

## Efectos de un entrenamiento con cargas excéntricas sobre el rendimiento en jugadores de fútbol sala

### Effects of training with eccentric loads on the performance of futsal players

J. Sánchez-Sánchez<sup>1</sup>, J. Guillen Rodríguez<sup>1</sup>, D. Martín García<sup>2</sup>, D. Romo Martín<sup>1</sup>, J. Barrueco García<sup>2</sup> y A.J. Bores Cereza<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Educación. Universidad Pontificia de Salamanca. <sup>2</sup> Club Deportivo Albense. <sup>3</sup> Universidad Europea del Atlántico.

**Resumen:** El objetivo del estudio ha sido analizar los efectos de un programa de entrenamiento específico de 8 semanas, que incluye ejercicios de fuerza excéntrica con dispositivos isoinerciales y con autocargas, sobre la condición física de jugadores de fútbol-sala semi-profesionales. Los 10 jugadores de fútbol-sala (23.73±5.5 años de edad; 69.91±8.47 kg de peso; 172.27±6.62 cm de altura) fueron divididos al azar en dos grupos: Grupo Autocarga (GAUT; n=5) y Grupo Máquinas (GMAQ; n=5). Ambos grupos realizaron una sesión de entrenamiento con carga excéntrica a la semana, durante 8 microciclos de competición. El futbolista fue evaluado antes (pre-test), nada más finalizar (post-test) y 2 semanas después (re-test) de acabar el programa de intervención. Los test empleados fueron: test de flexibilidad sit-and-reach; test salto "squatjump" (SJ) y "countermovementjump" (CMJ); test de velocidad lineal 30-m; test de velocidad con cambio de dirección. El análisis a través de la prueba estadística *Wilcoxon*, reflejó mejoras significativas en el CMJ en el GAUT ( $p \leq 0.05$ ), la velocidad lineal y en la prueba con cambio de dirección en el GAUT ( $p \leq 0.05$ ) y GMAQ ( $p \leq 0.01$ ), pero no se han encontrado diferencias intergrupo en ninguna de las variables estudiadas. Los resultados indican que los ejercicios de carga excéntrica pueden ser un complemento eficaz en los programas de entrenamiento específicos de jugadores de fútbol-sala, debido a su incidencia positiva sobre variables de rendimiento importantes como la velocidad no lineal.

**Palabras clave:** contracción excéntrica, dispositivos isoinerciales, velocidad con cambio de dirección.

**Abstract:** The aim of the study was to analyze the effects of a specific 8 week training program that includes eccentric strengthening exercises with isoinertial machines on the physical fitness of semi-professional futsal players. The 10 players (23.73±5.5 years; 69.91±8.47 kg; 172.27±6.62 cm) were randomly divided into two groups: Group body weight (GAUT; n = 5) and Group Machines (GMAQ, n = 5). Both groups conducted an eccentric loading training session per week for 8 competition microcycles. The player was evaluated before (pre-test), at the end (post-test) and 2 weeks after (re-test) the training program. The tests used were: sit-and-reach test; "squat jump" test (SJ) and "countermovement jump" (CMJ); linear velocity 30 m test with change of direction. The analysis through the Wilcoxon test statistic showed significant improvements in CMJ GAUT ( $p \leq 0.05$ ), the linear velocity and the change of direction test in GAUT ( $p \leq 0.05$ ) and GMAQ ( $p \leq 0.01$ ) speed, but no intergroup differences have been found in any of the variables studied. The results indicate that the eccentric loading exercises may be an effective complement to the specific training programs for futsal players due to its positive impact on important performance variables such as non linear speed.

**Keywords:** eccentric contraction, isoinertial devices, change of direction speed.

## Introducción

Aunque el análisis del juego en el ámbito de los deportes de equipo ha reclamado la atención de los investigadores, con el objetivo de incrementar la eficacia de los programas de entrenamiento existentes en estas disciplinas (Carling, Bloomfield, Nelsen y Reilly, 2008; Lago-Peñas, Lago-Ballesteros, Dellal y Gómez, 2010), el fútbol-sala no ha sido capaz de captar el interés de la comunidad científica, tal y como se desprende de la cantidad de trabajos publicados al respecto (Barbero-Álvarez, D'Ottavio, Granda y Castagna, 2009). El análisis de la competición de este deporte, demuestra que los jugadores durante el desarrollo del juego deben estar preparados para realizar un elevado número de acciones de ataque (137,3±18,7) y defensa (137,2±14,7) (Barbero-Álvarez, Soto, Barbero-Álvarez y Granda-Vera, 2008). Estas intervenciones se distribuyen en

ciclos de juego breves (Barbero-Álvarez y col., 2009), pero desarrollados a alta intensidad (Doğramacı y Watsford, 2006), y con elevada frecuencia de aparición (Barbero-Álvarez y col., 2008). La ratio de recuperación-descanso de 1-1,4 (Barbero-Álvarez y col., 2008), obliga a los entrenadores a dosificar el esfuerzo de los jugadores en intervalos de 6-8 minutos, que permitirán mantener un alto nivel de juego (Barbero-Álvarez y col., 2009).

Para conseguir este rendimiento la cualidad aeróbica es determinante para el jugador de fútbol-sala (Castagna y Barbero-Álvarez, 2010). En profesionales, valores de  $VO_{2max}$  de 60 ml/kg/min son decisivos para recuperar los sustratos energéticos gastados y eliminar el lactato generado durante los esfuerzos de máxima intensidad (Dupont, Millet, Guinhouya y Berthoin, 2005). Esto es muy importante, pues los valores de lactato registrados al finalizar la competición, considerando las limitaciones metodológicas asociadas al registro de esta variable, apuntan a 9 mMol/l en el jugador de fútbol-sala (Riviero, 2000). Además, la frecuencia cardiaca media está

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: Javier Sánchez Sánchez. Facultad de Educación. Universidad Pontificia de Salamanca. C/ Henry Collet 52-70, 37007 Salamanca (España). E-mail: jsanchezsa@upsa.es

en 160-170 pulsaciones por minuto (ppm)(Álvarez, Giménez, Corona y Manonelles, 2002), con valores de frecuencia cardíaca máxima (FCmax) en competición de 192 ppm, llegando a estar el jugador un 75-80% del tiempo de partido en valores del 85% de FCmax(Barbero-Álvarez y col., 2008).

