

Análisis de la capacidad de realizar esprines repetidos con y sin cambio de dirección en futbolistas profesionales

Analysis of the repeated sprints ability with and without change of direction in professional soccer players

J. Yanci Irigoyen, U. Azcarate, A. Los Arcos

Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España.

Resumen: Los objetivos de este estudio fueron analizar la capacidad de realizar esprines repetidos en línea recta (RSA) y esprines repetidos con cambio de dirección de 100° (RCODA) en jugadores de fútbol profesionales. En el estudio participaron 18 jugadores de fútbol. El tiempo empleado en realizar el RCODA en la distancia de 15 y 30 m fue significativamente mayor ($p < 0,01$, $d = 1,29-4,11$) que el empleado en RSA de 15 o 30 m. Sin embargo, el índice de fatiga tanto en 15 m (IF_{15m}) como en 30 m (IF_{30m}) no fue significativamente distinto entre el RSA y el RCODA ($p > 0,05$, $d = 0,18-0,43$). A pesar de que la asociación entre el RSA y RCODA fue alta o muy alta y muy probable en la mayor parte de los esprines, en el mejor registro y en el tiempo total, la asociación obtenida en el IF_{15m} y en el IF_{30m} fue baja o moderada y no significativa.

Palabras clave: fútbol, aceleración, rendimiento, condición física, RSA, índice de fatiga.

Abstract: The aims of this study were to analyze the performance in repeated straight line sprint (RSA) and repeated sprints with change of direction (RCODA) in soccer players. The study involved 18 professional soccer players. Results showed that considerably greater time was needed to perform subsequent 15 and 30 m RCODA ($p < 0.01$, $d = 1.29-4.11$) in comparison to same distances RSA. However, differences in relation to fatigue indexes at both 15m (IF_{15m}) and 30 m (IF_{30m}) were not statistically different when performing RSA and RCODA ($p > 0.05$, $d = 0.18-0.43$). Despite the fact that the association between RSA and RCODA was either high or very high and very likely at the majority of the sprints, at the best track record and total time, the obtained association for IF_{15m} and IF_{30m} was small or moderate and not significant.

Key words: soccer, acceleration, performance, physical fitness, RSA, fatigue index.

Introducción

El fútbol es un deporte intermitente donde los jugadores deben realizar multitud de acciones de corta duración a intensidades máximas como acelerar, desacelerar, cambiar de dirección o saltar (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). El análisis del juego mediante tecnología específica como los sistemas multi-cámara (Mohr, Thomassen, Girard, Racinais, & Nybo, 2015) o los dispositivos de posicionamiento global (GPS) (Rampinini et al., 2015), han permitido analizar, con mayor precisión, el tipo de acciones, las distancias recorridas, la frecuencia y la duración de las acciones que realizan los jugadores durante los partidos. Esta tecnología ha permitido conocer, entre otros aspectos, que los jugadores de fútbol realizan entre 150 y 200 acciones distintas durante un partido (Andrzejewski, Chmura, Pluta, & Konarski, 2015), que los jugadores de alto nivel pasan aproximadamente un 11% del tiempo total de un partido realizando acciones de alta intensidad (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006) y que la distancia media y la duración de los esprines son relativamente cortos (raras veces se superan los 30 m y los 4 s de duración) (Stølen et al., 2005). En este sentido, algunos autores han expuesto que la capacidad de aceleración en distancias cortas es de

gran importancia desde el punto de vista del rendimiento físico (Bangsbo et al., 2006, Faude et al., 2012).

