

## Efecto de un entrenamiento intermitente con y sin cambios de dirección, sobre el rendimiento físico de jóvenes futbolistas

### Effect of intermittent training with and without direction changes on the physical performance of young players

\*Javier Sánchez Sánchez, \*Cristian Hernández Familiar, \*Víctor Marcos Muñoz, Alejandro González García, \*\*Alejandro Rodríguez Fernández, \*Manuel Carretero González

\*Universidad Pontificia de Salamanca, \*\*Universidad Isabel I

**Resumen.** El objetivo del estudio fue analizar el efecto de un entrenamiento con sprints lineales y con sprints que incluyen cambios de dirección (2-COD-90°), sobre el rendimiento de jugadores juveniles de fútbol que compiten en categoría provincial. Dieciséis jugadores (media  $\pm$  SD: 16.7 $\pm$ 8 años de edad; 175.3 $\pm$ 5.2 cm de altura; 64.4 $\pm$ 9.4 kg de peso) fueron asignados de forma aleatoria a un grupo de entrenamiento con sprints repetidos lineales (n= 8, RSAL) ó con cambio de dirección (n=8, RSACOD). El RSAL realizaba 3 series de 10 sprints sobre 22-m, con 27-m de recuperación activa entre esfuerzos y 4-min de pausa entre series; el RSACOD realizaba 3 series de 10 sprints sobre 18-m con 2-COD-90°, con 18-m de recuperación activa y 4-min de pausa entre series. No se observaron cambios en el test RSA (8x30-m, recuperación 25-s) en ningún grupo. El entrenamiento RSAL mejoró ( $p < .05$ ) el  $VO_{2max}$  (50.99  $\pm$  1.56 vs. 53.63  $\pm$  2.86 ml/kg/min); mientras que el RSACOD mejoró ( $p < .05$ ) en la capacidad para cambiar de dirección (13.62  $\pm$  .31 vs. 13.42  $\pm$  .32 s) y el triple salto horizontal con pierna dominante (5.87  $\pm$  .31 vs. 6.10  $\pm$  .61 m) y no dominante (5.72  $\pm$  .71 vs. 6.01  $\pm$  .8 m). El entrenamiento debe contender esfuerzos lineales y con COD para obtener una mejora global en la condición física del futbolista.

**Palabras clave.** fútbol, periodo competitivo, entrenamiento interválico, capacidad para cambiar de dirección, consumo de oxígeno máximo, fuerza horizontal.

**Abstract.** The aim of the study was to analyze the effect of a linear repeated sprint training and repeated sprints including changes of direction (2-COD-90°) on the performance of young soccer players competing in provincial category. Sixteen players (mean  $\pm$  SD: 16.7  $\pm$  .8 years old; 175.3  $\pm$  5.2 cm, 64.4  $\pm$  9.4 kg) were randomly assigned to a linear repeated sprints training group (n = 8, RSAL) or change of direction group (n = 8, RSACOD). The RSAL performed 3 sets of 10 sprints over 22-m, with 27-m active recovery between workouts and 4-min rest between sets; the RSACOD performed 3 sets of 10 sprints over 18-m 2-COD-90°, with 18-m active recovery and 4-min rest between sets. No changes were observed in the RSA test (8x30-m, 25-s recovery) in either group. The RSAL training improved ( $p < .05$ )  $VO_{2max}$  (50.99  $\pm$  1.56 vs. 53.63  $\pm$  2.86 ml / kg / min); while RSACOD improved ( $p < .05$ ) in the ability to change direction (13.62  $\pm$  .31 vs. 13.42  $\pm$  .32 s) and horizontal triple jump with dominant leg (5.87  $\pm$  .31 vs. 6.10  $\pm$  .61 m) and nondominant (5.72  $\pm$  .71 vs. 6.01  $\pm$  .8 m). The training must incorporate linear and COD efforts for an overall improvement in the physical condition of the player.

**Keywords.** soccer, in-season, interval training, agility, maximum oxygen uptake, horizontal force.

### Introducción

El fútbol es un deporte de naturaleza intermitente (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006), que combina de forma aleatoria acciones de diferente implicación metabólica (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Aunque los esfuerzos de tipo aeróbico tienen una presencia cuantitativa sin discusión (Wragg, Maxwell, & Doust, 2000), son los sprints, que representan únicamente el 10% de la distancia total recorrida durante el partido (Carling, Bloomfield, Nelsen, & Reilly, 2008), los que se consideran como el elemento más determinante del éxito en competición (Carling, Le Gall, & Dupont, 2012), y preceden a la mayoría de situaciones decisivas del juego (Faude, Koch, & Meyer, 2012). En el contexto competitivo, entre cada acción intensa se ajusta un tiempo de recuperación, que el jugador utiliza para recomponer su estructura metabólica y neuromuscular (Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005). La capacidad para reproducir esta dinámica de esfuerzo-recuperación, se conoce con el término de *repeated sprint ability* o RSA (Buchheit, Bishop, Haydar, Nakamura, & Ahmaidi, 2010). Esta cualidad es considerada crucial para el rendimiento del futbolista (Oliver, Armstrong, & Williams, 2007; Rampinini, Sassi, Morelli, Mazzoni, Fanchini, & Couto, 2009; Spencer, et al., 2005), puesto que se ha observado entre otras relaciones, una significativa correspondencia entre la distancia cubierta en un partido y el tiempo medio de sprint registrado en un test RSA (Rampinini et al., 2009). Por este motivo mejorar la respuesta del jugador ante este tipo de situaciones, es clave para poder incrementar sus posibilidades de éxito en competición (Hader, Mendez-Villanueva, Ahmaidi, Williams, & Buchheit, 2014).

