

Article

Entrenamiento de Sobrecarga Excéntrica Orientado al Voleibol de Alto Rendimiento

Eccentric Overload Training Oriented to High Level Volleyball

Pablo Griboff

RESUMEN

En voleibol, como en la mayoría de los deportes colectivos, las acciones propias del juego acontecen de manera relativamente aleatoria. Si bien todas las jugadas se asemejan nunca existe un rally igual al otro, lo mismo ocurre con los ataques, defensas y todos los movimientos que se observan. La mayoría de los gestos determinantes consisten en saltos y acciones cortas, explosivas alternando aceleraciones y desaceleraciones en espacios reducidos con un gran componente excéntrico. El entrenamiento de sobrecarga excéntrica es aquel en el que el músculo realiza una activación máxima en estado de alargamiento y su eficacia ha sido probada en el ámbito de la rehabilitación de lesiones como de la optimización del rendimiento. Es el objetivo de este texto es hacer un análisis descriptivo del ejercicio excéntrico como una herramienta válida para optimizar la performance y prevenir lesiones en los jugadores de voleibol, destacar las adaptaciones que genera y exponer estrategias de acción.

Palabras Clave: Voleibol, Performance, Fuerza, Entrenamiento Excéntrico

ABSTRACT

In volleyball, as in most of collective sports, actions of the game happen in a relatively random way. Although all the plays are similar, there is never a rally equal to the other, the same happens with spikes, digs and all the movements observed. Most of the determining gestures consist of maximal jumps and explosive actions alternating accelerations and decelerations in small spaces with a large eccentric component. In the eccentric overload training the muscle performs a maximum activation when is lengthened and its effectiveness has been proven in the field of injury rehabilitation as well as performance optimization. The aim of this presentation is to make a descriptive analysis of the eccentric exercise as a valid tool to optimize performance and to prevent injuries in volleyball players, highlight the adaptations that generates and expose some strategies of action.

Keywords: Volleyball, Performance, Strength, Eccentric Training

INTRODUCCIÓN

El voleibol se caracteriza por acciones cortas y explosivas, saltos máximos para bloquear y atacar, golpes potentes en los que el balón puede alcanzar velocidades de 130 km/h para saques en varones y 100 km/h en mujeres. y desplazamientos cortos y de máxima intensidad en direcciones imprevisibles, tanto en acciones defensivas como en la carrera de aproximación para realizar un ataque. Todo ello debe hacerse mientras el balón se encuentra en el aire y con contactos mínimos de máxima precisión donde la jugadora debe tener una visión entrenada para reconocer trayectorias del balón, de los compañeros y de los rivales, apremiadas por un sin fin de condicionantes psicológicos, “el score”, “los rivales en la red”, “lo que me pide el entrenador” “problemas de vestuario” y así sucesivamente.

Podemos observar que las acciones de juego son de una complejidad elevada desde un punto de vista técnico-táctico, socio-afectivo pero también desde lo físico-coordinativo. Para competir al más alto nivel, los jugadores deben encontrarse en un estado de forma óptimo, interrelacionando todos los factores arriba mencionados, y no solo eso, además tienen que generar brutales expresiones de potencia en movimientos multidireccionales, con un gran componente excéntrico tanto para desacelerar acciones de sprints cortos en direcciones variadas como así para amortiguar los saltos repetitivos que se producen inexorablemente durante el juego.

Es necesario recordar que el músculo estriado es capaz de realizar 3 tipos de acciones: concéntricas - Isométricas - excéntricas. La primera es un tipo de activación dinámica donde el origen del músculo se acerca a la inserción, propias de una acción de acortamiento (Knutgen, H., & Kraemer, W., 1987). En las acciones isométricas el músculo no se acorta ni se alarga, origen e inserción se mantienen fijos, ya que tanto la fuerza que ejerce la Resistencia como la que expresa el músculo se mantienen igualadas (Knutgen, H., & Kraemer, W., 1987). Por último, en las acciones excéntricas el músculo se activa mientras es alargado, origen e inserción se alejan debido a que la fuerza externa supera a la acción muscular (Knutgen, H., & Kraemer, W., 1987).