Estas acciones de corta duración durante el juego no se producen de forma aislada, sino que se repiten frecuentemente durante el transcurso del encuentro. Si bien el tiempo transcurrido entre las distintas acciones de alta intensidad es variable y puede estar influenciado por la demarcación en el campo de los jugadores o por otros aspectos propios del juego, los jugadores de fútbol realizan aproximadamente un sprint de 10-15 m cada 90 s (Bangsbo et al., 2006). Estos periodos de ejercicio cortos y de alta intensidad están intercalados por periodos de ejercicio de menor intensidad o de recuperación (Svensson & Drust, 2005). Por lo tanto, las demandas físicas y fisiológicas de este deporte requieren que los jugadores sean competentes en la capacidad de repetir esprines (RSA). De esta forma los test que miden el RSA en futbolistas han sido utilizados para medir el rendimiento físico en jugadores de distintos niveles competitivos (Bishop, Girard, & Mendez-Villanueva, 2011).

Sin embargo, tal y como exponen varios autores (Brughelli, Cronin, Levin, & Chaouachi, 2008; Chaouachi et al., 2012; Santiago, Granados, Quintela, & Yanci, 2015; Yanci, Arcos, Mendiguchia, & Brughelli, 2014), los esprines a alta intensidad en fútbol no siempre se producen en línea recta sino

que es frecuente que los jugadores deban realizar cambios de dirección, debido a las exigencias del juego, para poder realizar satisfactoriamente acciones relevantes. La capacidad de cambio de dirección (CODA) se manifiesta en el juego constantemente ya que los jugadores realizan cambios de dirección cada 2-4 s (Brughelli et al., 2008) realizando aproximadamente 1.000 cambios rápidos y frecuentes de ritmo y dirección durante un partido (Reilly, 1989). A pesar de la relevancia de la capacidad de realizar esprints repetidos con cambios de dirección (RCODA) para el desempeño del fútbol, existen pocos estudios al respecto con futbolistas. Conocer el rendimiento en el RCODA así como su asociación con el RSA puede aportar información relevante para entrenadores y preparadores físicos de equipos de fútbol. Varias investigaciones han expuesto que la capacidad de sprint en línea recta y la CODA son capacidades independientes (Salaj & Markovic, 2011; Vescovi & McGuigan, 2008), pero no hemos encontrado estudios donde se analice la asociación entre el RSA y el RCODA.

Por lo tanto, el objetivo principal de este estudio fue analizar tanto la capacidad de realizar esprints repetidos en línea recta (RSA) como la capacidad de realizar esprints repetidos con cambios de dirección (RCODA) en jugadores profesionales de fútbol. El segundo objetivo fue determinar la asociación entre el rendimiento en RSA y RCODA en los jugadores de un equipo de fútbol.

Método

Participantes

En este estudio participaron 18 jugadores profesionales de fútbol ($27,0 \pm 3,9$ años, $75,1 \pm 6,8$ kg, $1,8 \pm 0,1$ m) pertenecientes a un equipo que competía en la Segunda División B del fútbol español. Todos los participantes tenían una experiencia superior a 10 años en la competición y entrenamiento de esta modalidad deportiva y entrenaban 3-4 sesiones por semana durante el periodo de competición. Ninguno de los jugadores participantes en este estudio se encontraba lesionado en el momento de realizar las pruebas físicas. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado antes de comenzar la investigación. Se obtuvo el consentimiento expreso del club al que pertenecían, el estudio siguió las pautas marcadas en la Declaración de Helsinki (2013), y se realizó bajo los estándares éticos establecidos para investigaciones en ciencias del deporte y del ejercicio (Harriss et al., 2016).

Procedimientos

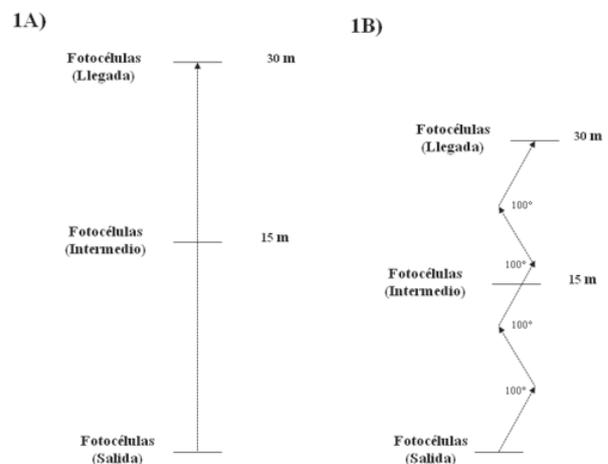
Esta investigación se realizó al final de período competitivo (últimas semana del mes de mayo). En ese momento el equipo era el sexto mejor conjunto, empatado a puntos con el