Hasta donde conocemos, las investigaciones existentes están dirigidas al estudio del juego y las demandas fisiológicas de la competición (Barbero-Álvarez y col., 2009), pero no existen trabajos que se hayan ocupado de analizar los efectos de diferentes sistemas de entrenamiento sobre el rendimiento del jugador. El fútbol-sala como deporte intermitente, implica esfuerzos repetidos de baja, media y alta intensidad, realizados en espacios reducidos, con continuos cambios de dirección y sentido (Álvarez y col., 2002) que solicitan la vía aeróbica y anaeróbica (Barbero-Álvarez y col., 2008). La mejora del componente aeróbico puede conseguirse a través de un entrenamiento con juegos reducidos (Impellizzeri y col., 2006), sin embargo este entrenamiento puede no ser suficiente para incidir sobre los factores neuromusculares, por lo que podría ser necesario incluir otro tipo de ejercicios (Trajkovic, Milanovic, Sporis, Milic y Stankovic, 2012). El entrenamiento de la fuerza ha sido una estrategia muy utilizada como complemento a la carga específica (Kraemer, Ratamess y French, 2002), y recientemente la incorporación del trabajo con sobrecargas excéntricas está dando grandes resultados tanto en la prevención y recuperación de lesiones (Arnason, Andersen, Holme, Engebretsen y Bahr, 2008; Askling, Karlsson y Thorstensson, 2003), como en la mejora del rendimiento deportivo (Sheppard, Cormack, Taylor, McGuigan y Newton, 2008). Aunque la respuesta fisiológica a este tipo de trabajo no es del todo conocida, actualmente se acepta que las adaptaciones neuromusculares derivadas de este entrenamiento son muy rápidas (Seynnes, de Boer y Narici, 2007), permite aumentar el umbral de rotura del músculo y su capacidad para absorber cargas (LaStayo y col., 2003) y se puede incidir de forma selectiva sobre las fibras de contracción rápida (Carreño y López, 2003).

La incorporación de los dispositivos que emplean volantes de inercia ha supuesto un gran avance en la programación del entrenamiento con carga excéntrica (Romero y Tous, 2010). Aunque existen estudios con deportistas que han empleado este tipo de entrenamiento (Askling y col., 2003; Greenwood, Morrissey, Rutherford y Narici, 2007; Seynnes y col., 2007), no hemos encontrado en la literatura trabajos que hayan comprobado el efecto de un programa compuesto por ejercicios específicos junto a otros que emplean carga excéntrica,

El objetivo del presente estudio es analizar los efectos de un programa de entrenamiento específico de 8 semanas, que incluye ejercicios con carga excéntrica con dispositivos isoinerciales y con autocargas, sobre la condición física de jugadores de fútbol-sala semi-profesionales.

## Método

### Participantes

La muestra objeto de estudio estuvo compuesta por 10 jugadores de fútbol-sala de categoría senior, pertenecientes al mismo equipo que compite en Segunda División B Nacional ( $23.73 \pm 5.5$  años de edad;  $69.91 \pm 8.47$  kg de peso;  $172.27 \pm 6.62$  cm de altura). Los jugadores fueron divididos en 2 grupos: 5 jugadores en el grupo que realiza un entrenamiento basado en ejercicios excéntricos con autocarga (GAUT); 5 jugadores en el grupo que realiza un programa de ejercicios con máquinas isoinerciales (KBoxExxentric AB<sup>®</sup>; Versapulley<sup>®</sup>) para el entrenamiento con carga excéntrica (GMAQ). Todos ellos realizan habitualmente 3 sesiones de entrenamiento (100 minutos de duración) por microciclo y juegan un partido oficial a la semana. Además los jugadores tienen experiencia en el trabajo de fuerza excéntrica. Antes del comienzo de la intervención los deportistas dieron su consentimiento informado por escrito, con el objeto de formalizar su participación en el estudio. El trabajo está diseñado de acuerdo a las condiciones éticas de la Declaración de Helsinki, y fue aprobado por el departamento técnico del club al que pertenecen los jugadores.

### Material y procedimiento

Antes de la aplicación de los programas de entrenamiento, se registró el peso (Báscula SECA<sup>®</sup>-700, precisión de 50 g) y la talla (Tallímetro SECA<sup>®</sup>, precisión 1mm) de los jugadores. Tras esta toma de datos se evaluó la flexibilidad, la fuerza explosiva y la velocidad lineal y con cambio de dirección, mediante la aplicación de 5 test de campo (pre-test). Tras la ejecución del programa de entrenamiento en cada uno de los grupos de intervención (GAUT y GMAQ), se realizaron otras 2 tomas de datos: una nada más finalizar el entrenamiento para comprobar la adaptación al trabajo excéntrico (post-test); y otra a las 2 semanas para analizar el efecto residual de la carga (re-test). Las tres evaluaciones realizadas se realizaron en la misma pista de entrenamiento, a la misma hora y con una temperatura similar (15-18°C). En todos los casos se recomendó a los jugadores que no realizaran ninguna actividad intensa previa, que fuesen responsables con su hidratación y con la ingesta de hidratos de carbono en su dieta. Antes del comienzo de las pruebas, se aplicó un calentamiento estandarizado de 15 minutos de duración, compuesto por ejercicios aeróbicos de baja intensidad, movilidad articular y 3 repeticiones de 30-m realizadas a velocidad progresivamente creciente. La aplicación de las pruebas siguió el orden que se describe a continuación:

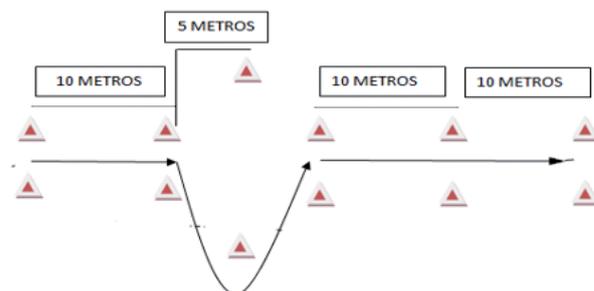
1. Test sit-and-reach: El test valora la amplitud articular de la musculatura isquiotibial y región lumbar (López-Miñarro, Garcia y Rodriguez, 2010). El sujeto se colo-

ca sentado en una superficie horizontal, frente al cajón de medida test (Cajón sit-and-reach®, 55x35x30 cm, precisión 1 cm), con las rodillas tan extendidas como sea posible, y los tobillos en flexión dorsal con los dedos apuntando al techo. Desde esta posición, con las manos una encima de la otra (puntas de los dedos medios incluso) y las palmas hacia abajo, el participante lentamente debe inclinarse hacia adelante deslizando las manos a lo largo de la escala de la caja lo más lejos posible. Se realizarán 2 intentos, separados por 2 min y se registra el mejor resultado obtenido.

