

TRABAJO FIN DE GRADO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

INFLUENCIA DE VARIABLES EXCÉNTRICAS EN EL RENDIMIENTO
DEL SALTO CON CONTRAMOVIMIENTO



GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

CURSO: 2017-2018

AUTOR: XAVI MONSERRAT MIRALLES

TUTOR ACADÉMICO: JOSÉ LUÍS HERNÁNDEZ DAVO

ÍNDICE

1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	2
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA).....	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO).....	6
4. DISCUSIÓN.....	9
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	11
6. BIBLIOGRAFÍA	12



1. CONTEXTUALIZACIÓN

La fuerza es un elemento fundamental en la mecánica del movimiento humano, en el que las fuerzas actúan sobre el cuerpo en movimiento tanto interna como externamente. Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza es fundamental, ya que produce unos cambios en el organismo humano, conocidos como adaptaciones. Éstas, pueden ser crónicas y agudas. Las adaptaciones inmediatas o agudas, son cambios en el cuerpo después de un entrenamiento. Mientras que las adaptaciones crónicas son producto del entrenamiento continuado de la fuerza. Los cambios que produce el entrenamiento de fuerza se pueden distinguir entre: neurológicos, del tejido muscular, esquelético, metabólico, endocrino y cardiorrespiratorio

El principal objetivo del entrenamiento de fuerza es mejorar la resistencia muscular, la hipertrofia, la fuerza muscular y la potencia. Así pues, en el ámbito de salud, las capacidades más importantes a mejorar y mantener con la edad son la hipertrofia, la resistencia muscular y la fuerza. En cambio, en el rendimiento deportivo el factor determinante y en el que los entrenadores hacen hincapié es la potencia puesto que los deportistas con el fin de mejorar sus resultados buscan ser más veloces, saltar más alto, ser más explosivos o esprintar más rápido, de ahí la importancia de la fuerza en el rendimiento.

La potencia se requiere en movimientos rápidos como saltar o lanzar objetos, es la capacidad que permite realizar fuerza a velocidades altas. En el rendimiento la mayoría de movimientos que se utilizan son pliométricos o de velocidad que son los que mejoran el rendimiento. Por todo ello, la potencia es una de las capacidades que más se entrena en el rendimiento. Podemos afirmar por lo tanto que la potencia está presente en prácticamente todos los movimientos deportivos.

Para evaluar la fuerza muscular hay muchos tipos de test 1RM (repetición máxima, *Pull test*, o el CMJ ("*countermovement jump*" del inglés salto en contramovimiento). Si hablamos del CMJ podemos decir que es uno de los test más utilizados para medir la potencia muscular del tren inferior. Profundizando un poco el CMJ, forma parte de una batería de test llamados test de Bosco, el cual recoge una cantidad de diferentes pruebas que engloban unos tipos de saltos como el SJ ("*squat jump*" del inglés salto de sentadillas desde parado), el CMJ, Abalakof, etc. de todos los cuales, podemos obtener muchísima información para desarrollar entrenamientos. Con estos test sacamos información muy útil como la capacidad contráctil, el componente elástico y el componente coordinativo. Con el test de Bosco se obtienen también resultados en potencia aeróbica, potencia anaeróbica, propiedad anaeróbica e índice de fatiga. Todos estas variables son fundamentales en el rendimiento y por ello es muy importante su estudio.

Ahondando más en los estudios revisados, se ha demostrado que un salto en CMJ desarrolla una potencia y una mayor altura que el SJ (salto desde una sentadilla parado). Este fenómeno se atribuye a la secuencia entre un estiramiento del cuádriceps (fase excéntrica) y acortamiento (fase concéntrica) conocido como ciclo acortamiento estiramiento (SSC). Hay muchas variables que afectan al rendimiento, pero se está demostrando que una de las principales son la potencia de salida y la velocidad. En cuanto a variables específicas para el salto se refiere, destacan las obtenidas de la curva F-T (curva fuerza tiempo) en el CMJ son el RFD (ratio desarrollo de fuerza), la capacidad ECC (excéntrica) relacionada con la capacidad CON (concéntrica) (SSC), PP (pico de potencia), JH (altura del salto).