Entonces, se considera necesario añadir al entrenamiento tradicional, ejercicios unilaterales, multiaxiales y con énfasis en la activación excéntrica (Gonzalo-Skok, O., et al., 2016). Acciones que requieren aceleración y desaceleración en un plano tridimensional (Tous Fajardo J., et al., 2016). Uno de los factores determinantes en la habilidad de cambiar de dirección (de ahora en más COD) es la fuerza excéntrica con la que cuenta el individuo (Gonzalo-Skok, et al., 2016).

Durante el entrenamiento convencional, con pesos libres y barras, la fase excéntrica suele representar una intensidad relativa mucho menor debido a que el músculo estriado es capaz de producir un 50% más de fuerza durante activaciones excéntricas comparadas a las concéntricas (Hortobágyi, T., Devita, P., Money, J., & Barrier, J. (2001). Además las acciones de predominancia excéntrica conllevan un control neuromuscular diferenciado a acciones concéntricas (Perrey, S., 2018).

Además de la comprobada eficacia a la hora de provocar hipertrofia muscular (Lieber, R., 2017), el trabajo de sobrecarga excéntrica genera un incremento en los niveles de fuerza (Hortobágyi, T., Devita, P., Money, J., & Barrier, J., 2001) mayores al entrenamiento concéntrico/excéntrico o concéntrico puro, y también mejoras en la potencia muscular (Tous Fajardo, J., et al., 2016).

El YoYo de resistencia inercial y la polea cónica permiten optimizar la especificidad del estímulo en el vector horizontal, en movimientos rotatorios y en planos que el entrenamiento tradicional no consigue estimular debido a la posibilidad de moverse libremente en 3 dimensiones (De Hoyo, M. et al., 2015).

Las ganancias de fuerza con el entrenamiento excéntrico tienen más especificidad en relación al tipo de contracciones y velocidades de los movimientos que acontecen en el voleibol, ya sea a la fuerza necesaria para aterrizar de un salto como así también desacelerar en espacios cortos y cambiar de dirección para buscar un balón en defensa o acciones de cobertura, por citar algunas de los gestos típicos. Además, de estos efectos positivos, este tipo de sobrecarga se convierte en un elemento clave en el proceso de prevención de lesiones músculo-tendinosas.

Estudios efectuados en futbolistas y en basquetbolistas muestran mejoras en Cambios de dirección, velocidad, saltos, y sprints (Gonzalo-Skok, O., et al., 2016) (De Hoyo, Maroto, García De Paz, 2017) (Gonzalo-Skok, O., et al., 2018). Hedayatpour et al., (2015) proponen que éstas mejoras observadas se deben no solo a adaptaciones funcionales sino estructurales dentro del músculo, tales como:

- Incremento en la longitud de las fibras musculares.
- Mayor hipertrofia, asociada a un incremento en el ángulo de penación.
- La recuperación de la masa muscular luego de un periodo de inmovilización es mayor comparada a ejercicio concéntrico o isométrico.
- Cambios en las características histoquímicas y de los sustratos metabólicos dentro de las fibras.

Otros autores encontraron las siguientes adaptaciones luego de aplicar un programa de ejercicio excéntrico:

- Se asocia a incrementos significativos de la fuerza máxima (Maroto-Izquierdo, S., et al., 2017).
- Es eficaz a la hora de mejorar la flexibilidad del miembro inferior (O'Sullivan, K., McAuliffe, S., & DeBurca, N., 2012).
- Generan una adaptación cruzada mayor en comparación a las activaciones concéntricas (a nivel neural, la aplicación de un estímulo en un miembro genera una adaptación en el miembro contralateral) (Hortobagyi et al, 1998).
- Aumentan la síntesis y remodelación de colágeno tipo I en el tendón, lo que lo convierte en un agente benéfico a la hora de rehabilitar tendinopatías (Langberg et al., 2007).