quinto clasificado, de su grupo de Segunda División B. La fecha de realización de las pruebas fue consensuada con el cuerpo técnico del equipo para interferir lo menos posible en el proceso de entrenamiento y competición. Los participantes fueron testados en dos días distintos. En la primera sesión se realizaron las mediciones antropométricas básicas (masa corporal y altura) y el test de esprints repetidos en línea recta (RSA). En la segunda sesión, 48 h después, los participantes realizaron el test de esprints repetidos con cambios de dirección (RCODA). Los dos tests se realizaron en el campo de hierba natural en el cual habitualmente entrenaba el equipo y todos los jugadores dispusieron de la indumentaria adecuada para realizar las pruebas. Antes de la realización de los tests, en ambas sesiones, se realizó un calentamiento similar que consistió en 5 min de carrera a baja intensidad y ejercicios de movilidad articular general, 3 aceleraciones de 15 m y 30 m con y sin cambios de dirección.

Test de esprints repetidos en línea recta (Repeated Sprint Ability - RSA): para analizar la capacidad de realizar esprints repetidos en línea recta se utilizó el protocolo establecido por (Spencer, Pyne, & Santisteban, 2011). El test consistía en realizar 6 esprints de 30 m a máxima intensidad con una recuperación de 30 s entre cada esprint, tiempo que los jugadores invertían en volver a la posición de salida y prepararse para un nuevo esprint (Figura 1A)

Test de esprints repetidos con cambio de dirección (RCODA): para medir la capacidad de realizar esprints repetidos con cambio de dirección se utilizó el recorrido establecido por (Young, McDowell, & Scarlett, 2001). El test consistía en realizar 6 esprints de 30 m a máxima velocidad con 4 cambios de dirección de 100° cada uno y una recuperación de 30 s entre cada esprint (Figura 1B).

Figura 1. Recorrido del Test de esprints repetidos en línea recta (RSA) (1A) y del Test de esprints repetidos con cambio de dirección (RCODA) (1B).



En ambos casos, para medir el tiempo empleado en cada uno de los esprints realizados tanto en la distancia de 15 m (S_{15m}) como en 30 m (S_{30m}), se utilizaron 3 fotocélulas (Microgate® Polifemo Radio Light, Bolzano, Italia) colocadas en el punto 0 m, en el punto 15 m y en el punto 30 m. En ambos test, además de medir el tiempo (s) empleado en cada sprint, se calculó el mejor registro y el tiempo total (TT, suma de los 6 esprints, TT_{15m} y TT_{30m}). El índice de fatiga tanto en las distancia de 15 m (IF_{15m}) como en las distancias de 30 m (IF_{30m}) se calculó atendiendo a la fórmula propuesta por (Barbero-Alvarez, Coutts, Granda, Barbero-Alvarez, & Castagna, 2010).