Las principales investigaciones sugieren que la capacidad excéntrica se correlaciona positivamente con valores altos en un CMJ, ya que la capacidad que tiene el músculo para acumular energía elástica y frenar la fase de bajada permite aportar mayores niveles de PP (pico de potencia), la fuerza máxima y el componente coordinativo para realizar la posterior fase excéntrica (SSC). Por lo tanto, se podría decir que unos niveles altos en F-ECC favorece un alto rendimiento en salto y en la velocidad de ejecución en los deportes.

En esta revisión se pretende valorar la influencia de las variables excéntricas en el rendimiento del salto con contramovimiento y basándonos en los estudios a deportistas podríamos aplicar un entrenamiento específico de fase excéntrica combinado con ejercicios pliométricos para saber si los deportistas que utilizan estas capacidades en sus respectivos deportes pueden mejorar o ya utilizan el máximo de sus capacidades. Se pretendería realizar un pretest, un postest y una valoración de salto durante el juego. Para observar si las capacidades de tienes esa transferencia en los deportes como algunas investigaciones aportan en el laboratorio. Los deportistas podrían ser saltadores de vallas, jugadores de baloncesto, jugadores vóley playa o deportistas de contacto.



2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

Revisión de literatura:

Para esta revisión se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura científica relevante en la base de datos PubMed, como fuente de datos de acceso libre y utilizando palabras clave para obtener información acerca de cómo influye el componente excéntrico en los saltos con contramovimiento. Para obtener una búsqueda más precisa y efectiva se utilizó la herramienta de búsqueda avanzada de PubMed, introduciendo las palabras claves “eccentric”- “jump” y un rango de fechas entre 01/01/2008 y 20/02/2018, relacionando las palabras mediante el nexa “AND” que ofrece el motor de búsqueda.

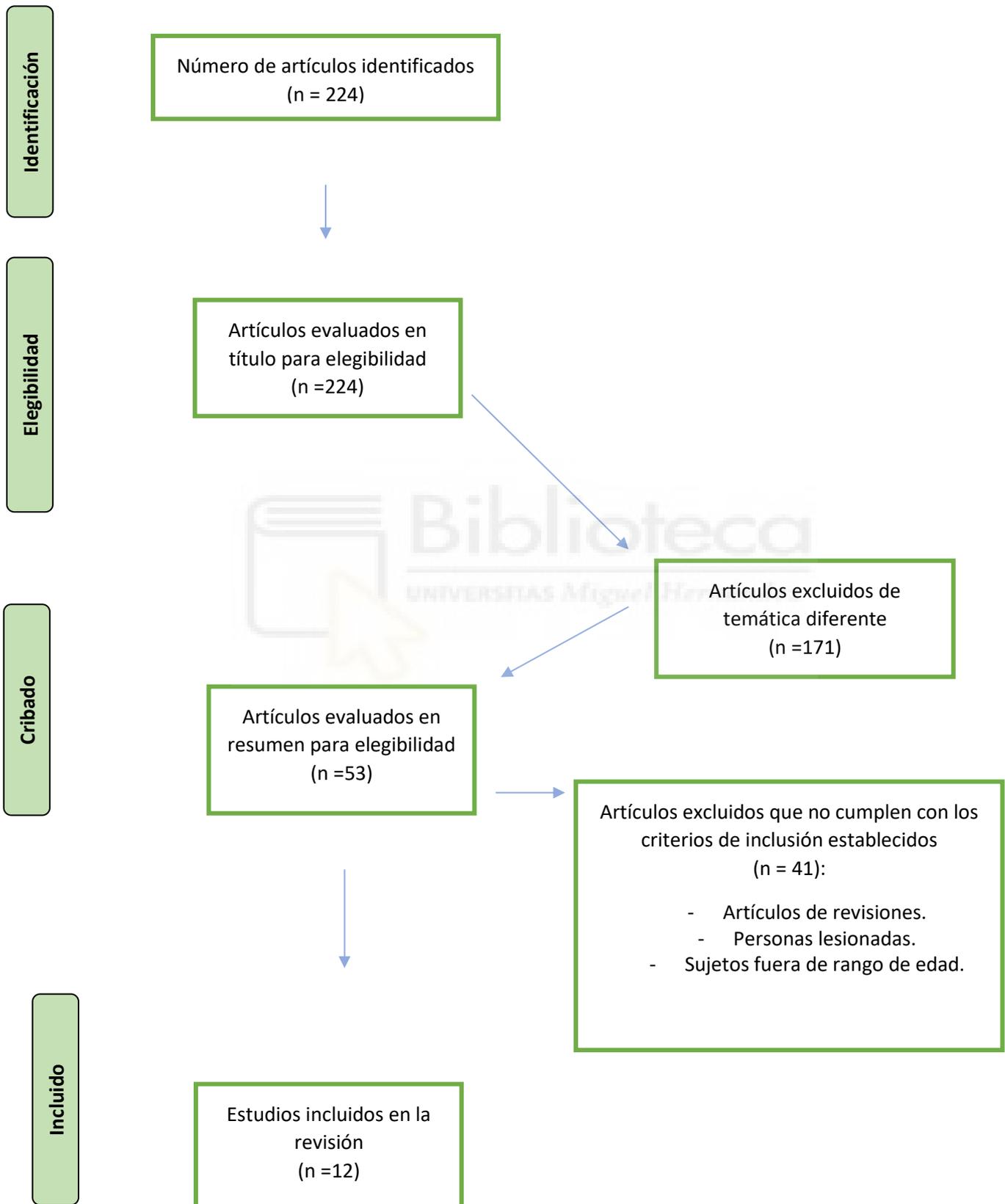
Selección de estudios para la extracción de datos