Entrenamiento excéntrico y adaptaciones neurales

Las adaptaciones neurales pueden definirse como cambios en el sistema nervioso de un sujeto entrenado que le permitan activar un mayor número de unidades motoras de los músculos principales a un movimiento específico y coordinar de manera más eficaz la activación de todos los músculos relevantes, generando de esa manera una fuerza mayor en el sentido y dirección del movimiento deseado (Hedayatpour, N., & Falla, D., 2015). Este tipo de adaptaciones puede ocurrir a nivel de la corteza motora, medula espinal como así también a nivel de placa motora.

El sistema nervioso central emplea diferentes estrategias neurales de activación en acciones excéntricas comparado a las del tipo isométrico o concéntrico. Se pone en evidencia, por ejemplo, en el reclutamiento preferencial de fibras rápidas y una activación diferente de los sinergistas en acciones excéntricas comparado a las concéntricas (Moritani, T., Muramatsu, S., & Muro, M., 1987).

En futbolistas, en periodo preparatorio y competitivo, realizar ejercicios de fuerza con sobrecarga excéntrica para la musculatura isquiotibial como un estímulo poderoso para mejorar o mantener la velocidad en sprints lineales (Tous et al., 2016), ya que genera un reclutamiento preferencial de unidades motoras rápidas y mayor actividad cortical para la preparación del movimiento y su realización, además de un posible reclutamiento de Unidades Motoras (UM) que se encontraban inactivas previamente. También lleva a limitar la inhibición neural conduciendo a una mejora significativa de la función muscular (Hedayatpour, N., & Falla, D., 2015). El músculo sometido a sobrecarga excéntrica se encuentra de esta manera bien preparado para realizar movimientos más rápidos y explosivos (Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., & de Paz, J., 2017).

Efecto protector frente a las lesiones musculares

En deportes como fútbol, donde se producen una gran cantidad de lesiones en la musculatura del muslo sobre todo, la sobrecarga excéntrica es un método eficaz a la hora de prevenir lesiones (Brughelli et al., 2010) (De Hoyo, 2014). Tous Fajardo (2010) lo denomina "efecto protector", ya que el entrenamiento de este tipo aumenta la capacidad de absorber cargas y el umbral al que se produce el fallo muscular se eleva, haciéndolo menos vulnerable a roturas.

La transición entre la fase concéntrica y excéntrica propia de la mayoría de los gestos del deporte se convierte en una fase crítica, donde se producen muchas de estas roturas musculares. Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016) plantean la posibilidad que el entrenamiento excéntrico con máquinas de resistencia isoercial como polea cónica no solo disminuyen la rotura en este tipo de acciones sino que además mejoran la potencia de movimientos multidireccionales.

El ejercicio excéntrico por lo tanto se caracteriza por generar elevados niveles de fuerza y un menor gasto metabólico si se compara a acciones isométricas o concéntricas. Esto lo hace especialmente útil en la rehabilitación de lesiones como tendinopatías, roturas musculares y del ligamento cruzado anterior.

Efectos deletéreos del ejercicio excéntrico

Al ser activaciones no uniformes, esto provoca sinergias musculares alternativas, lo que conlleva potenciales desbalances musculares. Algunos estudios confirmaron un efecto diferencial en diferentes regiones del mismo músculo, lo que potencialmente conllevaría a un desbalance en la actividad muscular y una alteración en la distribución de la carga en las articulaciones.

También se asocia a micro lesiones musculares, mayor DOMS (*Delayed Onset Muscular Soreness*) dolor muscular de aparición tardía, reducción en la excitabilidad de las fibras, y una debilidad inicial. Además, podría afectar la actividad refleja, comprometiendo la estabilidad articular durante perturbaciones. Por lo tanto se hace imprescindible sopesar estos efectos desfavorables a corto plazo en cuanto a los grandes beneficios que presenta a mediano y largo plazo (Hedayatpour, 2015).

