculares tiende a ser mixta y muestra un gran rango de variación dentro de un equipo (20). La distribución podría reflejar los roles posicionales de juego dentro del equipo y las características histoquímicas podrían reflejar las etapas de entrenamiento.

El entrenamiento físico puede afectar las propiedades funcionales de los grupos musculares comprometidos con las habilidades de juego, aunque no siempre es así. Se observó que la distancia de un saque lateral estaba relacionada con la fuerza de “pull-over” y la fuerza de flexión del tronco (55). En esta instancia, el entrenamiento con un balón medicinal mejoró la fuerza, pero sin un incremento correspondiente en la distancia del saque lateral. Opuesto a esto, se reportó que un programa de entrenamiento de fuerza para distintos músculos de la pierna (11) mejoraba tanto la fuerza muscular como la distancia a la cual jugadores belgas fueron capaces de patear una pelota. En este caso, el programa especial de entrenamiento de sobrecarga fue superpuesto al programa normal de entrenamiento. De Proft y cols. (12) observaron que jugadores de fútbol que remataban una pelota mucho más lejos, comparado con no futbolistas, mostraban una menor actividad muscular general (en base a análisis de electromiogramas) pero una mayor actividad antagonista. Esto se atribuye a acciones concéntricas del cuadriceps y a una actividad excéntrica de los isquiotibiales. Este patrón fue posteriormente confirmado por McCrudden y Reilly (25), quienes también reportaron que la potencia anaeróbica máxima del cuadriceps estaba relacionada con la distancia del remate. Cabri y cols. (8) reportaron correlaciones significativas entre el rendimiento del remate y el torque máximo en movimientos isoquinéticos excéntricos (flexión de la rodilla y extensión de la cadera) y concéntricos (extensión de la rodilla y flexión de la cadera). No siempre se observan estas correlaciones en el rendimiento de los futbolistas cuando se mide la velocidad de la pelota, enfatizando el rol esencial de la técnica de remate (1). Existen datos que indican que la asimetría en la fuerza muscular puede predisponer a las lesiones. Esto puede referirse a diferencias entre las extremidades izquierda y derecha, y a isquiotibiales débiles, reflejado por la proporción isquiotibiales/ cuádriceps. Los datos reportados por Fowler y Reilly (15) sugieren que lo más importante sería prestar atención a este último hecho. En todos los jugadores lesionados se observaron isquiotibiales relativamente débiles, mientras que la extremidad lesionada no era significativamente el lado más débil. Los isquiotibiales funcionan de manera

excéntrica en las acciones de remate (12, 25) y en la desaceleración en el juego general y deben ser suficientemente fuertes para estos propósitos funcionales La proporción isquiotibiales/ cuadriceps se incrementa con el aumento de la velocidad angular y esto debería tenerse en cuenta cuando se evalúa a los jugadores de fútbol a través de aparatos isoquinéticos.

CONCLUSIONES

Las características fisiológicas de los jugadores de fútbol y las respuestas al juego denotan que durante la competencia se impone una combinación de demandas sobre los futbolistas. Las fases críticas de juego para un individuo representan los esfuerzos anaeróbicos, pero éstos están superpuestos con bastantes actividades aeróbicas submáximas. La naturaleza intervalada y acíclica de la actividad durante la competencia hace que sea difícil encontrar protocolos relacionados con el juego en experimentos en laboratorio. Es probable que en futuras investigaciones de la fisiología del fútbol se utilicen más estudios de campo con una mayor especificidad con el juego Los trabajos futuros también deberían considerar los protocolos de entrenamiento más adecuados para optimizar las características físicas y musculares de manera de aumentar el rendimiento durante el juego. Si bien las consideraciones fisiológicas ocupan un lugar en la preparación sistemática para la competencia, el rendimiento depende, en última instancia, de la calidad técnica con la cual se llevan a cabo las habilidades individuales y las tácticas del equipo.