2. Test de salto “squatjump” (SJ) y “countermovemen-tjump” (CMJ): El test valora la fuerza explosiva y la fuerza elástico-explosiva de tren inferior (Bosco, Colli, Bonomi, von Duvillard y Viru, 2000), utilizando una plataforma de contacto (Globus Ergo System®): El SJ se realiza desde la posición de rodillas flexionadas a 90° y las manos apoyadas en la cadera. Desde esta posición el participante realiza un salto vertical, manteniendo las rodillas extendidas durante toda la fase aérea, y aterrizando de nuevo sobre el lugar de impulsión. El CMJ se realiza de pie, con las rodillas extendidas y las manos apoyadas en la cadera. A la señal del evaluador, el participante realiza el salto máximo a partir de un movimiento de flexo-extensión de rodillas. Durante la fase aérea se deben mantener las rodillas extendidas, y se realizará el aterrizaje en el mismo lugar de impulsión. En ambos casos, la altura de salto está determinada en base al tiempo de vuelo. Cada jugador realizó 2 saltos intercalados con 1 minuto de recuperación entre cada uno. La altura de los saltos se midió en centímetros, y fue seleccionado el mejor salto de cada tipo.
3. Test 30-m Lineal (30-m L): Este test mide la capacidad de aceleración. Se realizó en la pista de entrenamiento, utilizando células fotoeléctricas (DSD Laser System® prueba de software y Deporte (v3.2.1)). El jugador comienza desde una línea marcada 0,5 metros antes de la primera fotocélula, y recorre 30 metros lo más rápidamente posible. Se realizaron 3 intentos, separados por 2 minutos de recuperación, y fue seleccionado el mejor sprint (Askling y col., 2003).
4. Test de velocidad con cambios de dirección: Este test mide la velocidad en un recorrido en el que se debe realizar un cambio de dirección hacia el lado dominante. Se realizó en la pista de entrenamiento, utilizando células fotoeléctricas (DSD Laser System® prueba de software y Deporte (v3.2.1)). El jugador comienza desde una línea marcada 0,5 metros antes de la primera fotocélula, y completa el recorrido lo más rápidamente posible. Se realizaron 3 intentos, separados por 2 minutos de recuperación y fue seleccionado el mejor sprint (Bangsbo, 1998). Si el jugador derriba un cono, se cae

o confunde el recorrido, el intento se considera nulo y debe repetirlo.

Figura 1. Test de velocidad con cambios de dirección. (Adaptación del T. de Sprint de Bangsbo, 1998).



Los programas de entrenamiento aplicados incluyen ejercicios con carga excéntrica, junto a las tareas de entrenamiento específico. Ambos se desarrollaron durante 8 microciclos, realizando 1 entrenamiento a la semana, 48 horas después del partido de competición y coincidiendo con la sesión del lunes (primera del microciclo). Todos los miembros de la plantilla realizaron 2 ejercicios basados en la carga excéntrica (8 ejercicios en total) para los extensores y flexores de la rodilla y los aductores y abductores de cadera. Durante las primeras 4 sesiones se realizaron 4 series de 6 repeticiones por ejercicio, mientras que de la 5ª a la 8ª sesión se realizaron 8 repeticiones por serie. La recuperación entre series fue de 90 segundos, y durante este tiempo se realizaron ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura lumbo-pélvica (1 ejercicio por intervalo de recuperación, realizando 2 series de 30 repeticiones). Los jugadores del GAUT realizaron los ejercicios habituales de fuerza que son aplicados dentro del protocolo de entrenamiento del equipo. Estas tareas se basaron en el uso de la carga excéntrica, tomando como resistencia el propio peso corporal y en alguna de las propuestas utilizando medios materiales como el TRX y fitball. Los componentes del GMAQ hicieron ejercicios con máquinas de entrenamiento específicas para el trabajo excéntrico equipadas con tecnología isoínercial (KBoxExxentric AB®; Versapulley®). En la propuesta de trabajo primero se realizaron los ejercicios con carga excéntrica (Tabla 1), posteriormente un trabajo de transferencia al gesto específico de fútbol-sala (control y pases por parejas y desplazamiento con balón sin oposición), y por último 40 min de juegos reducidos (JRs). En las sesiones de miércoles y viernes se incluyeron actividades técnico-tácticas por medio de JRs y entrenamiento de acciones a balón parado. En ningún caso se realizaron ejercicios de flexibilidad en la parte final de la sesión de entrenamiento.

**Tabla 1.** Programa de entrenamiento realizado por el GAUT (Grupo control Autocarga) y el Grupo Experimental (GMAQ).

Programa de intervención GAUT	Programa de intervención GMAQ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• “NordicHamstring”: El jugador de rodillas con manos cruzadas al pecho, el tronco perpendicular al suelo y pies fijados por un compañero. Realiza extensión de rodillas frenando el cuerpo hacia delante.</li> <li>• Tijera frontal (con apoyo TRX): El jugador se sitúa de espaldas al TRX, con un pie apoyado a modo de péndulo en este, y el otro pie en el suelo. Realizara una flexión de la rodilla apoyada en el suelo, y una extensión más empuje hacia atrás con el pie situado en el TRX.</li> <li>• Flexión completa unipodal con manos en TRX: El jugador se sitúa frente al Trx y se agarra con sus dos manos, realizando flexión completa de rodilla evitando la anteriorización tibial</li> <li>• Inclinación de rodillas: Desde posición de rodillas, con manos cruzadas al pecho y el tronco en la perpendicular del suelo, se realiza hiperflexión de rodilla y posterior extensión. Se mantiene la linealidad de hombro, cadera-rodilla.</li> <li>• Lunge lateral con presión sobre fitball con TRX: El jugador se sitúa frente al TRX, con agarre de manos y un pie sobre el fitball, en extensión de rodilla. Realiza flexión de pierna de apoyo, junto a presión de fitball con la pierna de soporte, y posterior retorno a posición inicial.</li> <li>• Aperturas y cierres contra compañero: El jugador en decúbito supino con piernas flexionadas y los pies juntos en el suelo, realiza oposición dinámica a la abducción y la adducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patada isquiotibial: El jugador en posición decúbito supino, con agarre a polea cónica, realiza una patada con extensión de cadera y rodilla bloqueada en extensión, y posterior carga de frenado</li> <li>• Squat sobre YOYO: El jugador se sitúa sobre la YOYO (orientación transversal), y desde situación de flexión de rodillas, con pies separados a la altura de los hombros, realiza, realiza extensión y posterior carga de frenado.</li> <li>• Flexo-extensión unipodal sobre YOYO: Jugador en la YOYO con apoyo unipodal (orientación longitudinal), realiza extensión de rodilla y posterior carga de frenado.</li> <li>• Tirón hacia atrás mas frenada con predominancia alterna y unipodal en polea cónica: El jugador se sitúa frente a la polea y realiza un corto desplazamiento hacia atrás, y posterior movimiento de frenado, alternando la pierna de propulsión y arrastre.</li> <li>• Squat lateral YOYO: El jugador se sitúa con un pie en el suelo y otro sobre la YOYO (orientación transversal), y desde flexión de rodillas, realiza extensión y posterior carga de frenado, sin perder nunca el apoyo en el suelo.</li> <li>• Tirón mas frenada lateral en polea cónica: El jugador realiza una salida abierta, con ángulo individual, y posterior carga de frenado para retornar a posición inicial.</li> </ul>