La primera selección que hicimos fue tras revisar el título, excluyendo los que no tienen relación con lo que nos interesa; selección mediante la lectura de los resúmenes, excluyendo revisiones, investigaciones con menores de edad, poblaciones con patologías y artículos que se centran en análisis de la posición de las rodillas. Para la extracción de información los artículos debían tener una correlación entre la fase excéntrica y concéntrica en el tren inferior y como esto afecta al rendimiento deportivo mediante el análisis de las variables ratio de desarrollo de fuerza (RFD), velocidad y fuerza.

Recuperación de datos

Para la búsqueda “eccentric”- “jump” y un rango de fechas entre 01/01/2008 y 20/02/2018, para la revisión de la literatura identificó 224 citas. Después de revisar los títulos, se rechazaron 171 artículos. De los 53 restantes 24 se descartaron por no cumplir algún requisito esencial. Se seleccionaron 29 para profundizar en la lectura de los cuales finalmente se han seleccionado 12 para la revisión.

Figura 1. Diagrama de flujo que muestra el proceso de selección de los estudios relevantes sobre las palabras clave “eccentric”- “jump”



3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA (DESARROLLO)

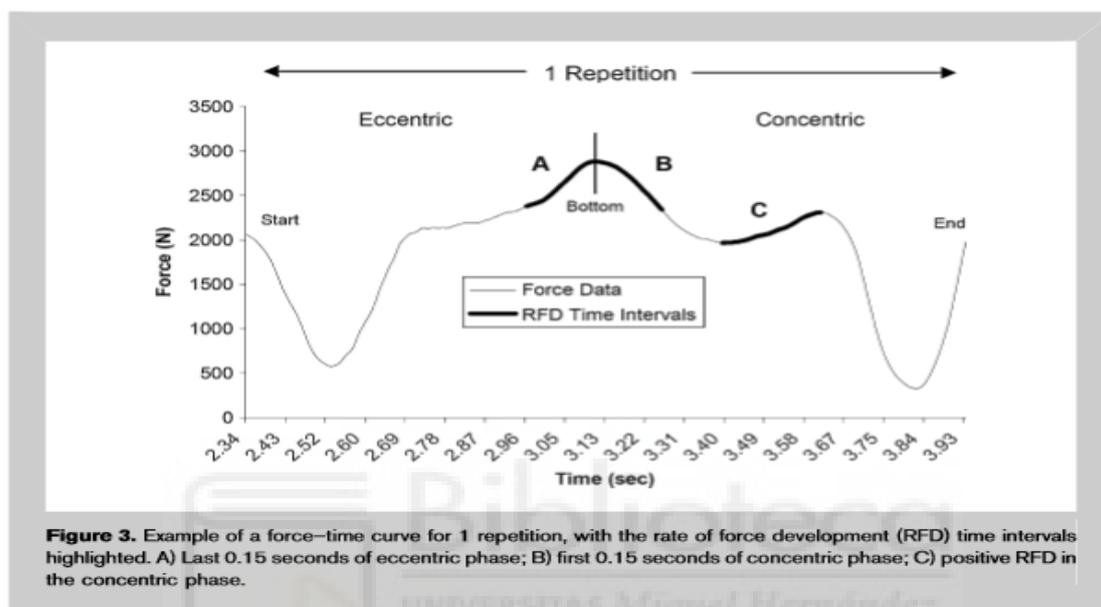
Estudio	Participantes	Método	Resultados
Aboodarda et al. 2013	15 hombres	Los sujetos realizaron 3 tipos de CMJ en plataforma de fuerza para medir el VGRF (fuerza de reacción con el suelo en el salto vertical), FCMJ (CMJ con peso corporal), ACMJ-20 y ACMJ-30 (CMJ con carga acentuada en la fase excéntrica el 20% y 30% más respecto al peso corporal)	Hay un aumento de la PS (potencia de salida) de un 23,21%, del impulso neto 16,65% y de altura salto 9,52% en el ACMJ-30 respecto al FCMJ