Desde un punto de vista fisiológico, el rendimiento en RSA está cargado de gran complejidad, pues depende de factores neuromusculares

(determinantes del rendimiento en el sprint) y metabólicos (involucrados en la capacidad para mantener el rendimiento en los sucesivos sprints), que deben ser entrenados por igual (Glaister, 2005). Dentro de los factores metabólicos, parece que esta cualidad depende de las vías aeróbica y anaeróbica (Bishop, Girard, & Mendez-Villanueva, 2011). Ambas pueden ser mejoradas a través de programas de entrenamiento que emplean carreras intermitentes de máxima y/o supramáxima intensidad (Dupont, Akakpo, & Berthoin, 2004; Rodríguez, Sánchez-Sánchez, & Villa, 2014). Estos trabajos fraccionados se programan manipulando la distancia a recorrer, el número de repeticiones y series a realizar, la intensidad de ejecución de los desplazamientos y el tipo de recuperación que se incluye entre los esfuerzos (Hader, et al., 2014). Aunque para el desarrollo de estos ejercicios también existe la posibilidad de programar diferentes recorridos, lo común ha sido incluir desplazamientos en línea recta (Iaia, Rampinini, & Bangsbo, 2009). Sin embargo, los futbolistas durante el juego realizan más de 700 cambios de dirección (COD) por partido (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007). Esto nos indica que no sólo deben tener la capacidad para repetir esfuerzos intensos, sino también la habilidad para COD mientras los realizan (Hader, et al., 2014). Por ello entrenadores y preparadores físicos deberían tener en cuenta la inclusión de COD en sus propuestas de entrenamiento interválico de alta intensidad (Brughelli, Cronin, Levin, & Chaouachi, 2008).

Aunque los estudios que se ocupan del COD han crecido en los últimos años, aún existe un conocimiento limitado de la respuesta fisiológica a este tipo de acciones (Buchheit, Bishop, et al., 2010; Hader, et al., 2014). Conocemos la influencia sobre la fatiga en esfuerzos lineales de los procesos neuromusculares, de la capacidad para sintetizar fosfocreatina o la capacidad para eliminar residuos metabólicos ( $H^+$  y  $P_i$ ) (Glaister, 2008). Sin embargo, estos factores limitantes pueden no estar implicados en la disminución del rendimiento en acciones repetidas con COD (Buchheit, Bishop, et al., 2010). En acciones no lineales, los determinantes biomecánicos y neurales son claramente específicos y por tanto no comparables con los desplazamientos rectilíneos

(Brughelli, et al., 2008; Sheppard & Young, 2006). En un estudio desarrollado con jugadores de fútbol amateur (Dellal, Keller, Carling, Chaouachi, Wong, & Chamari, 2010), que competían en categoría senior a nivel nacional, se comparó la respuesta fisiológica entre carreras con COD-180° y carreras lineales, realizadas de forma intermitente (10-10", 15-15" y 30-30") a intensidades por encima de la velocidad aeróbica máxima (VAM). En este estudio los autores encontraron una mayor respuesta de la frecuencia cardíaca (FC), concentración de lactato ([La<sup>-</sup>]) y esfuerzo percibido (EP) en los ejercicios con COD-180°. Por su parte, Buchheit, Bishop et al. (2010) analizaron la influencia de un esfuerzo repetido con (6x[2x12.5-m]) y sin (6x25-m) COD en deportistas de disciplinas de equipo. En este trabajo se observaron mayores valores de consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) y [La<sup>-</sup>] asociados a las cargas que se realizaban con COD. En otro reciente estudio Hader et al. (2014) compararon esfuerzos con 2 COD-90° (2x[10x16.5-m]) frente a otros lineales (2x[10x22-m]), obteniendo una respuesta similar entre las acciones en las variables VO<sub>2</sub>, desoxigenación de los músculos extensores y flexores de la rodilla, EP y rendimiento en salto. Sin embargo, en la línea de los anteriores trabajos la [La<sup>-</sup>] fue mayor en relación al esfuerzo con COD y el registro electromiográfico en musculatura isquiotibial descendió menos en los lineales.

Para poder prescribir una intervención específica es necesario aumentar el conocimiento en relación a este tipo de cargas de entrenamiento (Stone & Kilding, 2009). Para ello es importante conocer los efectos de diferentes protocolos que incluyan COD. Hasta donde conocemos, no existen muchos estudios que hayan comparado la respuesta a ejercicios de carrera con y sin COD, y menos empleando sprints repetidos. Ferrari-Bravo, Impellizzeri, Rampinini, Castagna, Bishop, & Wisloff (2008) aplicaron con futbolistas juveniles un entrenamiento interválico y otro con sprints repetidos, pero en ambos incluyendo desplazamientos con COD-180°. En otro estudio de Buchheit, Bishop et al. (2010), se estudió el efecto sobre el RSA de un entrenamiento con sprints repetidos que incluyen COD, comparándolo con un programa de entrenamiento de fuerza explosiva. Sin embargo, no existen estudios que hayan examinado la influencia del tipo de desplazamiento (con y sin COD) en los entrenamientos de sprint repetidos. El objetivo del estudio fue analizar el efecto de un entrenamiento intermitente con sprints lineales y con sprints que incluyen 2-COD-90°, sobre el rendimiento de jugadores juveniles de fútbol que compiten en categoría provincial.