### Análisis estadístico

Se calcularon los estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) de las variables estudiadas. Tras analizar la normalidad de la muestra a través de la prueba Shapiro-Wilk, se han empleado pruebas estadísticas no paramétricas. Para la comparación de los datos obtenidos en el pre-test, post-test y re-test se utilizó la Prueba de Wilcoxon. Para el análisis intergrupo de las variables analizadas se aplicó la prueba U de Mann-Whitney. Las diferencias entre los resultados serán significativas cuando  $p < 0.05$  ó  $p < 0.01$ . También se estimó el tamaño del efecto empleando la  $g$  de Hedges ajustada. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico SPSS versión 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)

### Resultados

En la Tabla 2 se pueden observar los resultados de obtenidos en el GAUT y GMAQ, tras la aplicación del programa de entrenamiento. En el caso del grupo de entrenamiento con

autocargas (GAUT), la comparación de los datos antes (Pre-test) y después (Post-test) de la intervención no refleja diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas. Sin embargo, sí se han encontrado diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el test de velocidad con cambios de dirección (30-m NL), al comparar el resultado del pre-test con la prueba realizada a las 2 semanas de finalizar el programa de entrenamiento (Re-test). También destacan las diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$  cuando se analizan los valores del test de salto CMJ) y en el test de velocidad no lineal (30-m NL), en la medida post-test y en el re-test. Los resultados también muestran que la intervención en los jugadores del GMAQ no provoca diferencias en ninguna de las variables entre el pre-test y el post-test. Únicamente se observan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la velocidad lineal entre el pre-test y el re-test, y mejoras en la velocidad con cambio de dirección con diferencias en el re-test respecto al pre-test y al post-test ( $p < 0.01$ ). También se observa una pérdida significativa ( $p < 0.01$ ) de flexibilidad en la musculatura isquiosural en los jugadores del grupo GMAQ.

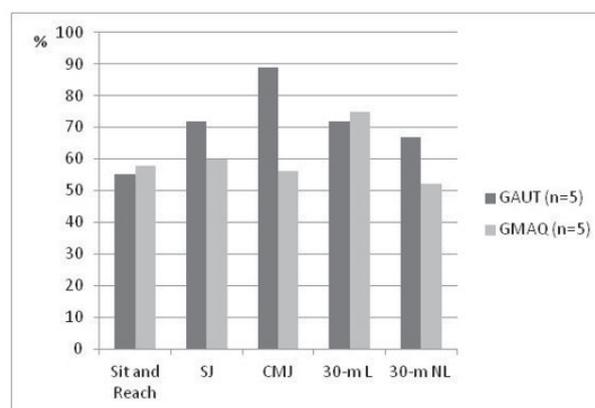
**Tabla 2.** Valores registrados en los test de condición física en el Grupo Control-Autocarga (GAUT) y en el Grupo Experimental (GMAQ) antes (pre-test), al final (post-test) y 2 semanas después (re-test) de finalizar el programa de entrenamiento.

	GAUT (n=5)			GMAQ (n=5)		
	Pre-test	Post-test	Re-test	Pre-test	Post-test	Re-test
Sit-and-Reach	29.40±5.68	28.50±6.51	28.40±6.49	32.6±6.57	31.0±7.60	30.38±7.70#
SJ (cm)	0.38±0.03	0.40±0.04	0.39±0.04	0.39±0.04	0.40±0.06	0.38±0.05
CMJ (cm)	0.38±0.02	0.41±0.03	0.39±0.03\$	0.38±0.05	0.39±0.05	0.39±0.04
30-m L (s)	4.29±0.13	4.21±0.09	4.15±0.06	4.31±0.14	4.22±0.08	4.19±0.08\$
30-m NL (s)	5.58±0.50	5.39±0.17	4.75±0.25#\$\$	5.50±0.14	5.49±0.15	4.85±0.06##\$\$

SJ, Test SquatJump; CMJ, Test CountermovementJump; 30-m L, Test de Velocidad Lineal; 30-m NL, Test de Velocidad con cambios de dirección. Valores medios ± Desviación típica. †=Diferencias significativas entre pre-test y post-test; ‡=Diferencias significativas entre pre-test y re-test; §=Diferencias significativas entre post-test y re-test. Niveles de Significación #=p<0.05; ##=p<0.01; §=p<0.05; §§=p<0.01. n=tamaño muestral.

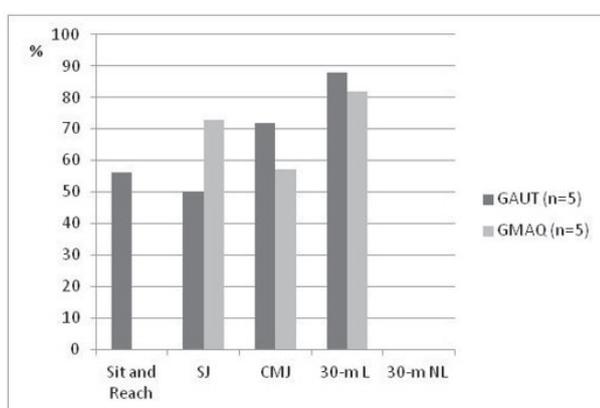
La estimación del tamaño del efecto mediante la *g* de Hedges ajustada, se aplicó para observar el comportamiento de las variables estudiadas, en todas las pruebas en las que no se observaron diferencias significativas en la comparación de medias a través de la Prueba de Wilcoxon. En la Figura 2 se puede comprobar el porcentaje de jugadores que en el post-test, obtuvieron un resultado mejor que el correspondiente a la media del grupo registrada antes de la intervención. En la prueba de flexibilidad, en torno al 50% de los sujetos del GAUT y GMAQ son mejores en el post-test, en relación al valor medio de la prueba sit-and-reach obtenida en la evaluación inicial. El análisis de la prueba CMJ destaca que el 89% de los sujetos del GAUT y el 60% de los jugadores del GMAQ, obtienen resultados positivos tras la intervención en relación a los datos de su grupo antes del entrenamiento correspondiente. En las pruebas de velocidad, el test de 30-m lineal refleja datos muy similares en ambos grupos, pero en la prueba con cambios de dirección los cambios son mayores en los jugadores que entrenaron con autocargas (67%), frente a los participantes del programa con máquinas específicas (52%).