Birdgeman et al. Setiembre 2016	12 hombres (edad=25.4 ± 3.5)	Investigar los efectos agudos de usar AEL (acentuación carga excéntrica 10, 20, 30% masa corporal), con un descanso de 2, 6 y 12 minutos, para volver a saltar	5 DJ con 20% AEL incremento después de una recuperación de 2 minutos la altura en CMJ y la P (potencia) máxima <0.001 y <0.05 respectivamente)
Stevenson et al. 2010	20 hombres (edad= 26 ± 4.4)	Se busco saber si aumentando la resistencia excéntrica aumentaba la V (velocidad) y P (potencia) concéntrica. Se realizaron grupos WB (entrenamiento con bandas en la fase excéntrica) y NB (entrenamiento sin bandas). Los datos se obtuvieron en una plataforma de fuerza	NB resultado obtener mayores condiciones en PV-CON (pico velocidad concéntrico) (p=0.001) y MV-CON (velocidad media concéntrica) (p=0.002) WB: PV-ECC (pico velocidad excéntrica) (p=0.011) RFD-CON (p=0.028)
Dolezal et al. 2016	20 sujetos. 11 hombres (edad= 20.25 ± 1.13) 9 mujeres (edad=19.75 ± 1.03)	Entrenamiento de 12 semanas, en la que dos grupos VEB (entrenamiento velocidad enfocándose en la fase excentrica) y VBT (entrenamiento velocidad normal) buscan mejoras en .fuerza y potencia,	Solo los hombres del grupo VEB mejoran en el VJ (salto vertical) (73.63 ± 12.67 a 75.83 ± 12.37 cm)
Laffaye et al. 2013	273 sujetos 189 hombres, 84 mujeres	Los sujetos realizaron 6 CMJ sobre una plataforma de fuerzas, los resultados se obtuvieron del análisis de las variables extraídas de la curva F-T (fuerza tiempo) y rendimiento vertical	CON-F (r = 0.57; p, 0.001) y ECC-RFD (ratio desarrollo fuerza) (r = 0.52, p, 0.001) correlacionados positivamente con JH (salto altura), VT (velocidad tiempo) correlaciona negativamente (r = 0.21–0.23, p, 0.01)