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT). Todas las variables mostraron una distribución normal según el test de Shapiro-Wilk. Las diferencias entre el test RSA y el RCODA en cada una de las variables calculadas se analizaron mediante una prueba t de muestras relacionadas. El porcentaje de la diferencia entre el RSA y el RCODA, se calculó mediante la fórmula: $\Delta\% = [(media\ RCODA - media\ RSA) / media\ RSA] \times 100$. El tamaño del efecto (TE) se calculó atendiendo al método propuesto por Cohen (Cohen, 1988). Tamaños del efecto menores a 0,2, entre 0,2-0,5, entre 0,5-0,8 o mayores de 0,8 fueron considerados trivial, bajo, moderado o alto, respectivamente. Las asociaciones entre las variables del RSA y del RCODA se calcularon mediante la correlación de Pearson (r). Para la interpretación de las magnitudes de las correlaciones se utilizó la siguiente escala: menor que 0,1, trivial; de 0,1 a 0,3, baja; de 0,3 a 0,5, moderada; de 0,5 hasta 0,7, alta; 0,7-0,9, muy alta; mayor que 0,9, casi perfecta (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009). Además se calculó el límite de confianza ($\pm LC$) al 90% y las probabilidades de ser ciertas las asociaciones (Hopkins et al., 2009). El análisis estadístico se realizó con el programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS Inc, versión 20,0 Chicago, IL, EE.UU.). El nivel de significación estadística fue establecido en $p < 0,05$.

Resultados

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos tanto en el RSA y en el RCODA en las distancias de 15 m y 30 m, en cada uno de los esprints, en el mejor registro, en el TT y en el IF. El tiempo empleado en realizar los esprints repetidos con cambio de dirección en la distancia de 15 m fue significativamente mayor ($p < 0,01$, $\Delta\% = 5,43-8,88\%$, $d = 1,29-2,45$,

muy alto) que el empleado en los esprints repetidos en línea recta de 15 m. En la distancia de 30 m, los jugadores de fútbol invirtieron significativamente más tiempo en realizar el RCODA que el RSA ($p < 0,01$, $\Delta\% = 11,41-17,38\%$, $d = 2,39-4,11$, muy alto). No se observaron diferencias significativas ni en el IF_{15m} ni en el IF_{30m} entre el RSA y RCODA ($p > 0,05$), siendo la diferencia en IF_{15m} baja ($\Delta\% = 8,48$, $d = 0,18$) y en IF_{30m} moderada ($\Delta\% = 21,81\%$, $d = 0,43$).

Tabla 1. Resultados en cada una de los esprints repetidos en línea recta (RSA) y con cambio de dirección (RCODA), el mejor registro (Mejor), el tiempo total (TT) y el índice de fatiga (IF) en 15 y 30 m.

	RSA	RCODA	$\Delta\%$	TE
Distancia 15 m				
$S1_{15m}$ (s)	2,30 \pm 0,10	2,51 \pm 0,10**	8,88	2,08
$S2_{15m}$ (s)	2,31 \pm 0,09	2,51 \pm 0,08**	8,75	2,45
$S3_{15m}$ (s)	2,30 \pm 0,10	2,49 \pm 0,08**	8,22	2,27
$S4_{15m}$ (s)	2,32 \pm 0,10	2,47 \pm 0,11**	6,37	1,29
$S5_{15m}$ (s)	2,33 \pm 0,10	2,47 \pm 0,10**	5,79	1,35
$S6_{15m}$ (s)	2,33 \pm 0,10	2,46 \pm 0,09**	5,43	1,40
Mejor _{15m} (s)	2,26 \pm 0,09	2,42 \pm 0,09**	7,04	1,85
TT _{15m} (s)	13,90 \pm 0,55	14,90 \pm 0,48**	7,23	2,09
IF _{15m} (%)	2,34 \pm 1,09	2,54 \pm 1,10	8,48	0,18
Distancia 30 m				
$S1_{30m}$ (s)	4,15 \pm 0,18	4,87 \pm 0,18**	17,38	4,11
$S2_{30m}$ (s)	4,17 \pm 0,18	4,82 \pm 0,17**	15,58	3,84
$S3_{30m}$ (s)	4,20 \pm 0,18	4,78 \pm 0,18**	13,86	3,17
$S4_{30m}$ (s)	4,23 \pm 0,18	4,76 \pm 0,19**	12,43	2,75
$S5_{30m}$ (s)	4,25 \pm 0,18	4,74 \pm 0,21**	11,55	2,39
$S6_{30m}$ (s)	4,23 \pm 0,17	4,71 \pm 0,17**	11,41	2,77
Mejor _{30m} (s)	4,11 \pm 0,18	4,66 \pm 0,17**	13,16	3,20
TT _{30m} (s)	25,22 \pm 1,02	28,67 \pm 0,99**	13,68	3,48
IF _{30m} (%)	2,16 \pm 0,80	2,64 \pm 1,11	21,81	0,43

$\Delta\%$ = porcentaje de variación entre RSA y RCODA, TE = tamaño del efecto, S = sprint. ** diferencias significativas $p < 0,01$.