## Metodología

### Participantes

Dieciséis jugadores de fútbol de categoría juvenil provincial (media±SD: 16.7±8 años de edad; 175.3±5.2 cm de altura; 64.4±9.4 kg de peso) participaron en el estudio. Los futbolistas acumulaban una experiencia en el entrenamiento del fútbol de 6.4±2.3 años. Todos realizaban 3 sesiones de entrenamiento semanal (90-min de duración cada una) y jugaban 1 partido de competición en categoría provincial el fin de semana. Los jugadores fueron divididos de forma aleatoria en 2 grupos: entrenamiento con sprints repetidos lineales (n= 8, RSAL) y entrenamiento con sprints repetidos con COD (n=8, RSACOD). No se encontraron diferencias entre ambos grupos en los test iniciales. Como criterios de inclusión para la participación en el estudio se establecieron: haber participado en el 90% de las sesiones de entrenamiento de la temporada, estar compitiendo regularmente con el equipo y poseer un consentimiento médico para participar en ejercicios físicos intensos (Ferrari-Bravo, et al., 2008). Los porteros fueron excluidos de la muestra de estudio. Antes del comienzo del trabajo de campo, los participantes (o sus padres/tutores, para los menores de edad) dieron por escrito su consentimiento voluntario para formar parte del trabajo. El diseño del estudio cumplió con las recomendaciones establecidas en la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Pontificia de Salamanca.

### Procedimiento

El estudio fue diseñado para comparar el efecto de un programa de

entrenamiento compuesto por sprints repetidos lineales (RSAL), con otro en el que se realizan sprints repetidos con 2-COD-90° (RSACOD). El trabajo de campo se desarrolló durante 7 semanas (entre los meses de octubre y noviembre pertenecientes al periodo de competición), y consistió en 1 semana de test iniciales (pre-test); 5 semanas de intervención, realizando 2 sesiones no consecutivas por microciclo, separadas al menos 48 horas de la competición del fin de semana; y 1 semana de test finales (post-test). Durante el tiempo de intervención los jugadores siguieron participando en su entrenamiento habitual de fútbol. La rutina semanal consistía en 3 sesiones por semana (martes, jueves y viernes) con los siguientes contenidos: desarrollo técnico-táctico, entrenamiento de resistencia, entrenamiento de fuerza, prevención de lesiones y trabajo de flexibilidad (75%, 8%, 7%, 2% y 8% del tiempo total de entrenamiento, respectivamente). Además, durante el tiempo que duró el diseño experimental, los jugadores disputaron 7 partidos de competición.

Antes de cada entrenamiento los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado que constaba de 5-min de carrera, 3-min de desplazamientos y movilidad articular, 5 aceleraciones y 2 sprints de 15 metros. Según el procedimiento propuesto en otro estudio en el que se comparan sprints repetidos con y sin COD (Hader, et al., 2014), el protocolo RSAL consistió en realizar 3 series de 10 sprints en línea recta sobre 22-m (660-m por sesión), con 27-m de carrera de recuperación entre esfuerzos y 4-min de recuperación entre series; y el protocolo RSACOD en realizar 3 series de 10 sprints sobre un recorrido de 18-m (540-m por sesión) con 2-COD-90°, junto a 18-m para realizar carrera de recuperación y 4-min de recuperación entre series. Todos los jugadores fueron supervisados por un investigador durante el desarrollo de los entrenamientos.

El efecto de los programas de entrenamiento se obtuvo a través de la aplicación de diferentes test de evaluación de la condición física del futbolista: test RSA, test de potencia aeróbica, test de COD y test de fuerza explosiva. Para ello una semana antes (pre-test) y otra después (post-test) del programa de entrenamiento los jugadores realizaron 2 sesiones de evaluación. En ambas jornadas los futbolistas fueron instruidos para realizar su última comida 3 horas antes del comienzo de las pruebas, no tomar bebidas con cafeína, ni realizar ejercicio físico intenso un día antes de la toma de datos. Todos los test se realizaron a la misma hora, en el campo de hierba artificial donde el equipo realizaba su entrenamiento, con la indumentaria habitual y el calzado que normalmente usaba el jugador. Los test fueron supervisados por los mismos técnicos especialistas en 2 días diferentes, con 48 horas de separación entre cada sesión. El primer día de evaluación se realizaron el test de COD y el test RSA. En el segundo día el test de salto horizontal y a continuación el test de potencia aeróbica. Antes de cada sesión se realizó con todos los jugadores un calentamiento estandarizado, que consistió en 12 minutos de carrera continua a baja intensidad, ejercicios de movilidad articular y acciones de salto y sprint sobre distancias de 10 a 30 metros.

### Test RSA

El test RSA implicaba el desarrollo de sprints lineales (8 x 30-m con 25-s de recuperación activa). Durante la recuperación los jugadores realizaban carrera de baja intensidad para retornar a la línea de salida, donde 5-s antes del comienzo esperaban para la realización de un nuevo sprint. Previamente a la realización del test RSA, los jugadores realizaron una carrera a máxima velocidad sobre 30-m para establecer el tiempo de sprint ideal. Este valor fue empleado como criterio de maximalidad, de manera que el primer sprint del test RSA no podía dar como resultado un tiempo superior al 2.5% del registrado en la prueba de velocidad 30-m (Ferrari-Bravo, et al., 2008). El tiempo de 30-m de sprint era medido con fotocélulas (DSD Láser System®, con software Sport Test (v3.2.1)) ubicadas en la línea de inicio y final, a 1-m de altura del suelo. Los jugadores comenzaban cada sprint en una posición de salida, 0.5-m por detrás del primer sensor (Hader, et al., 2014). Todos los jugadores recibían motivación verbal para conseguir el máximo esfuerzo durante la realización del test. Los indicadores de rendimiento en esta prueba correspondían al registro del mejor tiempo de sprint ( $RSA_{mejor}$ ), la suma de tiempo empleado en realizar los 8 sprints ( $RSA_{total}$ ), el tiempo medio

correspondiente a los 8 sprints ( $RSA_{media}$ ) y el porcentaje de decrecimiento ( $RSA_{Sdec}$ ). Esta variable se determinó con la siguiente ecuación (Spencer, et al., 2005):

$$RSA_{Sdec} = \left( \left( \frac{RSA_{total}}{RSA_{mejor} \times 8} \right) \times 100 \right) - 100$$