Mike et al. 2016	30hombres (edad=23 ± 3.5 años)	La medición se realizó dos días a la semana durante 4 semanas, se busca incidir en la fase excéntrica para ver el impacto que tiene en PP, HJ, F. realizaron sentadilla Barbel Smith. 3 grupos, grupo S2 (grupo control con 2 segundos de fase excéntrica), grupo S4 (4 segundos de énfasis en fase excéntrica), grupo S6 (6 segundos fase excéntrica)	salto vertical: solo el S2 tuvo resultados significativos (semana 0: 66 semana 4:69 p=0.02)
Ong et al. 2016	14 hombres (edad=28.5 ± 5 años)	El estudio como afecta la carga ECC de un 105%RM y 125%RM al CMJ, midiendo variables P (potencia) máxima y salto vertical. En T3, T6, T9 y T12 (tiempo de la precarga excéntrica, 3,6,9,12 segundos respectivamente)	No hay cambios en los parámetros que nos interesan, pero sí que se observa una mejora en el salto CMJ, cuando se hace una precarga excéntrica con un 105%RM y 125%RM en T3 (ES =0.19; ± 0.15) y T6 (ES = 0.2; ± 0.12)
Kijowksi et al. 2015	19 hombres (edad=21.2 ±1años)	Los participantes realizaron 6 DJ (salto desde cajón) y 3 sentadillas (90% 1RM) sobre una plataforma de fuerza para medir variables de fuerza tiempo	Cambios significativos en el CMJ (curva fuerza tiempo) para los parámetros F(fuerza) T(tiempo), RFD (ratio desarrollo de fuerza) T-ECC, T-CON y T-JUMP (tiempo de salto)
Laffaye et al. 2013	178 hombres	Prueba de un CMJ (salto con contramovimiento) sobre una plataforma de fuerza. En la cual se extrajeron variables independientes de ECC-RFD (ratio desarrollo fuerza en fase excéntrica, ECC-TIEMPO (tiempo de la fase excéntrica), TIEMPO (tiempo total), ratio-tiempo y CON-VF (fuerza vertical en fase concéntrica)	Todas las variables de fuerza se correlacionan positivamente con VP, y todas las de tiempo negativamente. La VP (rendimiento en salto vertical) máxima en el CMJ se determina principalmente por ECC-RFD (r=0.50, p. 0.001) y CON-VF (r=0.54, p.0.001)
Hori et al. 2008	20 hombres NBG (edad=23.7 ±2.1) BG (edad=24.8 ±5.0)	Entrenamiento de 8 semanas en la que realizaban 6 series de 6 repeticiones de sentadilla con salto con peso. El NBG (carga excéntrica normal) y el BG (reducción de la carga excéntrica con mecanismos de frenado electromagnético)	BG tiene cambios cambios significativos en CMJ absouto y relativo (p<0.05), SJ absoluto y relativo, WJS y J&R(p<0.01). NBG tiene cambios significativos en SJ absoluto y relativo y J&R (p<0.01)

<p>Bridgeman et al. Julio 2016</p>	<p>12hombres (edad: 25.4 ±3.5)</p>	<p>Se completo un entrenamiento de fuerza máxima durante dos semanas, buscando una correlación de la fuerza máxima entre la fase concéntrica y excéntrica, dos veces por semana realizaban 3 CMJ al máximo, midiendo las variables con una plataforma de fuerza. Las variables que se buscan son PP, PGRF y altura CMJ</p>	<p>correlación muy fuerte entre F-CON (fuerza concéntrica) absoluta y PF (pico de fuerza) excéntrica absoluta (r=0.74, p<0.001), entre F-ECC (fuerza excéntrica) y PF-ECC (r=0.68, p<0.05) relación grade entre PF-CON absoluto y CMJ-PP (pico potencia en CMJ) absoluto (r = 0.66, p < 0.05). relación muy grande de PF-ECC absoluto con CMJ-PP CMJ-JH (salto altura en CMJ) (r = 0.74, p < 0.01 and r = 0.74, p < 0.001 respectivamente). Relación moderada PF_ECC relativo con CMJ-PP relativo (r = 0.58, p < 0.05). PF-ECC relativo tiene una relación muy fuerte con CMJ-PP y CMJ-JH relativo (r = 0.73, p < 0.001 and r = 0.79, p < 0.001 respectivamente). El CMJ-PP absoluto fuerte relación con CMJ-PF absoluto y CMJ-JH (r = 0.67, p < 0.05 and r = 0.62, p < 0.05 respectivamente). CMJ-PP relativo relación casi perfecta con CMJ-JH (r = 0.93, p < 0.001)</p>
<p>Cormie et al. 2010</p>	<p>32hombres (Edad = 23.4 ± 4.4 años)</p>	<p>Se realizo un entrenamiento de 10 semanas en los que se dividieron en 4 grupos SP (grupo entrenamiento potencia más fuerte), WP (grupo entrenamiento potencia débil), WS (grupo de fuerza más débil), C (grupo control). Se diferenciaron entrenamientos para los grupos de potencia con sentadilla con salto, y de sentadilla sin salto para el grupo de fuerza. Se midió la fuerza máxima, el rendimiento del salto, la rigidez musculotendinosa</p>	<p>Sentadilla salto: ↑ PP-ECC (SP, WP y WS), ↑ AP-ECC (potencia promedio) (SP, WP y WS), ↑ PP-CON (SP, WS), ↑ AP-CON (SP, WP, WS), ↑ PF-ECC (pico fuerza) (SP, WP y WS), Cambios significativos en la variable ECC en los posts test en todos los grupos excepto el control. SP Y WP mejoran significativamente el rendimiento CON en movimientos SSC, WS mejoro el rendimiento CON en SSC y en CON estático</p>