Las asociaciones entre el rendimiento en el RSA y RCODA de los jugadores de fútbol tanto en cada una de los esprints realizados, en el mejor registro, en el TT como en el IF se muestran en la tabla 2. A pesar de que la asociación entre el RSA y RCODA fue alta o muy alta y muy probable en la mayoría de los esprints, en el mejor registro y en el TT, la asociación en el IF_{15m} y en el IF_{30m} fue baja.

Tabla 2. Asociación (r), limite de confianza (CL al 90%) y probabilidad del efecto estadístico entre los resultados obtenidos en los esprints repetidos en línea recta (RSA) y los esprints repetidos con cambio de dirección (RCODA).

	r;±CL 90%	Magnitud	Probabilidad	Probabilidad del efecto estadístico		
				Sustancialmente positiva	Insignificante o trivial	Sustancialmente negativa
Distancia 15 m						
S1 _{15 m} (s)	0,73;±0,24**	Muy alta	Muy probable	99,7%	0,3%	0,0%
S2 _{15 m} (s)	0,82;±0,18**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
S3 _{15 m} (s)	0,26;±0,43	Baja	Posible	70,9%	17,9%	11,2%
S4 _{15 m} (s)	0,64;±0,30**	Alta	Muy probable	98,5%	1,2%	0,2%
S5 _{15 m} (s)	0,60;±0,32*	Alta	Muy probable	97,5%	2,0%	0,4%
S6 _{15 m} (s)	0,78;±0,21**	Muy alta	Muy probable	99,9%	0,1%	0,0%
Mejor _{15 m} (s)	0,77;±0,21**	Muy alta	Muy probable	99,9%	0,1%	0,0%
TT _{15 m} (s)	0,76;±0,22**	Muy alta	Muy probable	99,9%	0,1%	0,0%
IF _{15 m} (%)	-0,30;±0,43	Baja	Probable	8,7%	15,7%	75,6%
Distancia 30 m						
S1 _{30 m} (s)	0,88;±0,12**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
S2 _{30 m} (s)	0,83;±0,17**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
S3 _{30 m} (s)	0,82;±0,18**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
S4 _{30 m} (s)	0,67;±0,28**	Alta	Muy probable	99,1%	0,8%	0,1%
S5 _{30 m} (s)	0,68;±0,27**	Alta	Muy probable	99,2%	0,7%	0,1%
S6 _{30 m} (s)	0,90;±0,11**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
Mejor _{30 m} (s)	0,87;±0,13**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
TT _{30 m} (s)	0,88;±0,12**	Muy alta	Muy probable	100,0%	0,0%	0,0%
IF _{30 m} (%)	0,31;±0,42	Moderada	Probable	76,7%	15,1%	8,1%

S = esprint, TT = tiempo total, IF = índice de fatiga. * p < 0,05, ** p < 0,01 asociación significativa.