Figura 2. Porcentajes de modificación entre el pre-test y el post-test en las variables analizadas, a partir de los resultados de la *g* de Hedges ajustada y su aplicación en la tabla de distribución normal estandarizada. GAUT, Grupo control trabajo con autocarga; GMAQ, grupo experimental trabajo con máquinas excéntricas; SJ, test squatjump; CMJ, test countermovementjump; 30-m L, test de velocidad lineal; 30-m NL, test de velocidad con cambios de dirección. %, porcentaje de jugadores que obtienen mejor resultado en el post-test con respecto al valor medio obtenido por el grupo en el pre-test.



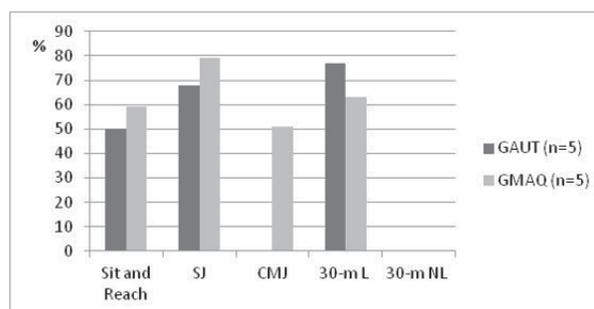
En la Figura 3 se observa que más jugadores del GMAQ incrementan los resultados en el re-test, con respecto a la media obtenida por el grupo en el post-test durante la prueba SJ. Sin embargo en la prueba CMJ, existe mayor número de jugadores del GAUT que superan los valores medios del pre-test durante la evaluación re-test. En la prueba de 30-m lineal en la que no se obtuvieron diferencias significativas con la prueba de Wilcoxon, el 88% de los jugadores del GAUT mejoraron su resultado en el re-test, frente al 82% de los participantes del GMAQ. No se analiza el test 30-m con cambios de dirección puesto que ya se obtuvieron diferencias significativas en la comparación de medias.

**Figura 3.** Porcentajes de modificación entre el pre-test y el re-test en las variables analizadas, a partir de los resultados de la *g* de Hedges ajustada y su aplicación en la tabla de distribución normal estandarizada. GAUT, Grupo control trabajo con autocarga; GMAQ, grupo experimental trabajo con máquinas excéntricas; SJ, test squatjump; CMJ, test countermovementjump; 30-m L, test de velocidad lineal; 30-m NL, test de velocidad con cambios de dirección. %, porcentaje de jugadores que obtienen mejor resultado en el re-test con respecto al valor medio obtenido por el grupo en el pre-test.



Al analizar la Figura 4 se puede observar la proporción de jugadores que son capaces de mejorar los resultados tras las 2 semanas de cese de intervención en comparación con los resultados medios del post-test. Un mayor número de jugadores del GMAQ mejora los registros en el re-test con respecto a la media de los resultados obtenidos al final del programa de intervención, en las pruebas sit-and-reach (59% de jugadores) y SJ (79% de jugadores). Cuando se observa el test de velocidad lineal, existe una mayor número de jugadores (77%) que mejoran el resultado en el re-test con respecto a los valores del post-test en el grupo GAUT en comparación con el GMAQ (63%). No se aplica la prueba *g* de Hedgesal velocidad con cambios de dirección puesto que ya se obtuvieron diferencias significativas en la comparación de medias.

**Figura 4.** Porcentajes de modificación entre el post-test y el re-test en las variables analizadas, a partir de los resultados de la *g* de Hedges ajustada y su aplicación en la tabla de distribución normal estandarizada. GAUT, Grupo control trabajo con autocarga; GMAQ, grupo experimental trabajo con máquinas excéntricas; SJ, test squatjump; CMJ, test countermovementjump; 30-m L, test de velocidad lineal; 30-m NL, test de velocidad con cambios de dirección. %, porcentaje de jugadores que obtienen mejor resultado en el re-test con respecto al valor medio obtenido por el grupo en el post-test.



En el análisis intergrupo no se han obtenido diferencias significativas asociadas a cada intervención, a partir de la aplicación de la prueba U de Mann-Whitney. No obstante, en la Tabla 3 se pueden observar los porcentajes de mejora en cada tipo de intervención. En el GAUT y GMAQ existen una tendencia hacia la pérdida de flexibilidad, tal y como se muestra con la evolución de resultados en el test sit-and-reach. Este comportamiento también aparece en los resultados de la fuerza explosiva al observar los valores del post-test y re-test (% re-test). Sin embargo, los datos de las pruebas de velocidad reflejan una tendencia a la mejora cuando se contrasta la evolución de los datos entre el pre-test y el post-test (% post-test) y un aumento importante tanto en el GAUT como en el GMAQ al analizar el valor % re-test en el test 30-m NL.

**Tabla 3.** Porcentajes de cambio entre los resultados obtenidos en el pre-test y post-test (% post-test) y los obtenidos en el post-test y re-test (%re-test).

	GAUT (n=5)		GMAQ (n=5)	
	% post-test	% re-test	% post-test	% re-test
Sit and Reach (cm)	-3.06	- 0.35	-4.91	-2.00
SJ (cm)	+ 5.26	- 2.50	+2.56	-5.00
CMJ (cm)	+ 7.89	- 4.88	+2.63	0.00
30-m L (s)	+ 1.86	+ 1.43	+2.09	+0.71
30-m NL (s)	+ 3.41	+ 11.87	+0.18	+11.66

SJ, Test SquatJump; CMJ, Test ContramoventJump; 30-m L, Test de Velocidad Lineal; 30-m NL, Test de Velocidad con cambios de dirección. % post-test, Porcentaje de cambio entre valores de pre-test y post-test; % re-test, Porcentaje de cambio entre valores de post-test y re-test.