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

Momento de la temporada y tipo de ejercicio

En ejercicios básicos como por ejemplo sentadillas en la máquina YoYo se consiguen grandes valores de potencia y se pueden desarrollar sobrecargas excéntricas mayores comparadas a ejercicios más complejos en dispositivos como la polea cónica (Gonzalo-Skok O., et al., 2016). Además ésta última, requiere de cierta experiencia en su uso, por lo que resulta de utilidad un avance progresivo e individualizado de su implementación con sujetos sin experiencia. Por todo esto, sería recomendable la utilización de ejercicios con la máquina Yoyo durante la pretemporada para provocar adaptaciones estructurales a través de movimientos más simples para obtener mejoras funcionales y con el correr de las semanas ir introduciendo progresivamente ejercicios de mayor complejidad con polea cónica para ir obteniendo adaptaciones más específicas.

Brughelli, M., et al., (2010) sugiere en relación al fútbol que en periodo preparatorio se insista con la aplicación de ejercicios excéntricos para el recto femoral debido a su mayor índice de lesiones en este momento de la temporada para favorecer las adaptaciones ya mencionadas. Como una “vacuna” para prevenir este tipo de infortunios.

Tabla 1. Programación de los estímulos de sobrecarga excéntrico orientado a la prevención de lesiones en distintos momentos de la temporada

Periodo	Preparatorio	Competitivo	Transitorio
Estímulos semanales	2	1	2
series	3	2-3	4-5
repeticiones	5 - 10	6-10	8-12
Series por semana	6	2-3	8-12

Adaptado de: Brughelli, M., & Cronin, J. (2008). Preventing hamstring injuries in sport. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 55-64.

Utilización de excéntricos en la entrada en calor

De Hoyo, M., et al., (2015) realizaron un estudio para analizar los efectos de 4 series de 6 repeticiones de sentadillas con una máquina yoyo en cambios de dirección, sprints y saltos. Encontraron un incremento en la activación muscular y mejoras en todas las variables citadas anteriormente. En otro estudio, el mismo autor encontró además que la incorporación de ejercicios excéntricos en la entrada en calor reducía significativamente las lesiones musculares en un programa de 10 semanas de entrenamiento con futbolistas jóvenes (De Hoyo, M., et al., 2015).

Es de preveer por lo tanto que en voleibol se puedan reproducir estos resultados, los ejercicios de sobrecarga excéntrica podrían brindar un estímulo orientado a contrarrestar los efectos negativos de los traumas repetitivos en el hombro generados por los golpes o en la articulación de la rodilla por los aterrizajes de los saltos. A su vez, provocaría una activación muscular mejorando el rendimiento deportivo en saltos y cambios de dirección y sprints, siempre y cuando la programación no sea excesiva en cuanto a series, repeticiones, recuperación, evitando de esta manera la aparición de fatiga.

Como funcionan las máquinas de resistencia Isoinercial

En cuanto a las ruedas a utilizar en la polea cónica o el yoyo, si el objetivo es incrementar la producción de fuerza y las adaptaciones planteadas con anterioridad, se debería incrementar las ruedas de inercia o insertar las pesitas dependiendo del aparato en cuestión. Si en cambio lo que se busca es incrementar los valores de potencia y velocidad, se debería quitar ruedas o pesas en el disco.

Una buena técnica implica el desarrollo de la mayor fuerza posible en fase concéntrica, esto se produce tirando de la cincha/cable con la máxima intensidad posible, lo que provoca un tirón al ejecutante en el sentido contrario por lo cual el mismo ha ejercerá una resistencia para desacelerar la rueda (sería la fase excéntrica) en el ultimo tercio del recorrido hasta que la energía cinética previamente acumulada se disipe y la rueda pare por completo. Debido a que ésta acción excéntrica se ejecuta en un menor desplazamiento que en el tirón concéntrico y ser la misma energía, el torque que se

genera es superior y se obtiene así una sobrecarga excéntrica (Tous Fajardo J., 2010).

Estrategias de acción para generar sobrecarga excéntrica

Podemos encontrarnos con la imposibilidad de contar con dispositivos isoinerciales, ¿eso significa que debemos vernos imposibilitados de privar a nuestros deportistas de los beneficios de la sobrecarga excéntrica? Claro que no. Para ello contamos con diversas estrategias, algunas orientadas a la prevención y otras a la optimización del rendimiento. Aunque antes de pasar a la descripción quisiera destacar que estas propuestas solo son aconsejables con deportistas experimentados y bajo ningún punto de vista pueden realizarlos novatos en el entrenamiento con sobrecarga.