Discusión

Debido a que las demandas propias del juego del fútbol requieren al jugador realizar multitud de esprints con un corto periodo de recuperación (Bangsbo et al., 2006), y a que varios investigadores han definido que la capacidad de realizar esprints repetidos tanto en línea recta como con cambios de dirección son cualidades relevantes para el rendimiento físico de un futbolista (Barbero-Alvarez et al., 2010; Dellal & Wong, 2013), los objetivos de este estudio fueron analizar la capacidad de realizar esprints repetidos en línea recta (RSA) y esprints repetidos con cambio de dirección (RCODA) en jugadores de fútbol profesionales y analizar la asociación entre el rendimiento en el RSA y el RCODA. A pesar de que el rendimiento en el RSA ha sido analizado con anterioridad en jugadores de fútbol (Dellal & Wong, 2013; Schimpchen, Skorski, Nopp, & Meyer, 2015), no hemos encontrado estudios que analicen la asociación entre la capacidad de realizar esprints repetidos en línea recta y la capacidad de repetir esprints que impliquen algún cambio de dirección. Los resultados obtenidos en este estudio pueden aportar información

relevante para entrenadores y preparadores físicos de equipos de fútbol respecto a la posible independencia de estas dos capacidades.

La realización de acciones de alta intensidad que impliquen CODA induce a los futbolistas a tener que acelerar y desacelerar constantemente, lo que requiere de una importante implicación de la musculatura de las extremidades inferiores para generar fuerza tanto en el plano frontal como sagital (McCormick, Hannon, Newton, Shultz, Detling, & Young, 2014). La secuencia aceleración-desaceleración durante el esprint con cambios de dirección puede provocar una pérdida de rendimiento en el tiempo empleado en realizar una acción determinada. Hasta el momento, si bien ha sido calculado el índice RSA/RCODA (Dellal & Wong, 2013) ningún estudio ha cuantificado la pérdida de rendimiento que se produce en un test de RCODA con respecto a otro de características similares de RSA. Los resultados de nuestro estudio muestran que en 15 m la pérdida de rendimiento en el tiempo (s) que los jugadores invierten en las dos pruebas es entre un 5,43 y un 8,88%. Este porcentaje aumenta en la distancia de 30 m alcanzando una pérdida de rendimiento de un

11,41 a un 17,38%. Aproximadamente, cada cambio de dirección de 100° supuso un aumento del tiempo en realizar la prueba de un 1-4%. Posiblemente, un aumento en la capacidad de generar fuerza en las extremidades inferiores, así como técnicas específicas que mejoren la capacidad de deceleración-aceleración podrían reducir esta pérdida de rendimiento en jugadores de fútbol. Debido a que en los partidos de fútbol, los jugadores en multitud de acciones deben realizar acciones que implican CODA (Brughelli et al., 2008; Chaouachi et al., 2012), los entrenadores y preparadores físicos deberían implementar entrenamientos específicos que ayuden a minimizar la pérdida de rendimiento en los cambios de dirección.

A pesar de que investigaciones anteriores han expuesto que la capacidad de aceleración y la CODA son cualidades independientes (Salaj & Markovic, 2011; Vescovi & McGuigan, 2008), los resultados obtenidos en este estudio muestran una alta asociación entre el RSA y el RCODA tanto en 15 m como en 30 m en las variables de tiempo (cada una de las repeticiones y tiempo total). Posiblemente esta disparidad con respecto a otros estudios en las asociaciones encontradas pueda ser debido a dos aspectos fundamentales. Por un lado, la naturaleza de los cambios de dirección (por ejemplo tipo y número) pueden condicionar estas asociaciones (Chaouachi et al., 2012; Yanci et al., 2014). Por otro lado, la necesidad de realizar acciones repetidas con un corto periodo de recuperación puede implicar la utilización de otras vías metabólicas, distintas a las requeridas en las acciones aisladas de aceleración o CODA, que pueden ser más determinantes en el rendimiento obtenido en los esprines repetidos. Sin embargo, la ausencia de diferencias significativas entre el RSA y RCODA en el IF_{15m} ($d = 0,18$, bajo) y en el IF_{30m} ($d = 0,43$, moderado), ponen de manifiesto que la fatiga en las dos pruebas fue similar y que realizar cuatro cambios de dirección de 100° en un

RCODA no produce una mayor fatiga que realizar esprines en línea recta. Posiblemente, debido a que los jugadores eran profesionales y con una alta condición física, los cambios de dirección de 100° realizados durante el RCODA no supusieron suficiente estímulo como para provocar una mayor fatiga neuromuscular a la expresada en el RSA. En futuras investigaciones sería interesante analizar si se produce un aumento de fatiga en un test de RCODA que implique realizar cambios de dirección de 90° o 180° con respecto a un RSA, con el fin de analizar si hay una mayor implicación de la fuerza empleada.