REFERENCIAS

1. Aagard P., M. Trolle, E.B. Simonsen, J. Pangsbo, K. Klausen (1953). High speed extension capacity of soccer players after different kinds of strength training. *In: T. Reilly, J. Clarys and A. Nibbe (eds.) Science and Football H. E. and E. N. Spon, London, pp. 92-94*
2. Ali A., M. Farally (1940). Recording soccer players heart rates during matches. *J. Sports Sci. 9: 183-189*
3. Apor P (1988). Successful formulae for fitness training. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. Murphy (eds.) Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 95-107*
4. Bangsbo. J., F. Lindquist (1992). Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. *Int. J. Sports Med. 13:125-132*
5. Bangsbo J., M. Minuzo (1988). Morphological and metabolic alterations in soccer players with detraining and retraining and their relation to performance. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.) Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 1124-124*
6. Bangsbo. J., L. Norregaard, F. Thorso (1991). Activity profile of professional soccer. *Can J. Sports Sci. 16: 110-116*
7. Bergh U., B. Ekblom (1975). Influence of muscle temperature on maximal strength and power output in human skeletal muscles. *Acta physiol Scand. 107: 33-37*
8. Cabri j., E. De Proft, W. Dufour, J. P. Crarys (1988). The relation between muscular strength and kick performance. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids, W. Murphy (eds.) Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 106-153*
9. Cavanagh P. R., K. R. Williams (1992). The effects of stride length length variations on oxygen uptake during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc. 14: 30-35*
10. Covell B., N. El Din, R. Passmore (1965). Energy expediture of young men during the weekend. *Lancet 1: 727-728*
11. De proft E., J. Cabri, W. Dufour, J. P. Clarys (1988). Strength trining and kick performance in soccer players. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 108-113*
12. De Proft E., J. P. Clarys, E. Bollens, J. Cabri, W. Dufour (1988). Muscle activity in the soccer players. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 434-440*
13. Ekblom B (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med. 3: 50-60*
14. Ekstrand J (1982). Soccer injuries and their prevention. *Doctoral thesis: Linkoping University*
15. Fowler N., T. Reilly (1993). Assessment of muscle strength asymmetry in soccer players. *In: E. J. Lovesey (eds.). Contemporary Ergonomics. Taylor and Francis, London*
16. Gerisch G., E. Rutemoller, K. Weber (1988). Sports medical measurements of performance in soccer. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 60-67*
17. Hughes M (1988). Computerised notation analysis in field games. *Ergonomics 31: 1585-1592*
18. Jacobs I (1981). Lactate, muscle glycogen and exercise performance in man. *Acta Physiol Scand. (Suppl.) pp. 495*
19. Jacobs I (1988). Nutrition for the elite footballer. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 23-32*
20. Jacobs I., N. Westlin, J. Karpson, M. Rasmusson, B. Houghton (1982). Muscle glycogen and diet in elite soccer players. *Eur. J. Appl. Physiol. 48: 297-302*
21. Knowles J. E., J. D. Brooke (1974). A movement analysis of players behaviors in soccer match performance. *Proceedings of 8th*