## Discusión

El objetivo del presente estudio ha sido analizar el efecto que tiene un entrenamiento con ejercicios con carga excéntrica desarrollado a través de dispositivos isoinerciales (GMAQ) o con autocargas (GAUT), y una posterior transferencia con tareas específicas, sobre diferentes variables de la condición física de jugadores de fútbol-sala. Tal y como demuestran los resultados de nuestro trabajo, la intervención realizada por el GMAQ mejoró la velocidad lineal y con cambios de dirección en el re-test. También provocó una pérdida significativa de flexibilidad tras la intervención. El trabajo con autocargas (GAUT) consiguió mejorar la fuerza explosiva medida a través de la prueba CMJ y también la velocidad con cambios de dirección. Trabajos previos realizados con futbolistas de similar nivel competitivo en cuanto a categoría y edad a los de esta muestra de estudio (Askling y col., 2003), señalaron que un entrenamiento complementario a través de ejercicios excéntricos que manejan máquinas con tecnología isoinercial puede resultar positivo en la mejora de la velocidad lineal y la fuerza. Estas capacidades, también han sido optimizadas tras la aplicación de un programa con autocargas basado en la contracción excéntrica, que utiliza tareas como el “nordichamstring” (Mjøltnes, Arnason, Østhagen, Raastad y Bahr, 2004), la tijera frontal (Jönhagen, Ackermann y Saartok, 2009) y tirante musculador (García-Manso, Vázquez, Hernández y Tous, 2002).

El entrenamiento basado en la aplicación de JR, ha sido descrito como una estrategia eficaz para la mejora de la condición aeróbica de los deportistas (Impellizzeri y col., 2006). Sin embargo, existen algunos estudios realizados con jugadores de modalidades de equipo, que tras el desarrollo de un programa de entrenamiento con JR no han obtenido mejoras en cualidades como el salto y la velocidad (Sánchez-Sánchez, Yagüe, Fernández y Petisco, 2014; Trajkovic y col., 2012). Teniendo en cuenta que la fuerza explosiva es una variable importante en el rendimiento de gran parte de las disciplinas deportivas (Sheppard y col., 2008), y que un déficit en variables neuromusculares pueden incrementar el riesgo de lesión muscular (Orchard, Marsden, Lord y Garlick, 1997), se hace necesario diseñar protocolos de entrenamiento de esta cualidad. En los últimos años se ha recomendado la utilización de ejercicios resistidos como complemento al entrenamiento específico (Kraemer y col., 2002), y más concretamente el uso de sobrecargas excéntricas, tanto por su eficacia en la prevención y rehabilitación de lesiones (Arnason y col., 2008), como por su contribución a la mejora de la fuerza y la velocidad (Askling y col., 2003).

La inclusión de ejercicios excéntricos no ha provocado mejoras en las variables analizadas tras las 8 semanas de intervención (post-test). Únicamente se han obtenido diferencias tras el cese del estímulo de entrenamiento, es decir, entre el pre-

test y el re-test (10 semanas), y entre el post-test y el re-test (2 semanas). Los efectos de este entrenamiento son más rápidos que los provocados por el trabajo convencional de la fuerza (Barstow, Bishop y Kaminski, 2003). Sin embargo, aunque el volumen por sesión se ajusta a lo empleando en otros trabajos que han utilizado este tipo de cargas similares (Seynnes y col., 2007), los resultados obtenidos pueden estar limitados por la baja frecuencia de sesiones empleada. Las especiales condiciones de los deportes de equipo, con competiciones semanales, hacen difícil incluir más de una sesión de entrenamiento de este tipo, debido a que incidiríamos negativamente en la puesta a punto del jugador. El stress muscular que provoca la utilización de sobrecargas excéntricas, puede haber ocasionado suficiente fatiga para no mejorar los resultados de los test. Según estos resultados, sería apropiado programar ciclos de trabajo, entre los que se intercalan períodos de recuperación, con el objetivo de asimilar la carga y transferir las adaptaciones producidas por el trabajo excéntrico, a las capacidades de rendimiento específico del jugador de fútbol-sala.

La mayoría de deportes presentan la combinación de contracciones concéntricas y excéntricas (CEA) (Komi, 2000). Los programas de entrenamiento que no incorporan ejercicios de este tipo, podrían tener carencias en cuanto a la preparación del deportista para soportar las acciones excéntricas que abundan en la práctica deportiva (Barstow y col., 2003). Por esta razón, los ejercicios con sobrecarga excéntrica deben ser un complemento básico en la preparación de un deporte como el fútbol-sala, ya que el jugador durante el partido debe realizar movimientos de este tipo, representados por continuas aceleraciones, desaceleraciones, cambios de dirección, saltos y lanzamientos (Álvarez y col., 2002).

Las adaptaciones derivadas del entrenamiento con sobrecargas excéntricas, se han dirigido al incremento de la fuerza, la masa muscular y la fuerza explosiva (Lindstedt, LaS-tayo y Reich, 2001). El trabajo excéntrico aumenta la masa muscular debido a que durante este tipo de contracciones se genera más fuerza y se induce a un desgaste muscular, que posteriormente activará un proceso de reparación del daño, responsable de la respuesta hipertrófica a este tipo de carga (Enoka, 1996). En concreto, el trabajo con máquinas isoinerciales es particularmente efectivo para la ganancia de masa muscular en poco tiempo (Seynnes y col., 2007). Además, el empleo de estas contracciones aumenta la rigidez o stiffness muscular, y por tanto la capacidad del músculo para oponerse al estiramiento (Bowers, Morgan y Proske, 2004). Aunque el número de sesiones de nuestro programa puede no haber sido suficiente para incidir sobre la hipertrofia muscular, el probable incremento en la rigidez muscular junto con la ausencia de estiramientos al final de las sesiones, puede haber inducido a una disminución de la flexibilidad en la musculatura isquiosural. Esto se observa en la pérdida significativa de flexibilidad registrada en el grupo GMAQ tras el re-test. Aunque

los trabajos excéntricos generan un aumento funcional de la longitud del músculo (Brughelli, Nosaka y Cronin, 2009), este ejercicio no es suficiente para mantener los niveles en esta cualidad en los jugadores de nuestro estudio. Esto es muy importante, debido a la posible relación entre el acortamiento de la musculatura isquiosural y la aparición de lesiones musculares (Witvrouw, Danneels, Asselman, Have y Cambier, 2003), y también a la influencia de este déficit sobre el rendimiento deportivo (Dadebo, White y Geroge, 2004).