- Tirante musculador (o “cinturón ruso”): Está constituido por una banda de material flexible cuyos extremos se desdoblán en bucles destinados a la introducción de las piernas u otras partes del cuerpo. El uso del mismo permite, con relativa seguridad y sin mayores riesgos para el deportista dos tipos de estímulos musculares: Por un lado acciones isométricas o estáticas en estiramiento y por el otro, acciones dinámicas en estiramiento (como sobrecarga excéntrica). Entre los beneficios más importantes de la utilización de este implemento se destacan los siguientes:

- 1) Se ejecuta una acción excéntrica de manera gradual, progresiva y controlada, limitando los riesgos.
- 2) Provoca fuerzas de cizallamiento menores a otros ejercicios, por lo tanto es una variante más segura para las articulaciones.
- 3) Desde un punto de vista económico y organizativo, te permite entrenar con grandes grupos de jugadores, pues su elaboración no es de mayor complejidad y en caso de contar con varios tirantes, te permite economizar tiempo y dinero.
- 4) Es un elemento de eficacia comprobada en la prevención de roturas de músculos biarticulares y de tendinopatías.
- 5) Puede utilizarse en casi cualquier sitio, siempre y cuando el suelo no sea muy resbaladizo y se pueda anclar a un poste.

- Propio peso y resistencia del compañero: constituye un método eficaz cuando se trabaja con muchos jugadores, no contamos con medios económicos para adquirir máquinas o contamos con las mismas pero es difícil su transporte para viajes con el equipo. Dentro de este grupo podemos citar ejercicios como el curl nórdico, que ha sido exitosamente introducido en algunos programas de entrenamiento destinados a la mejora de la fuerza y la disminución de lesiones, aunque ha sido muy criticado por su agresividad. Los squats en planos inclinados también han probado su efectividad en la rehabilitación de tendinopatías y en programas de fuerza de extensión de rodilla. Por último, aunque no existan estudios de investigación todavía al respecto, podemos utilizar la resistencia de un compañero a través de formas jugadas y ejercitaciones que tengan como finalidad producir una sobrecarga excéntrica. Esto tiene un efecto positivo desde el punto de vista socio-afectivo.
- Fase excéntrica acentuada: Supongamos como ejemplo que el ejercicio es un press plano, el individuo finaliza la fase concéntrica, es decir que aleja la barra del pecho hasta extender los codos, en ese momento a los costados dos compañeros simultáneamente le agregan dos discos de 10 kg de peso hasta que baje la barra lentamente hacia el pecho (fase excéntrica) y una vez finalizada los compañeros le vuelven a retirar el peso para ejecutar nuevamente una repetición concéntrica.
- Concéntrico 2 Excéntrico 1: supongamos a modo de ejemplo que un individuo realizar una serie en una prensa de piernas, el individuo aleja la carga de su cuerpo extendiendo las rodillas con las dos piernas (fase concéntrica) momento en el cual retira una pierna y ejecuta el descenso de la carga con una sola pierna (fase excéntrica).
- Liberación de peso: el individuo se prepara para realizar un salto con contramovimiento (CMJ), se encuentra de pie y porta dos mancuernas, una en cada lado de su cuerpo y en el momento de finalizar el descenso y alcanzar la posición de impulso, deja caer las mancuernas y realiza el salto sin el peso que portaba. Se genera un estímulo de sobrecarga sobre la fase excéntrica que potencia la generación de fuerza concéntrica.
- Aumento de carga con compañero/a: un deportista se predispone a ejecutar una dominada o “pull up” y asciende hasta superar la barra con la cabeza y finalizar la fase concéntrica, en el momento de descender y comenzar la parte excéntrica del movimiento, un compañero le agrega un empuje hacia abajo y ahora el deportista debe resistir no solo el efecto de la gravedad sobre su cuerpo del pull up sino también el impulso que imprime el compañero.