4. DISCUSIÓN

La mayoría de los resultados obtenidos en los diferentes estudios incluidos en la revisión se basan en el análisis de las variables extraídas de la curva fuerza tiempo. Dentro de estas variables resalta el RFD, el pico de potencia, el pico de velocidad, tanto en la capacidad concéntrica como excéntrica ya que altos niveles en el apartado de fuerza y bajos en el de tiempo son predictores de rendimiento.



El salto vertical es una de las capacidades que más se han observado en los resultados de los estudios revisados. En 10 de los estudios revisados se observa cambios en la capacidad de salto vertical relacionado con diversas variables como RFD, T (tiempo), P (potencia), VP (pico velocidad), PP (pico potencia) y F (fuerza). Esto puede deberse a que la mayoría de las tomas de muestra ha sido en CMJ que es un tipo de salto vertical.

El RFD excéntrico se ha analizado en 4 de los estudios incluidos en la revisión, mostrando en 3 de esos 4 una correlación significativa entre esta variable y la capacidad de salto. Lafaye et al. (2013) comenta que para aumentar el salto vertical hay que aumentar el CON-F (fuerza fase excéntrica) y RFD excéntrico minimizando así el ECC-t (tiempo fase excéntrica). También Lafayet et al. (2013) en otro artículo demuestra que RFD excéntrico es un fuerte predictor, mejor que el RFD máximo o el RFD concéntrico, porque resume la capacidad de la estructura de la unidad músculo-tendón para estirarse rápidamente antes de alcanzar el pico de fuerza, optimizando los factores neuronales, como el reclutamiento de la unidad motora y la sincronización de la unidad motora. Además, las propiedades musculo-tendinosas parecen tener un papel importante en el aumento de RFD, como la longitud del tendón de Aquiles o la rigidez de la aponeurosis del tendón del vasto externo, debido a un aumento en las propiedades elásticas del músculo. Los sujetos que aumentaron más su RFD aumentaron en salto vertical ($r=0.52$)

El VP-ECC (pico velocidad excéntrica) se ha analizado en 1 de los estudios incluidos, mostrando una correlación significativa con una mayor potencia concéntrica. El estudio de Stevenson et al. (2010) daba como hipótesis que el uso de bandas crea una fase excéntrica de exceso de velocidad que provoca

una mayor respuesta del SSC y esto se traduce en un mejor desarrollo de potencia. Pero no fue un estudio realmente satisfactorio ya que otros parámetros como el pico de velocidad concéntrica se obtuvo con el grupo que trabajó sin bandas. Esto se puede deber a que las gomas frenan la fase concéntrica y su velocidad. En cambio, en el estudio de Aboodarda et al (2013) que también acentúan la carga excéntrica, sí que mejora la potencia concéntrica y el salto vertical (en un 23,21% 9,52% respectivamente), esto podría ser porque en el momento en que realiza la fase concéntrica en el estudio de Aboodarda lo realiza sin carga y en el de Stevenson no.

La potencia concéntrica se ha analizado en 2 estudios incluidos en la revisión, mostrando en ambos una correlación alta con la mejora del CMJ. Como dice Aboodarda et al (2013) se ha demostrado un mayor desarrollo de la potencia de salida del tren inferior y la altura del salto al realizar un salto en contramovimiento (CMJ) en comparación con un salto en parado. Este fenómeno se ha atribuido a la secuencia de un movimiento excéntrico rápido (estiramiento) y concéntrico (acortamiento) de los cuádriceps en el CMJ, conocido como el ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC), que mejora el rendimiento del salto a través de un número de factores miogénicos y neurogénicos.