#### Test de potencia aeróbica

El test Yo-Yo IR1 es una prueba intermitente, desarrollada a una intensidad progresiva creciente hasta la fatiga. Consiste en realizar carreras de ida y vuelta (2x20 m) con un aumento progresivo de la velocidad, controlada por los pitidos de audio grabados en un CD y amplificadas por unos altavoces Sony ENG203® (Tokio, Japón). Entre cada una de las carreras se incluía un tiempo de recuperación, durante el cual los jugadores caminaban 2x5 m. Los sujetos debían adecuar su ritmo de carrera a las señales sonoras, por lo que cuando no podían mantener la velocidad correspondiente al período 2 veces consecutivas, eran eliminados de la prueba (Rebello, Brito, Seabra, Oliveira, & Krstrup, 2012). El resultado se determinó a partir de los metros (m) recorridos, de manera que la distancia completada por cada futbolista fue empleada para el cálculo indirecto del  $VO_{2max}$  (ml/kg/min) con la fórmula:  $VO_{2max} = distancia (m) \times 0.0084 + 36.4$  (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008). Además se monitorizó la FC de todos los jugadores a través del Polar Team System-2® (Kempele, Finland) para registrar su frecuencia cardíaca durante el test y obtener la FC máxima ( $FC_{max}$ ). Esta información fue empleada para la programación de la intensidad de los entrenamientos, además de como criterio de maximalidad del test.

#### Test de COD

El test de COD se realizó de acuerdo a los procedimientos indicados por Rösch et al. (2000). En esta prueba todos los jugadores comenzaban tumbados en el suelo detrás de la línea A; a la señal corrían 10 m hasta cruzar con un pie la línea B; luego regresaban hasta la línea C (20 m); posteriormente giraban y corrían de nuevo hasta la línea A (10 m); por último volvían a realizar un cambio de dirección y completaban en carrera 30 m hasta cruzar la línea D. La distancia total recorrida fue de 70 m, registrándose el tiempo invertido por medio de fotocélulas (DSD Láser System®, software con Sport Test (v3.2.1)).

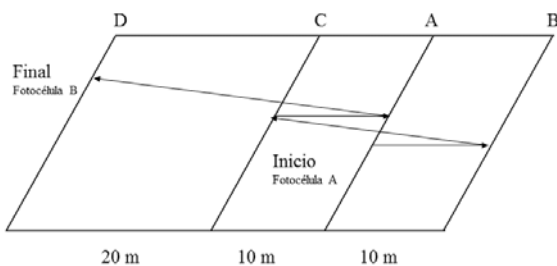


Figura 1. Representación del test de Cambio de Dirección

#### Test de salto

Para la evaluación de la fuerza explosiva se empleó el test de salto unilateral Cross-over Hop for Distance (Noyes, Barber, Mangine, & Barber, 1991). En la descripción de los resultados se consideró como pierna dominante aquella con la que el sujeto golpeaba el balón de manera habitual (Rouissi, et al., 2015). El jugador se posicionaba sobre la pierna a evaluar, por detrás de la referencia de salida y realizaba 3 saltos máximos consecutivos con apoyos alternos a un lado y otro de una línea trazada en el suelo (.15-m de ancho) perpendicularmente a la marca de inicio. No se permitieron pausas entre los saltos, las manos se dejaron mover libremente, y para dar validez al intento la posición final de aterrizaje se debía mantener sin desequilibrios ni ayudas. El resultado se midió a través de la distancia (metros) entre la línea de salida y la parte posterior del talón apoyado en el suelo.

#### Análisis estadístico

Se calcularon los estadísticos descriptivos (media  $\pm$  SD). Previamente

se comprobó la normalidad de la muestra a través de la prueba Saphiro-Wilk. A continuación se analizó el efecto de cada programa en la condición física de los futbolistas, mediante la prueba *t Student* para muestras relacionadas, que compara los resultados obtenidos en el pre-test y post-test. La prueba *t Student* para muestras independientes se utilizó para comparar los resultados inter-grupo. Ambas pruebas también fueron empleadas para comparar (inter-grupo e intra-grupo) el tiempo de cada uno de los 8 sprints del test RSA antes y después de cada programa de entrenamiento. En todos los casos, la diferencia entre resultados se consideró significativa cuando  $p < .05$ . Adicionalmente la diferencia entre variables se valoró calculando el tamaño del efecto (TE) a través de la prueba *d de Cohen* (Cohen, 1988). El valor de *d* fue  $< .1$  (muy pequeño),  $.1 < d < .2$  (pequeño),  $.2 < d < .5$  (moderado),  $.5 < d < .8$  (grande) y  $> .8$  (muy grande). El programa SPSS para Windows v. 20.0 (SPSS, Inc., Chicago IL.) fue utilizado para realizar el análisis estadístico.