El aumento de stiffness muscular es importante para producir la óptima fuerza, al inicio de acciones explosivas como el salto o la aceleración (Wilson, Murphy y Pryor, 1994). Esto puede haber sido la causa de la mejora significativa del CMJ y la velocidad no lineal en el GAUT, así como del incremento de la velocidad lineal y con cambios de dirección en el GMAQ. Estudios previos que emplearon programas de carga excéntrica, en dispositivos convencionales obtuvieron mejoras en los test CMJ y SJ (da Souza, García-López, Bresciani y Jiménez, 2005). Otros trabajos que aplicaron ejercicios como el "nordichamstring" (Mjølsnes y col., 2004) o el tirante musculador (García-Manso y col., 2002), también mejoraron la capacidad de salto en los sujetos. Por otra parte, a pesar de que el CMJ representa mejor el CEA, y por tanto otorga mayor protagonismo a la acción excéntrica que el SJ, no se han encontrado diferencias entre ambas pruebas. La capacidad elástico-explosiva (CMJ) y la capacidad explosiva (SJ) evolucionan por igual tras la intervención. Esto podría ser debido a que la carga excéntrica no genera modificaciones agudas en el componente elástico en serie (Michaut, Pousson, Ballay y Van Hoecke, 2001). Por otra parte, existen una tendencia a empeorar los resultados en los test de fuerza explosiva, tal y como muestran los datos del re-test. La desaparición del estímulo de entrenamiento, provoca un descenso en los valores del CMJ y SJ en ambos grupos, algo que como veremos a continuación no acontece al analizar el resultados de los test de velocidad.

Los resultados de nuestro trabajo muestran mejoras en otra variable dependiente de la capacidad elástico-explosiva, como es la velocidad lineal (GMAQ) y la velocidad con cambios de dirección (GAUT y GMAQ). En el desplazamiento lineal, la musculatura del tren inferior debe conseguir un grado de extensibilidad óptimo, para producir el pico de tensión necesario sin riesgo de lesión (Brughelli y col., 2009). Un entrenamiento ideal para mejorar la longitud funcional de la musculatura isquiosural implicada en el sprint, es el ejercicio excéntrico (Bowers y col., 2004). El estímulo provocado por los ejercicios de autocargas no parece haber sido suficiente para mejorar esta capacidad. Esto no coincide con lo encontrado en otros trabajos que emplearon ejercicios similares (tijera frontal), obteniendo mejoras en un test de velocidad de 30 metros (Jönhagen y col., 2009).

Este tipo de entrenamiento también ha provocado mejoras

significativas en la velocidad con cambio de dirección. Aunque la mejora fue más significativas en el GMAQ, en los 2 grupos aparece tras el período de ausencia del entrenamiento con ejercicios excéntricos (re-test), lo que subraya el efecto residual de la carga. La habilidad para el desplazamiento con cambios de dirección es un requisito importante en el deporte actual (Brughelli, Cronin, Levin y Chaouachi, 2008), llegando a ser descrito en fútbol como una variable que predice el talento (Reilly, Williams, Nevill y Franks, 2000) y diferencia entre jugadores amateurs y de élite (Gil, Ruiz, Irazusta, Gil y Irazusta, 2007). Las características del fútbol-sala provocan que el jugador deba estar realizando continuamente acciones de este tipo (Álvarez y col., 2002), por lo que es necesario aplicar estrategias que incidan en los factores implicados en esta habilidad. Existen trabajos que han estudiado el efecto positivo de entrenamientos de fuerza (Kraemer y col., 2003), de sprint (Young, McDowell y Scarlett, 2001) y de JR (Chaouachi y col., 2014; Gabbett y col., 2006), sobre la velocidad con cambios de dirección. Sin embargo hasta donde conocemos, no existen estudios que haya analizado el efecto de ejercicios con autocargas excéntricas o dispositivos isoinerciales, sobre el desplazamiento con cambios de dirección. Cuando se realizan estas acciones se necesita una fuerza de frenado seguida por una fuerza de propulsión, que acentúa la importancia de la fuerza excéntrica-concéntrica de los músculos (Brughelli y col., 2008). Tal y como muestran los resultados obtenidos, los ejercicios excéntricos integrados en un programa de JR pueden ser un método eficaz en la mejora de la habilidad para realizar aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección.

## Conclusiones

Un programa de entrenamiento específico y controlado, que sea complementado con un protocolo de ejercicios excéntricos tiene una transferencia positiva sobre variables de rendimiento importantes para el jugador de fútbol-sala. Los programas de intervención aplicados, han permitido la mejora de la velocidad lineal y de la velocidad con cambio de dirección en los jugadores participantes en nuestro estudio. No se ha observado una evolución positiva de la flexibilidad, por lo que la carga excéntrica debe ser acompañada por ejercicios de flexibilidad en la parte final de la sesión, con el objetivo de prevenir el acortamiento en la musculatura isquiosural.

A pesar de los buenos resultados obtenidos, hay que considerar el escaso número de participantes como una importante limitación del estudio. El número de participantes que constituyen la plantilla de un equipo de fútbol-sala, y la posibilidad de aplicar un estímulo de entrenamiento idéntico para todos los jugadores, ha limitado la extensión de la muestra. Además, la especificidad y coste de los dispositivos isoinerciales con los que se ha realizado el entrenamiento, di-

ficulta la generalización de este tipo de entrenamiento. Próximos trabajos deben intentar ampliar la muestra de estudio, con el objetivo de seguir analizando los efectos de este tipo de entrenamiento sobre el rendimiento de fútbol sala.

## Aplicaciones prácticas

Para deportistas de cualquier categoría o ámbito (profesional, semi-profesional o aficionado) que dedican un tiempo significativo al entrenamiento deportivo, la búsqueda de estrategias de preparación eficaces, que consigan mejorar sus prestaciones deportivas minimizando el riesgo de lesión es un aspecto fundamental. El entrenamiento que incluye sobrecargas excéntricas es una estrategia que actualmente goza de un gran reconocimiento entre entrenadores y preparadores físicos. Sus efectos positivos se relacionan con la prevención de lesiones musculares, pero también están relacionados con la mejora de ciertas variables de la condición física del jugador. La exi-

gencia del fútbol-sala, que obliga al jugador a realizar continuos esfuerzos de aceleración, frenado y cambio de dirección, pueden mejorarse a través de la participación en programas de fuerza que incluyen cargas excéntricas. Aunque en la actualidad existen dispositivos específicos que reproducen con alto grado de eficacia y especificidad estos movimientos, el empleo de autocargas también puede ser una estrategia al alcance de los técnicos deportivos. Además de ajustar correctamente los componentes de la carga, y graduar la intensidad y volumen de entrenamiento, es necesario ajustar en el tiempo los ciclos de entrenamiento. La exigencia de esta carga, junto con las condiciones de competición propias de los deportes de equipo como el fútbol-sala, aconsejan dosificar estos protocolos en el tiempo y emplearlos en aquellos momentos más idóneos del período competitivo, con el objetivo de mantener la puesta a punto del jugador, y evitar posibles situaciones de fatiga y sobreentrenamiento.