Annual Conference, British Society of Sports Physiology (Salford)
22. Leatt P., I. Jacobs (1988). Effects of a liquid glucose supplement on muscle glycogen resynthesis after a soccer match. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 42-47*
23. Maughan R.J (1990). Marathon running. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 121-152*
24. Mayhew S. R., H. A. Wenger (1985). Time motion analysis of professional soccer. *J. Human Movement Stud. 11: 49-52*
25. McCrudden M., T. Reilly (1993). A comparison of the punt and the drop-kick. *In: T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (eds.) Science and Football II. E. and F. N. Spon, London, pp. 362-366*
26. Miles A., D. McLaren, T. Reilly (1992). The efficacy of a new energy drink: a training study. *Communication to Olympic Scientific Congress (Benalmadena, Spain). July, 14-19*
27. Nielsen B (1992). Heat stress causes fatigue. *In: P. Marconnet, P. V. Komi, B. Saltin and O. M. Sejersted (eds.) Muscle Fatigue Mechanism in Exercise and Training. Karger, Basel, pp. 207-217*
28. Nowacki P.E., D. Y. Cai, C. Buhl, U. Krummelnein (1988). Biological performance of German soccer players (professional and juniors) tested by special ergometry and treadmill methods. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 145-157*
29. Ogushi T., J. Ohashi, H. Nagahama, M. Isokawa, S. Suzuki (1993). Work intensity during soccer match-play (a case study). *In: T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (eds.) Science and Football II. E. and F. N. Spon, London, pp. 121-123*
30. Ohashi J., H. Togari (1981). Changes of moving distance in football match-play (in Japanese). *Proceedings of the Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, 25: 1-5*
31. Ohashi J., H. Togari, T. Takii (1991). The distance covered during matches of the World class soccer players (in Japanese). *Proceedings of the Department of Sports Science. College of Arts and Sciences, University of Tokyo, 25: 1-5*
32. Ogushi T., J. Ohashi, M. Isokawa, S. Suzuki (1988). Measuring movement speeds and distances covered during soccer match-play. *In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.). Science and Football. E. and F. N. Spon, London, pp. 329-333*
33. Reilly T (1979). What Research Tells the Coach about Soccer. *A. A. H. P. E.R.D., Washington*
34. Reilly T (1990). Fundamental studies in soccer. *In: H. Kasler and R. Andresen (eds.) Sportspielforschung: Diagnose Prognose. Verlag Ingrid Czwalina, Hamburg, pp. 114-120*
35. Reilly T (1990). Footbal. *In: T. Reilly, N. Secher, P. Snell and C. Williams (eds.) Phisiology of Sports. E. and F. N. spon, London, pp. 371-425*
36. Reilly T (1990). Field performance in football. *In: G. Santilli (eds.) sport Medicine Applied to Football. Istituto di Scienza dello sport del C. O. N. I., Rome, pp. 101-110*
37. Reilly T (1993). Science and Football: an introduction. *In: T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe (eds.) Science and Football II. E. and F. N. Spon, London, pp. 3-11*
38. Reilly T., D. Ball (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Res. Quart. Exerc. Sport 55: 267-271*
39. Reilly T., T. Bowen (1984). Exertional cost of changes in directional modes of running. *Percept. Motor Skills 58: 49-50*
40. Reilly T., A. Stirling (1993). Flexibility, warm-up and injuries in mature games players. *In: W. Duquet and J. A. P. Day (eds.) Kinanthropometry IV. E. and F. N. Spon, London*
41. Reilly T., V. Thomas (1976). A motion analysis of work rate in different positional roles in professional football match-play. *J. Human Movement Stud. 2: 87-97*
42. Reilly T., V. Thomas (1977). Effect of a programme of pre-season training on the fitness of soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fit. 17: 401-412*
43. Reilly T., V.Thomas (1979). Estimated energy expenditures professional association footballers. *Ergonomics 22:541 548.50*
44. Reilly T., V. Thomas (1980). The stability of fitness factors over a season of professional soccer as indicated by serial factor analyses. *In: M. Ostyn, G. Beunen, J. Simons (eds.) Kinanthropometry II. University Park Press, Baltimore, pp. 245-257*
45. Reilly T., T.Clarys, A.Stibbe (1993). Science and Football II. *E. and F.N. Spon, London*
46. Reilly T., M.Ilughes, K.Yamanaka (1991). Put them under pressure. *Science and Football No.5 (November), pp. 6-9*
47. Reilly T., W.Lewis (1985). Effects of carbohydrate feeding on mental funtions during sustained physical work. *In: Ergonomics International 85 (ed. I.D. Brown, R. Goldsmith, K. Coombes and M. A. Sinclair) Taylor and Frances London; pp. 700-702*
48. Rohde H.C.,T. Espersensen (1988). Work intensity during soccer training and match-play. *In: T.Reilly, ALces, K.Davids and W. Murphy (eds.) Science and Football. E. and F.N. Spon, London, pp. 68-75*
49. Ryushi T., T.Asami, H. Tsgari (1979). The effect of muscle fibre type composition on ihe maximal powerand the maximal isometric strength of the leg extensor muscle. *Proceedings of the Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, No. 13 (March), pp.11-15*
50. Saltin B (1973). Metaholic fundamentals in exercise. *Med. Sci.Sports Exerc. 5: 137-146*
51. Seliger V (1968). Heart rate as an index of physical load in exercise. *Scripta Medica, Medical Faculty, Brno University, 41: 231-240*
52. Seliger V (1968). Energy metabolism in selected physical exercises. *Int. Z. Angew. Physiol 25: 104-120*
53. Smaros G (1980). Energy usage during football match. *In: L.Vecchiet (ed.) Proceedings, 1st lnternational Congress on Sports Medicine Applied to Foothall, Vol.1 1. l).Guanello, Rorne, pp. 795-801*
54. Thomas V., T. Reilly (1979). Fitness assessment of English League soccer players throughout the competitive season. *Br. J. Sports. Med. 13:103-109*
55. Togari H., T. Asami (1972). A study of throw-in training in soccer. *Proceedings of the Departrnent of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo, 6:33-38*
56. Van GooI D. Van Gerven, J .Boutrnans (1983). Heart rate telemetry during a soccer game: a new methodology. *J. Spots Sci. 1:154*
57. Van Gool D., D.Van Gerven, J.Boutmans (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. *In: T.Reilly, A. Lees, K.Davids and W.Murphy (eds.) Science and Football. E. and FN. Spon, London, pp. 51-59*
58. Withers R. T., Z.Maricic, S.Wasilewski, LKelly (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. *J. Human Movemet*

Stud. 8:159-176
59. Wootton S (1989). Nutrition for Sport. *Simon and Schuster, London*
60. Yarnanaka K., S. Haga, M.Shindo, J.Narita, Y.Koseki, Y.Matsuura, M. Eda (1988). Time and motion analysis in top class soccer games. *In: T.Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy (eds.) Science and Football. E. and EN. Spon, London, pp. 334-340*
61. Yarnaoka S (1965). Studies on energy metabolism in athletic sports. *Res. J. Phys. Educ. 9: 28-40*
62. Zelenka V., V.Seliger, O.Ondrej (1967). Specific function testing of young football players. *J. Sports Med. 7:143-147*

Cita Original

Thomas Reilly. Aspectos Fisiológicos del Fútbol. Actualización en Ciencias del Deporte. Vol. 4, Nro. 13, 1996.