## Resultados

En la Tabla 1 están reflejados los efectos del entrenamiento sobre las variables analizadas. El grupo RSAL mejoró de forma significativa ( $p < .05$ ; TE = 1.14) la distancia recorrida en el test Yo-Yo IR1. Por su parte, el grupo RSACOD mejoró ( $p < .05$ ; TE = .59) en el test COD y en el test de salto horizontal con pierna dominante (TE = .48) y no-dominante (TE = .38). En el análisis inter-grupo, no se observaron diferencias a favor de ninguno de los programas de entrenamiento.

En la Figura 2 se observa el tiempo invertido por el grupo RSAL y el RSACOD, en realizar cada sprint del test RSA, tanto en el pre-test como en el post-test. Aunque no existen diferencias significativas inter-grupo ni intra-grupo, puede comprobarse una tendencia a mejorar el tiempo de cada sprint tras la aplicación de los programas de entrenamiento.

Tabla 1. Efecto del entrenamiento de sprints repetidos lineales (RSAL) y con cambio de dirección (RSACOD) sobre la capacidad de repetir sprints, la potencia aeróbica, la capacidad para cambiar de dirección y la fuerza explosiva.

	Grupo	Pre-test	Post-test		TE
RSA <sub>mejor</sub> (s)	RSAL	4.16 $\pm$ .20	4.12 $\pm$ .17	.22	Moderado
	RSACOD	4.20 $\pm$ .15	4.12 $\pm$ .11	.61	Grande
RSA <sub>total</sub> (s)	RSAL	33.93 $\pm$ 1.66	33.79 $\pm$ 1.34	.09	Muy pequeño
	RSACOD	34.31 $\pm$ 1.37	33.80 $\pm$ .91	.80	Muy grande
RSA <sub>media</sub> (s)	RSAL	4.24 $\pm$ .21	4.22 $\pm$ .17	.10	Pequeño
	RSACOD	4.29 $\pm$ .17	4.22 $\pm$ .11	.49	Moderado
RSA <sub>Sdec</sub> (%)	RSAL	2.00 $\pm$ .52	2.47 $\pm$ 1.84	.35	Moderado
	RSACOD	2.23 $\pm$ 1.25	2.74 $\pm$ 1.40	.38	Moderado
Yo-Yo IR1 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	RSAL	50.99 $\pm$ 1.56	53.63 $\pm$ 2.86 *	1.14	Muy grande
	RSACOD	53.49 $\pm$ 3.69	55.21 $\pm$ 4.44	.42	Moderado
COD (s)	RSAL	13.73 $\pm$ .44	13.72 $\pm$ .40	.02	Muy pequeño
	RSACOD	13.68 $\pm$ .31	13.49 $\pm$ .33 *	.59	Grande
CR-HOP D (m)	RSAL	5.93 $\pm$ .40	5.92 $\pm$ .40	.03	Muy pequeño
	RSACOD	5.87 $\pm$ .31	6.10 $\pm$ .61 *	.48	Moderado
CR-HOP ND (m)	RSAL	5.51 $\pm$ .42	5.52 $\pm$ .41	.02	Muy pequeño
	RSACOD	5.72 $\pm$ .71	6.01 $\pm$ .81 *	.38	Moderado

Nota: TE, tamaño del efecto calculado con la *d* Cohen; RSA<sub>mejor</sub> = mejor tiempo de los 8 sprints; RSA<sub>total</sub> = tiempo total; RSA<sub>media</sub> = tiempo medio; RSA<sub>Sdec</sub> = porcentaje de decrecimiento; COD = cambio de dirección; CR-HOP D = test cross over hop pierna dominante; CR-HOP ND = test test cross over hop pierna no-dominante. Niveles de significación \*  $p < .05$

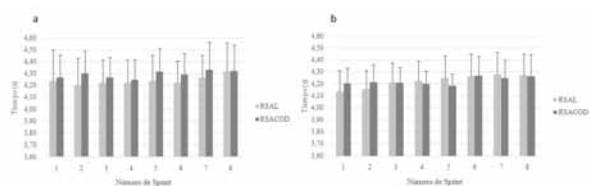


Figura 2. Tiempo medio por sprint del test RSA (8x30-m, recuperación 25-s) antes (a) y después (b) de los programas de entrenamiento de sprints repetidos lineales (RSAL) y con cambio de dirección (RSACOD).

## Discusión

Aunque la investigación en RSA se ha incrementado de forma evidente en los últimos años, los estudios que se han ocupado por analizar los métodos para mejorar las variables de rendimiento de esta cualidad nos son tan abundantes (Bishop, et al., 2011). Hasta donde conocemos, no son muchos los trabajos que hayan utilizado sprints repetidos realizados con y sin COD para estudiar su incidencia sobre la condición física del futbolista. El objetivo de este trabajo ha sido analizar el efecto de 2 entrenamientos configurados por sprints repetidos con desplazamientos lineales (RSAL) y con 2-COD-90° (RSACOD) en una muestra de jugadores juveniles de fútbol de categoría provincial. Nuestros resultados no reflejan cambios en las variables del test RSA (8x30-m, recuperación 25-s) tras la aplicación de los programas en ninguno de los grupos de estudio. Sin embargo, los futbolistas del RSAL mejoraron de forma significativa el  $VO_{2max}$  estimado a través del test Yo-Yo IRI, y los jugadores del RSACOD la COD y la fuerza explosiva horizontal con pierna dominante y no-dominante.