Los resultados de este estudio deben ser tomados con cautela ya que el trabajo presenta algunas limitaciones. Por un lado, únicamente se ha podido realizar el estudio en un equipo de fútbol, por lo que la muestra es reducida. Por otro lado, el test de RCODA implicaba únicamente cuatro cambios de dirección de 100°. Sería interesante analizar si los resultados pueden variar tras la realización de algún test de RCODA que implique un número distinto de cambios de dirección y de naturaleza diferente (90° o 180°).

Conclusiones

A pesar de que el tiempo empleado en realizar esprines repetidos con cambios de dirección (RCODA) es mayor que el tiempo empleado en realizar esprines repetidos en línea recta (RSA) en jugadores profesionales de fútbol, y que existe una asociación entre el rendimiento en el RSA y en el RCODA, no se han observado diferencias significativas en el índice de fatiga de estos dos test, ni en la distancia de 15 m ni en 30 m. Por lo tanto, realizar cuatro cambios de dirección de 100° en los esprines repetidos no indujo mayor fatiga en los jugadores de fútbol.

Bibliografía

1. Andrzejewski, M., Chmura, J., Pluta, B., & Konarski, J. M. (2015). Sprinting Activities and Distance Covered by Top Level Europa League Soccer Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(1), 39–50.
2. Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674.
3. Barbero-Alvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Alvarez, V., & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport / Sports Medicine Australia*, 13(2), 232–5.
4. Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(9), 741–56.
5. Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 38(12), 1045–63.
6. Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D. P., Chamari, K., & Castagna, C. (2012b). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(10), 2667–76.
7. Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*.
8. Dellal, A., & Wong, D. P. (2013). Repeated Sprint and Change-of-Direction Abilities in Soccer Players: Effects of Age Group. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 2504–2508.
9. Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sports Science*, 30, 625–631.
10. Harris, D. J., Atkinson, G., Sciences, E., Sciences, E., Buidling, T. R., Campus, B. S., & Moores, L. J. (2016). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update, 1121–1124.
11. Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–13.
12. McCormick, Bt. Hannon, JC. Newton, M. Shultz, B. Detling, N. Young, W. (2014). The Relationship between Change of Direction

- Speed in the Frontal Plane, Power, Reactive Strength, and Strength. *International Journal of Exercise Science*, 7(4), 260–270.
13. Mohr, M., Thomassen, M., Girard, O., Racinais, S., & Nybo, L. (2015). Muscle variables of importance for physiological performance in competitive football. *European Journal of Applied Physiology*, 116(2), 251–262.
 14. Rampinini, E., Alberti, G., Fiorenza, M., Riggio, M., Sassi, R., Borges, T. O., & Coutts, a. J. (2015). Accuracy of GPS devices for measuring high-intensity running in field-based team sports. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 49–53.
 15. Reilly, T. (1989). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15, 257–263.
 16. Salaj, S., & Markovic, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1249–1255.
 17. Schimpchen, J., Skorski, S., Nopp, S., & Meyer, T. (2015). 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.
 18. Spencer, M., Pyne, D., & Santisteban, J. (2011). Fitness Determinants of Repeated-Sprint Ability in Highly Trained Youth Football Players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, (6), 497–508.
 19. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer, 35(6), 501–536.
 20. Svensson, M., & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23, 601–618.
 21. Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97–107.
 22. Yanci, J., Arcos, A. L., Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2014b). Relationships between sprinting, agility, one- and two-leg vertical and horizontal. *Kinesiology*, 46, 194–201.
 23. Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 15(3), 315–9.