El CMJ se ha analizado en 4 de los artículos incluidos en la intervención, mostrando unas correlaciones significativas con pico de potencia, fuerza tanto excéntrica como concéntrica. El pico de fuerza excéntrica tiene la correlación más fuerte con la altura del CMJ en $r=0.79$. el componente excéntrico puede ser el determinante clave del rendimiento del salto. Esto no es sorprendente dado que el CMJ es un ejercicio de SSC en el cual el alargamiento muscular excéntrico inicial da como resultado una producción de fuerza mejorada en la posterior contracción concéntrica Cormie et al. (2010) propuso que niveles más altos de producción de fuerza durante la fase excéntrica en SSC sugiere una mayor regulación de la rigidez activa. Esto da como resultado una reducción de desplazamiento de las fibras musculares durante el estiramiento inicial permitiéndole operar más cerca de su longitud óptima y así producir mayor fuerza concéntrica y mejorar la altura del salto. Además, se informa que la producción de fuerza excéntrica es mecánica y depende del número de puentes cruzados de actina-miosina activos.

La F (fuerza) concéntrica se ha analizado en 3 de los artículos seleccionados para la intervención. Siendo correlacionada positivamente con el pico de fuerza excéntrica y con la mejora en la altura del salto. Esto como se ha comentado en otros resultados se debe al ciclo SSC.

Se podría decir que todas las revisiones tienen una relación entorno al ciclo SSC y a la curva fuerza tiempo. Esto puede deberse a que la mayoría de estudios implican el CMJ para mejorar la capacidad de salto (ya que se ha demostrado que influye mucho en el rendimiento). Dentro de este ciclo acortamiento estiramiento, la parte fundamental es la fase excéntrica, no solo un parámetro de la fase excéntrica mide el rendimiento, algunos estudios solo modificando el pico de velocidad ya aumentaban el salto. Esto nos lleva a que falta mucha investigación sobre cómo afecta el componente excéntrico en el salto del CMJ y luego como se extrapola en deportes que no requieran en todo momento saltos o como afecta el ciclo SSC al tren superior.

5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Como se ha observado en los diferentes resultados de las revisiones, un aumento de la capacidad de RFD excéntrico y una mejora de las variables del CMJ se correlacionan con un aumento en el salto vertical y son predictores de rendimiento. En la propuesta de intervención, ya que casi todos los estudios se han realizado en hombres, se ha decidido seleccionar un equipo femenino de voleibol pista con un mínimo de 2 años en la elite para que los cambios no se deban a que son sujetos desentrenados en ese ámbito. Además, la elección de este deporte, se debe a que posiblemente es el que mejor utiliza la altura en CMJ.

La propuesta consiste en continuar con su rutina de entrenamiento, pero también realizar 2 sesiones por semana de 6 repeticiones de 1 sentadilla con salto con una carga acentuada en un 30% (con elástico) solo en la fase excéntrica y luego 10 saltos desde cajón.

Con este tipo de entrenamiento pretendemos mejorar el salto por un aumento de la fuerza y potencia de la fase excéntrica sobrecargándola como sugiere Aboodarda et al (2013), pero como con la sobrecarga se obtuvieron resultados contradictorios en el estudio de Stevenson et al. (2010) por frenar la potencia de salida concéntrica, incluimos unos ejercicios pliométricos para favorecer el trabajo del SSC.

Pautas a seguir:

- El entrenamiento se llevará a cabo durante 4 semanas ya que es el tiempo mínimo que se necesita para observar cambios.
- El número de repeticiones será de 6 ya que una sobrecarga excesiva podría inducir a lesiones, debido a que continuarán con su entrenamiento habitual.
- El entrenamiento se realizará los martes y los jueves antes de las sesiones tácticas.
- Los sujetos serán instruidos y testados al principio y al final con un CMJ del cual sacaremos las variables independientes en las que queremos influir (RFD excéntrico, pico de fuerza concéntrico y altura en el salto).
- Los ejercicios se realizarán sobre una placa de fuerza solo los días del test.
- En la valoración inicial se obtendrán valores de composición corporal y de las variables anteriormente nombradas.