Mientras que en la pretemporada los entrenadores buscan ampliar el estado de condición física de los jugadores, durante el período de competición los técnicos intentan mantener el nivel alcanzado en las diferentes cualidades, incrementando la dosis de carga técnico-táctica y reduciendo el volumen de trabajo físico (Dupont, et al., 2004). Aunque esto puede abordarse empleando juegos reducidos (Sánchez-Sánchez, Yagüe, Fernández, & Petisco, 2014), puntualmente parece necesario complementar los entrenamientos con otro tipo de cargas, puesto que mantener los estímulos específicos de manera exclusiva a lo largo del tiempo puede acabar influyendo negativamente sobre algunos factores claves para el rendimiento del futbolista (Ramírez-Campillo, et al., 2014), como por ejemplo la capacidad para repetir esfuerzos de alta intensidad (Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003). Con independencia de la edad y del nivel competitivo de los jugadores, los entrenadores deben dar prioridad al diseño de estrategias óptimas para la mejora del RSA (Buchheit, Mendez-Villanueva, Brughelli, & Ahmaidi, 2010), ya que un progreso en esta cualidad supondrá un beneficio para el rendimiento del jugador (Bishop, et al., 2011).

En el presente estudio, ni el trabajo complementario realizado por el grupo RSAL ni el desarrollado por el RSACOD ha conseguido mejorar el RSA. Estos resultados son contrarios a los de otro estudio realizado también durante el período competitivo (Ferrari-Bravo, et al., 2008), que obtuvo mejoras significativas en el  $RSA_{media}$  tras la aplicación de un programa de entrenamiento con sprints repetidos que incluían COD-180°. Las mejoras en el RSA pueden ser debidas a la condición aeróbica del deportista (Tomlin & Wenger, 2001). En concreto, en algunos trabajos se indica una fuerte relación entre el  $VO_{2max}$  y la capacidad para repetir esfuerzos de alta intensidad (Bishop & Edge, 2006; Dupont, Millet, Guinhouya, & Berthoin, 2005; Gharbi, Dardouri, Haj-Sassi, Chamari, & Souissi, 2015; Glaister, 2005). El  $VO_{2max}$  aumenta la resistencia a la fatiga en este tipo de ejercicios (Pyne, Saunders, Montgomery, Hewitt, & Sheehan, 2008) debido a que el sujeto puede resintetizar mejor la fosfocreatina necesaria para los músculos (Jones, et al., 2013) y puede reducir el déficit de  $O_2$  asociado a cada acción, restringiendo el protagonismo de la vía glucolítica en la resíntesis de ATP (Glaister, 2005). Sin embargo en nuestro trabajo el incremento del  $VO_{2max}$  en el RSAL no se ha materializado en una mejora en ninguna de las variables del test RSA. Spencer, Bishop, & Lawrence (2004) también observaron una escasa transferencia de las mejoras en la capacidad aeróbica asociadas a un programa de entrenamiento, sobre el rendimiento en RSA. Por una parte, la baja relación entre el  $VO_{2max}$  y la capacidad para repetir sprint puede estar determinada por el test RSA empleado (Aziz, Mukherjee, Chia, & Teh, 2007). La duración de los sprints (30-m) y una breve recuperación entre esfuerzos (25-s) puede mermar los efectos de la condición aeróbica sobre el rendimiento RSA (Aziz, Chia, & Teh, 2000). Además, la mejora de la capacidad para repetir esfuerzos de alta intensidad, no depende tanto del  $VO_{2max}$  como de la cualidad aeróbica (Pyne, et al., 2008). En este sentido el  $VO_{2max}$  es sólo uno de los componentes de esta variable, por lo que el entrenamiento debería tener

un efecto más integrador (Aziz, et al., 2007), incidiendo también en otros componentes como el umbral anaeróbico (Dardouri, et al., 2014), ya que algunos estudios lo consideran más determinante en el RSA que el  $VO_{2max}$  (da Silva, Guglielmo, & Bishop, 2010; Psotta, Bunc, Hendl, Tenney, & Heller, 2011). Por otra parte, los estudios que relacionan  $VO_{2max}$  y RSA están realizados con jugadores adultos y de alto nivel (Aziz, et al., 2007). Sin embargo, cuando se trata de jugadores jóvenes la inmadurez del sistema aeróbico será un condicionante clave para el rendimiento en tareas con implicación anaeróbica (Mujika, Spencer, Santisteban, Goirienea, & Bishop, 2009). Por último, hay que tener presente que estamos ante una cualidad compleja donde el rendimiento depende de diversos factores (Aziz, et al., 2007; Girard, Mendez-Villanueva, & Bishop, 2011). Junto a la condición aeróbica debemos tener en cuenta el rendimiento anaeróbico (Gharbi, et al., 2015). Puede que el tipo de protocolo utilizado para medir el RSA (fundamentalmente en relación a la duración de los sprints) sea un fuerte condicionante en la vinculación de estas dos variables con la habilidad para mantener la alta intensidad (Aziz, et al., 2007).

La mejora en el  $VO_{2max}$  observada en el RSAL no ha ocurrido en el RSACOD. Esta circunstancia puede haber influido para que los jugadores de este grupo tampoco hayan mejorado sus resultados en el test RSA. Sin embargo, a partir de los resultados del TE se observa una mayor tendencia a mejorar las variables del test RSA con el entrenamiento que incluye COD. La elevada implicación neuromuscular del RSACOD, podría emplearse como estímulo para aumentar la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad, pero puede haber interferido en la mejora de la condición aeróbica. Los trabajos de sprint repetidos sobre desplazamientos con COD están asociados a un elevado desgaste muscular (Hader, et al., 2014) que jugadores de nivel medio pueden no ser capaces de soportar, viéndose disminuida la intensidad de las acciones (Méndez-Villanueva, Hamer, & Bishop, 2008), y con ello la carga de trabajo óptima para mejorar el  $VO_{2max}$ . Para conseguir estas mejoras las acciones a desarrollar tienen que provocar un déficit de oxígeno suficiente (Bishop, et al., 2011), es decir deben insertarse en la zona metabólica de la potencia aeróbica. Sin embargo, el recorrido planteado en el entrenamiento RSACOD, que implica continuas acciones de parada y aceleración puede haber evitado que los jugadores alcanzasen la intensidad necesaria para la mejora del  $VO_{2max}$ .