## Referencias

1. Álvarez, J., Giménez, L., Corona, P., y Manonelles, P. (2002). Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 67, 45–51.
2. Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40–48.
3. Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244–250.
4. Bangsbo, J. (1998). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
5. Barbero-Álvarez, J. C., D'Ottavio, S., Granda, J., & Castagna, C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2163–2166.
6. Barbero-Álvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Álvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 63–73.
7. Barstow, I. K., Bishop, M. D., & Kaminski, T. W. (2003). Is enhanced-eccentric resistance training superior to traditional training for increasing elbow flexor strength? *Journal of Sport and Medicine*, 2, 62–69.
8. Bosco, C., Colli, R., Bonomi, R., von Duvillard, S. P., & Viru, A. (2000). Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 202–208.
9. Bowers, E. J., Morgan, D. L., & Proske, U. (2004). Damage to the human quadriceps muscle from eccentric exercise and the training effect. *Journal of Sports Sciences*, 22(11-12), 1005–1014.
10. Brughelli, M., Cronin, J., Levin, G., & Chaouachi, A. (2008). Understanding change of direction ability in sport. *Sports Medicine*, 38(12), 1045–1063.
11. Brughelli, M., Nosaka, K., & Cronin, J. (2009). Application of eccentric exercise on an Australian Rules football player with recurrent hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 10(2), 75–80.
12. Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L., & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer. *Sports Medicine*, 38(10), 839–862.
13. Carreño, J. A., y López, J. A. (2003). Variables de interés en el estudio de los efectos del ejercicio excéntrico sobre el rendimiento deportivo. Revisión bibliográfica. *Apunts Educación Física Y Deportes*, 72, 62–69.
14. Castagna, C., & Barbero-Álvarez, J. C. (2010). Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 24(9), 2322–2329.
15. Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., & Castagna, C. (en prensa). Multi-directional sprints and small-sided games training effect on agility and change of direction abilities in youth soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
16. Dadebo, B., White, J., & Geroge, K. P. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 388–394.
17. Da Souza Teixeira, F., López, D. G., Bresciani, G., & Jiménez, R. J. (2005). Análisis de las adaptaciones inducidas por un programa de entrenamiento excéntrico con cargas submáximas. *Red: revista de entrenamiento deportivo*, 19(1), 5–12.
18. Doğramaci, S. N., & Watsford, M. L. (2006). A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 6(1), 73–83.
19. 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.
20. Enoka, R. M. (1996). Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *Journal of Applied Physiology*, 81(6), 2339–2346.
21. Gabbett, T., Georgieff, B., Anderson, S., Cotton, B., Savovic, D., & Nicholson, L. (2006). Changes in skill and physical fitness following training in talent-identified volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 29–35.
22. García-Manso, J. M., Vázquez, I., Hernández, R., y Tous, J. (2002). Efectos de dos métodos de entrenamiento de la fuerza sobre la musculatura extensora de la articulación de la rodilla. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 139, 15–22.
23. Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J., & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(1), 25–32.
24. Greenwood, J., Morrissey, M. C., Rutherford, O. M., & Narici, M. V.

- (2007). Comparison of conventional resistance training and the fly-wheel ergometer for training the quadriceps muscle group in patients with unilateral knee injury. *European Journal of Applied Physiology*, 101(6), 697–703.
25. Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27(6), 483–492.
  26. Jönhagen, S., Ackermann, P., & Saartok, T. (2009). Forward lunge: a training study of eccentric exercises of the lower limbs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3), 972–978.
  27. Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197–1206.
  28. Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Triplett-Mcbride N.T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Bauer, J. E., Volek, J. S., McConnell, T., Newton, R. U., Gordon, S. E., Cummings, D., Hauth, J., Pullo, F., Lynch, J. M., Mazzetti, S. A., & Knuttgen, H. G. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(1), 157–168.
  29. Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current Sports Medicine Reports*, 1(3), 165–171.
  30. Lago-Peñas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A., & Gómez, M. (2010). Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams from the Spanish soccer league. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 288.
  31. LaStayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T., & Lindstedt, S. L. (2003). Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(10), 557–571.
  32. Lindstedt, S. L., LaStayo, P. C., & Reich, T. E. (2001). When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *Physiology*, 16(6), 256–261.
  33. López-Miñarro, P. A., García, A., y Rodríguez, P. L. (2010). Comparación entre diferentes test lineales de medición de la extensibilidad isquiosural. *Apunts Educación Física y Deportes*, 99, 56–64.
  34. Michaut, A., Pousson, M., Ballay, Y., & Van Hoecke, J. (2001). Short-term changes in the series elastic component after an acute eccentric exercise of the elbow flexors. *European Journal of Applied Physiology*, 84(6), 569–574.
  35. Mjøl̄snes, R., Arnason, A., Østhaugen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs .concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14, 311–317.
  36. Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 81–85.
  37. Reilly, T., Williams, A. M., Nevill, A., & Franks, A. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 695–702.
  38. Riveiro, J. E. (2001). *La preparación física del fútbol sala*. Sevilla: Wanceulen.
  39. Romero, D. y Tous, J. (2010). *Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento óptimo*. Madrid: Editorial Panamericana.
  40. Sánchez-Sánchez, J., Yagüe, J. M., Fernández, R. C., y 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.
  41. Seynnes, O. R., de Boer, M., & Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 102(1), 368–373.
  42. Sheppard, J. M., Cormack, S., Taylor, K., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2008). Assessing the force-velocity characteristics of the leg extensors in well-trained athletes: the incremental load power profile. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1320–1326.
  43. Trajkovic, N., Milanovic, Z., Sporis, G., Milic, V., & Stankovic, R. (2012). The effects of 6 weeks of preseason skill-based conditioning on physical performance in male volleyball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1475–1480.
  44. Wilson, G. J., Murphy, A. J., & Pryor, J. F. (1994). Musculotendinous stiffness: its relationship to eccentric, isometric, and concentric performance. *Journal of Applied Physiology*, 76(6), 2714–2719.
  45. Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., Have, T. D., & Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. *American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41–46.
  46. Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 315–319.