Criterios de elegibilidad:

- Sujetos entrenados de más de 2 años de experiencia en la elite del voleibol.
- No tener ninguna lesión
- Participación en todas las sesiones.
- Entrenamiento físico habitual 2 días a la semana

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aboodarda, S.J., Yusof, A., Abu Osman, N.A., Thompson, M.W., Mokhtar, A.H. (2013). Enhanced performance with elastic resistance during the eccentric phase of a countermovement jump. *International journal of sports physiology and performance*, 8(2), 181-187. doi: 10.1123/ijsp.8.2.181.
- Bridgeman, L.A., McGuigan, M.R., Gill, N.D., Dulson, D.K. (2017). The Effects of Accentuated Eccentric Loading on the Drop Jump Exercise and the Subsequent Postactivation Potentiation Response. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, (6):1620-1626. doi: 10.1519/JSC.0000000000001630.
- Bidgeman, L.A., McGuigan, M.R., Gill, N.D., Dulson, D.K. (2018). Relationships Between Concentric and Eccentric Strength and Countermovement Jump Performance in Resistance Trained Men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(1), 255-260. doi: 10.1519/JSC.0000000000001539.
- Coburn, J.W., Malek, M.H. (2017). Adaptaciones al entrenamiento de fuerza. *NSCA's Essentials of Personal Training* (72-79). Badalona: Paidotribo
- Coburn, J.W., Malek, M.H. (2017). Biomecánica. *NSCA's Essentials of Personal Training* (47). Badalona: Paidotribo
- Coburn, J.W., Malek, M.H. (2017). Entrenamiento pliométrico y de velocidad. *NSCA's Essentials of Personal Training* (411-414). Badalona: Paidotribo
- Cormie, P., McGuigan, M.R., and Newton, R. U. (2010) Changes in the Eccentric Phase Contribute to Improved Stretch–Shorten Cycle Performance after Training. *Medicine & science in sports & exercise*, 42 (9), 1731-1744. doi: 10.1249/mss.0b013e3181d392e8.
- Dolezal, S.M., Frese, D.L., Llewellyn, T.L. (2016). The Effects of Eccentric, Velocity-Based Training on Strength and Power in Collegiate Athletes. *Internal Journal of Exercise Science*, 9(5):657-666. eCollection 2016.
- Hernández-Davó, J.L., Sabido, R., Behm, D.G., Blazevich, A.J.(2018). Effects of resistance training using known vs unknown load son eccentric-phase adaptations and concentric velocity. *The Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(2):407-417. doi: 10.1111/sms.12933.
- Hori, N., Newton R.U., Kawmori, N., McGuigan M.R., Andrews, W.A., Chapman, D.W., Nosaka, K. (2008). Comparison of weighted jump squat training with and without eccentric braking. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 54-65. doi: 10.1519/JSC.0b013e31815ef052.
- Kijowksi, K.N., Capps, C.R., Goodman, C.L., Erickson, T.M., Knorr, D.P., Triplett, N.T., Awelewa, O.O, McBride, J.M.(2015). Short-term Resistance and Plyometric Training Improves Eccentric Phase Kinetics in Jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(8), 2186-2196. doi: 10.1519/JSC.0000000000000904.
- Laffaye, G., Wagner, P., and Tombleson, T. (2013). Countermovement jump height: gender and sport-specific differences in the force-time variables. *National Strength and Conditioning Association*, 0(0) 1-10. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a1db03.
- Mike, J.N., Cole, N., Herrera, C., VanDusseldorp, T., Kravitz, L., Kerksick, C.M. (2017). The Effects of Eccentric Contraction Duration on Muscle Strength, Power Production, Vertical Jump, and

Soreness. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3):773-786. doi: 10.1519/JSC.0000000000001675.

Ong, J.H., Lim, J., Chong, E., Tan, F. (2016). The Effect of Eccentric Conditioning Stimuli on Subsequent Counter-Movement Jump Performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 747-754. Doi: 10.1519/JSC.0000000000001154.

Stevenson, M.W., Warpeha, J.M., Dietz, C.C., Giveans, R.M., and Erdman, A.G. (2010). Acute effects of elastic bands during the free-weight barbell back squat exercise on velocity, power, and force production. *National Strength and Conditioning Association*, 24(11), 2944-2954. doi: 10.1591/JSC.0b013e3181db25de.