Junto a los esfuerzos de alta intensidad, el fútbol demanda la ejecución de variadas acciones como saltos, golpes, frenadas y cambios de dirección (Bloomfield, et al., 2007; Mohr, et al., 2003). Por este motivo, entrenar a alta intensidad a través de desplazamientos lineales uniformes no refleja la especificidad de la competición (Hader, et al., 2014). El RSAL no ha mejorado ninguna de las variables neuromusculares estudiadas. Al contrario, los jugadores del grupo RSACOD mejoraron de forma significativa en el test COD ( $13.62 \pm 0.31$  vs.  $13.42 \pm 0.32$  s) y el salto horizontal con pierna dominante ( $5.87 \pm 0.31$  vs.  $6.10 \pm 0.61$  m) y no dominante ( $5.72 \pm 0.71$  vs.  $6.01 \pm 0.81$  m). En comparación con los sprints lineales, los desplazamientos a máxima intensidad con COD requieren de los jugadores altos niveles de fuerza y potencia para frenar y volver a acelerar (Chelly & Denis, 2001). La demanda neuromuscular requerida para realizar estas acciones durante los COD realizados a alta intensidad puede beneficiar la mejora de la COD y la fuerza explosiva (Lakomy & Haydon, 2004). El entrenamiento RSACOD puede haber conseguido que los jugadores hayan incrementado la habilidad para girar, frenar y acelerar, y por tanto la capacidad para COD, puesto que estos aspectos están muy implicados en esta cualidad (Brughelli, et al., 2008). El efecto del entrenamiento RSAL demuestra que un trabajo que incluye sprints en línea recta no producirá transferencias positivas a otros modos de carrera que incluyen recorridos con COD (Young, McDowell, & Scarlett, 2001).

Nuestros resultados son contrarios a los registrados en otros estudios que aplicaron un entrenamiento de sprints con COD (Ferrari-Bravo, et al., 2008), sin encontrar mejoras en la capacidad de salto. Esta disparidad en los resultados puede ser debida a que en este estudio se utilizó un COD-180° frente a los 2-COD-90° empleados en nuestro entrenamiento. El tipo de ángulo empleado en el entrenamiento con

COD puede modificar las adaptaciones producidas por el entrenamiento (Buchheit, Haydar, & Ahmaidi, 2012). Por otra parte, aunque el entrenamiento de sprint mejore la fuerza explosiva, parece que la aceleración ligada a este tipo de acciones demanda mayores gradientes de fuerza horizontal que vertical (Mero, 1998). Por esta razón, la evaluación de la fuerza como aspecto relacionado con el entrenamiento de sprints, debe ser realizada por medio de test de salto horizontal. Mientras en el estudio de Ferrari-Bravo et al. (2008) se empleó un test de salto vertical sin obtener resultados positivos tras el entrenamiento, en nuestro trabajo se han encontrado mejoras en la capacidad de salto ligadas al RSACOD evaluando la fuerza horizontal con el test triple cross-over unilateral. Además, la presencia de 2 giros (lado dominante y no-dominante) durante el sprint con COD, explicaría la mejora del rendimiento en cada segmento de la extremidad inferior.

Entrenadores y preparadores físicos deben valorar el estado de entrenamiento de sus jugadores, así como su nivel de maduración a la hora de prescribir rutinas de entrenamiento (Spencer, Pyne, Santisteban, & Mujika, 2011). Por otra parte, a pesar de que el principio de la especificidad debe ser respetado dentro de los programas de entrenamiento del futbolista, la inclusión de cargas genéricas (i.e. entrenamiento interválico), puede tener un efecto positivo sobre el mantenimiento o mejora de cualidades físicas fundamentales para el éxito en competición. A pesar de que los esfuerzos lineales han sido los más empleados para desarrollar el entrenamiento interválico, también deben incluirse esfuerzos con COD, especialmente por su incidencia sobre variables neuromusculares. En ambos casos, el jugador debe tener una condición aeróbica y un componente muscular suficiente para asimilar las cargas sin riesgo de lesión.

## Conclusiones

Un programa de entrenamiento con sprints repetidos lineales (RSAL) y otro con 2-COD-90° (RSACOD) no mejora el RSA en jugadores juveniles de fútbol de categoría provincial. Mientras los sprints lineales mejoraron variables de tipo metabólico ( $VO_{2max}$ ), la inclusión de sprints repetidos con COD ha mejorado la COD y la fuerza explosiva unilateral. Los entrenadores deben combinar los ejercicios que implican acciones de máxima intensidad realizadas sobre desplazamientos lineales y con COD, para asegurarse un efecto completo sobre los factores de rendimiento del deportista.

## Referencias

Aziz, A. R., Chia, M., & Teh, K. C. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(3), 195–200.

Aziz, A. R., Mukherjee, S., Chia, M., & Teh, K. C. (2007). Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(4), 401–407.

Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test Intermittent Sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51.

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.

Bishop, D., & Edge, J. (2006). Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*, 97(4), 373–379.

Bishop, D., Girard, O., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Repeated-sprint ability (II): recommendations for training. *Sports Medicine*, 41(9), 741–756.

Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 63–70.

Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008).

Understanding change of direction ability in sport. A review of resistance training studies. *Sports Medicine*, 38(12), 1045–1063.