Conclusión

Es importante incluir activaciones excéntricas en la preparación del voleibolista ya que se ha comprobado su efectividad tanto en la rehabilitación de lesiones músculo-tendinosas, como así también en la búsqueda de optimizar el rendimiento del jugador, que durante el partido se ve expuesto a efectuar una elevada cantidad de gestos tales como cambios de dirección, desaceleraciones y aterrizajes de saltos máximos. Estas acciones generan elevadísimos niveles de fuerza cuando el músculo se encuentra estirado. Su implementación es de gran importancia, constituye una estrategia efectiva y se recomienda incorporarlos atendiendo a las individualidades del jugador, el momento de la temporada y el método a utilizar.

REFERENCIAS

1. Brughelli, M., & Cronin, J. (2008). Preventing hamstring injuries in sport. *Strength & Conditioning Journal*, 30(1), 55-64.
2. Brughelli, M., Mendiguchia, J., Nosaka, K., Idoate, F., Los Arcos, A., & Cronin, J. (2010). Effects of eccentric exercise on optimum length of the knee flexors and extensors during the preseason in professional soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 11(2), 50-55.
3. De Hoyo, M., De La Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., & Mateo-Cortes, J. & Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International journal of sports medicine*, 36(04), 308-314.
4. De Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 46-52.
5. Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2017). Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses. *Sports Medicine*, 47(4), 663-675.
6. Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114.
7. Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A., Arjol-Serrano, J., & Mendez-Villanueva, A. (2017). Eccentric-Overload Training in Team-Sport Functional Performance: Constant Bilateral Vertical Versus Variable Unilateral Multidirectional Movements. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 951-958.
8. Hedayatpour, N., Izanloo, Z., & Falla, D. (2018). Effect of Eccentric Exercise and Delayed Onset Muscle Soreness on the Homologous Muscle of the Contralateral Limb. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.
9. Hedayatpour, N., & Falla, D. (2015). Physiological and neural adaptations to eccentric exercise: mechanisms and considerations for training. *BioMed research international*, Volume 2015, Art. ID 193741, 7 p., <http://dx.doi.org/10.1155/2015/193741>.
10. Hortobágyi, T., Houmard, J., Fraser, D., Dudek, R., Lambert, J., & Tracy, J. (1998). Normal forces and myofibrillar disruption after repeated eccentric exercise (Traducción propia). *Journal of Applied Physiology*, 84(2), 492-498.
11. Hortobágyi, T., Devita, P., Money, J., & Barrier, J. (2001). Effects of standard and eccentric overload strength training in young women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(7), 1206-1212.
12. Knutgen, H., & Kraemer, W. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 1(1), 1-10.
13. Langberg, H., Ellingsgaard, H., Madsen, T., Jansson, J., Magnusson, S. P., Aagaard, P., & Kjær, M. (2007). Eccentric rehabilitation exercise increases peritendinous type I collagen synthesis in humans with Achilles tendinosis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 61-66.
14. Lieber, R. (2018). Biomechanical Response of Skeletal Muscle to Eccentric Contractions. *Journal of Sport and Health Science*, 7(3), 294-309
15. Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernandez-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J., & de Paz, J. A. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: a systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 20(10), 943-951.
16. Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., & de Paz, J. (2017). Functional and muscle-size effects of flywheel resistance training with eccentric-overload in professional handball players. *Journal of human kinetics*, 60(1), 133-143.
17. Moritani, T., Muramatsu, S., & Muro, M. (1987). Activity of motor units during concentric and eccentric contractions. *The American Journal of Physical Medicine*, 66 (6), 338-350.
18. O'Sullivan, K., McAuliffe, S., & DeBurca, N. (2012). The effects of eccentric training on lower limb flexibility: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *bjsports-2011*.
19. Perrey, S. (2018). Brain activation associated with eccentric movement: A narrative review of the literature. *European journal of sport science*, 18(1), 75-82.
20. Tous Fajardo, J. (2010). Cap. 7: Entrenamiento de la fuerza mediante sobrecargas excéntricas. En *Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento deportivo óptimo*, pp. 217-232. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
21. Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing change-of-direction speed in soccer players by functional inertial eccentric overload and vibration training. *International journal of sports physiology and performance*, 11(1), 66-73.

Versión Digital