Buchheit, M., Bishop, D., Haydar, B., Nakamura, F.Y., & Ahmaidi, S. (2010). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running. *International Journal of Sports Medicine*, 31(6), 402–409.

Buchheit, M., Haydar, B., & Ahmaidi, S. (2012). Repeated sprints with directional changes: do angles matter? *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 555–562.

Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2715–2722.

Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. Contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sport Medicine*, 38(10), 839–862.

Carling, C., Le Gall, F., & Dupont, G. (2012). Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 325–336.

Chelly, S. M., & Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 326–333.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.

Dardouri, W., Selmi, M. A., Sassi, R. H., Gharbi, Z., Rebhi, A., Yahmed, M. H., & Moalla, W. (2014). Relationship Between Repeated Sprint Performance and both Aerobic and Anaerobic Fitness. *Journal of Human Kinetics*, 40, 139–148.

da Silva, J. F., Guglielmo, L. G. A., & Bishop, D. (2010). Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2115–2121.

Dellal, A., Keller, D., Carling, C., Chaouachi, A., Wong, P., & Chamari, K. (2009). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3219–3226.

Dupont, G., Akakpo, K., & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 584–589.

Dupont, G., Millet, G.P., Guinhouya, C., & Berthoin, S. (2005). Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. *European Journal of Applied Physiology*, 95(1), 27–34.

Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of Sport Sciences*, 30(7), 625–631.

Ferrari-Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 668–674.

Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Chamari, K., & Souissi, N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, 32(3), 207–212.

Girard, O., Mendez-Villanueva, A., & Bishop, D. (2011). Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(8), 673–94.

Glaister, M. (2005). Multiple sprint work. *Sports Medicine*, 35(9), 757–777.

Glaister, M. (2008). Multiple-sprint work: methodological, physiological, and experimental issues. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(1), 107–112.

Hader, K., Mendez-Villanueva, A., Ahmaidi, S., Williams, B. K., & Buchheit, M. (2014). Changes of direction during high-intensity intermittent runs: neuromuscular and metabolic responses. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(1), 2.

Iaia, F.M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(3), 291–306.

- Jones, R.M., Cook, C.C., Kilduff, L.P., Milanovica, Z., James, N., Sporiš, G. . . , & Vučković, G (2013). Relationship between repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players. *The Scientific World Journal*, 2013, 1-5.
- Lakomy, J., & Haydon, D.T. (2004). The effects of enforced, rapid deceleration on performance in a multiple sprint test. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 579–583.
- Méndez-Villanueva, A., Hamer, P., & Bishop, D. (2008). Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. *European Journal of Applied Physiology*, 103(4), 411–419.
- Mero, A. (1998). Power and speed training during childhood. En E Van Praagh (Ed.), *Pediatric Anaerobic Performance* (pp. 241–269). Champaign, IL: Human Kinetics,
- Mohr, M., Krustup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528.
- Mujika, I., Spencer, M., Santisteban, J., Goiriena, J. J., & Bishop, D. (2009). Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1581–1590.
- Noyes, F.R., Barber, S.D., Mangine, R.E., & Barber, S.U. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop test after anterior cruciate ligament rupture. *American Journal of Sports Medicine*, 19(5), 513–518.
- Oliver, J.L., Armstrong, N., & Williams, C.A. (2007). Reliability and validity of a soccer-specific test of proonged repeated-sprint ability. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 137–149.
- Psotta, R., Bunc, V., Hendl, J., Tenney, D., & Heller, J. (2011). Is repeated-sprint ability of soccer players predictable from field-based or laboratory physiological test? *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, 51, 18–25.
- Pyne, D., Saunders, P., Montgomery, P., Hewitt, A., & Sheehan, K. (2008). Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1633–1637.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R. . . , & Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335–1342.
- Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M., & Coutts, A. J. (2009). Repeated-sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 34(6), 1048–1054.
- Rebello, A., Brito, J., Seabra, A., Oliveira, J., & Krustup, P. (2012). Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), S148-S156.
- Rodríguez, A., Sánchez-Sánchez, J., & Villa, J. G. (2014). Efectos de 2 tipos de entrenamiento interválico de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos máximos (RSA) durante una pretemporada de fútbol. *Cultura, Ciencia Y Deporte*, 9(27), 251–259.
- Rösch, D., Hodgson, R., Peterson, L., Graf-Baumann, T., Junge, A., Chomiak, J., & Dvorak, J. (2000). Assessment and evaluation of football performance. *American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 29–39.
- Rouissi, M., Chtara, M., Owen, A., Chaalali, A., Chaouachi, A., Gabbett, T., & Chamari, K. (2015). Effect of leg dominance on change of direction ability amongst young elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 1–7.
- Sánchez-Sánchez, J., Yagüe, J.M., Fernández, R.C., & Petisco, C. (2014). Efectos de un entrenamiento con juegos reducidos sobre la técnica y la condición física de jóvenes futbolistas. *RICYDE Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 37, 221–234.
- Sheppard, J.M., & Young, W.B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–32.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine*, 35(12), 1025–1044.
- Spencer, M., Bishop, D., & Lawrence, S. (2004). Longitudinal assessment of the effects of field-hockey training on repeated sprint ability. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(3), 323–334.
- Spencer, M., Pyne, D., Santisteban, J., & Mujika, I. (2011). Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(4), 497–508.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536.
- Stone, N.M., & Kilding, A. E. (2009). Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615–642.
- Tomlin, D.L., & Wenger, H.A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1–11.
- Wragg, C. B., Maxwell, N. S., & Doust, J. H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, 83(1), 77–83.
- Young, W.B., McDowell, M.H., & Scarlett, B.J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 315–319.

