

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL
DEPORTE



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

**Modificaciones en las variables de pico potencia o sobrecarga
excéntrica por la variación de la altura de recogida en la carga
del gesto remo pie en la versa pulley.**

ALUMNA: RAQUEL CUEVAS DEL SALTO

TUTOR ACADÉMICO: RAFAEL SABIDO SOLANA

UMH 2016-2017

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN:	3
1.1 ¿QUÉ ES LA POLEA CÓNICA ISOINERCIAL? ¿PARA QUÉ SE SUELE UTILIZAR?	4
1.2 ¿QUÉ FACTORES CONDICIONAN LA INTENSIDAD DEL TRABAJO EN LA VERSA PULLEY (VP)?	4
2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)	5
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
4. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS REVISADOS	5
5. PROCEDIMIENTO DE INTERVENCIÓN:	6
6. REFERENCIAS:	7



1. CONTEXTUALIZACIÓN:

Un músculo puede encontrarse en tres tipos de activación muscular:

- **Contracción concéntrica:** donde una resistencia es vencida por la tensión de los músculos y una disminución de su longitud
- **Contracción excéntrica:** donde una resistencia vence al movimiento aumentando la longitud del músculo que internamente está realizando una tensión para mantener la resistencia en contra de la gravedad o sobrecarga de un movimiento determinado.
- **Contracción isométrica:** no se vence la resistencia aplicada, no existe disminución ni aumento de los músculos.

El músculo ejecuta diversas activaciones según la carga a vencer, en nuestro caso, nos hemos centrado en explicar la resistencia excéntrica ya que es la base fundamental del TFG.

Cuando hablamos de sobrecarga excéntrica hacemos referencia a los ejercicios que se realizan utilizando una resistencia mayor a la tensión ejercida por un músculo determinado, de forma que éste se alarga, Gutiérrez-Dávila (2006). En este caso el músculo desarrolla tensión extendiendo su longitud. Un ejemplo en el cual se observa de forma clara la sobrecarga es cuando descendemos de una dominada lentamente, en este caso el bíceps braquial se contrae excéntricamente. En ese caso, actúa la fuerza de gravedad, ya que si no, no se produciría una contracción excéntrica y se relajarían los músculos del brazo. Para hacer una resistencia para que el brazo no caiga a la velocidad de la fuerza de gravedad el músculo se extiende contrayéndose en forma excéntrica. Por lo que podemos decir, que cuando los puntos de inserción de un músculo se alargan, se produce una contracción excéntrica.

El ejercicio con sobrecarga excéntrica, aparte de producir mejoras en la reorganización de las fibras musculares, produce un reforzamiento de los tendones. Algunos autores, como Esparza F., Barrera F., Pardo A., Abellán JF., Fernández T., González LM (2011) ya encontraron mejoras en la recuperación de tendinopatías aquileas y rotulianas con el uso de sobrecargas excéntricas.

En este trabajo intentamos ver el trabajo de la polea cónica isoinercial y su funcionalidad en el trabajo de distintos ejercicios y la sobrecarga excéntrica que se realiza con ella.

Los beneficios que observamos a nivel estructural dentro de una recuperación deportiva son: la prevención de lesiones, el aumento de fuerza muscular, el aumento de la elasticidad, la mejora de la propiocepción y la síntesis de colágeno.

A nivel funcional, su entrenamiento, obtiene beneficios como:

1. Aumenta la fuerza muscular y la velocidad articular.
2. Aumenta la elasticidad de los tejidos. Tanto muscular, como sobre todo conectivo. Crea sarcómeros en serie (facilita el alargamiento muscular).
3. Mejora el reclutamiento (capacidad de las fibras musculares de contraerse).
4. Aumento de síntesis del colágeno en el tejido conectivo lo que permite un mejor funcionamiento del tendón.
5. Mejora la capacidad propioceptiva (estabilidad).
6. Control neuromuscular más ajustado.
7. Disminuye el riesgo de lesiones musculares y tendinosas.
8. Mejora la respuesta de la contracción concéntrica.

1.1 ¿Qué es la polea cónica isoinericial? ¿Para qué se suele utilizar?

La polea cónica es un dispositivo el cual utiliza la tecnología inercial, combinando velocidad, potencia y movilidad multiplanar, permitiendo realizar entrenamiento tanto analítico como funcional, en cualquier dirección. En la polea cónica, **la resistencia es ilimitada y adaptada al usuario**. La fuerza necesaria para manipular la velocidad del ejercicio no depende del peso, sino de la inercia generada por quien la utiliza.



Figura 1. Polea cónica isoinericial

Su funcionamiento se encuentra guiado y regulado desde la base mediante el control de la inercia, a la hora de añadir más o menos peso. A través de una soga en cuyo extremo se fija un mango, cinturón, tobillera o cualquier otro agarre, el usuario acelera y desacelera un volante de inercia, utilizando su fuerza muscular. El dispositivo almacena la energía producida durante la acción concéntrica que luego será resistida en la acción excéntrica posterior. A medida que el esfuerzo y la fuerza aplicada por el usuario aumentan, mayor es la energía almacenada en la aceleración y por lo tanto resistida en la desaceleración.

En los dispositivos inerciales, la cantidad de fuerza o energía que se puede producir es ilimitada, y depende exclusivamente de la potencia máxima y del esfuerzo de quien la utilice.

La polea cónica es un dispositivo ideal para su utilización tanto en Rehabilitación y Prevención de lesiones en adultos y mayores, como para el desarrollo de programas intensivos de entrenamiento en atletas de alto rendimiento deportivo. También un dispositivo muy eficaz para el entrenamiento funcional, y el gesto técnico deportivo. Su capacidad de trabajo en las 3 dimensiones produce una ventaja en la variabilidad de movimiento asemejando el gesto deportivo.

1.2 ¿Qué factores condicionan la INTENSIDAD del trabajo en la Versa Pulley (VP)?

En su ejecución hay que tener en cuenta diferentes factores como la Inercia (cantidad de carga añadida), la altura de enrollado y la velocidad imprimida por el deportista. Todas estas variables condicionan la velocidad de enrollado de la cuerda.

Cuando hablamos de inercia hacemos referencia a los bloques que podemos poner o quitar en la base de la polea cónica, esto provoca que la aceleración o desaceleración sea mayor o menor.

Pero también podemos hacer referencia a la altura de enrollado y es cuando nos referimos a las 4 alturas que tiene la salida de la cuerda, es decir si se enrolla desde el pico hacia la base o de la base hacia el pico, pasando así por 4 alturas distintas.

Tras esta exposición nuestro objetivo de trabajo fue conocer las modificaciones que se producen en las variables de pico potencia (concéntrica y excéntrica) así como el ratio de sobrecarga excéntrica por la variación de la altura de enrollado/recogida durante el gesto REMO PIE en la VP

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN (METODOLOGÍA)

Se han utilizado las bases de datos Google y PubMed, utilizando los siguientes criterios de búsqueda:

- Palabras clave:
 - Versapulley
 - Trabajo excéntrico

Durante la búsqueda observamos que sobre el tema del cono isoinercial o polea cónica hay poca información. Algunos de los artículos, por no decir la mayoría, se basan en el flywheel de la cual se ha estudiado mucho más.

Por ello hemos decidimos realizar un trabajo de intervención, tras analizar los pocos artículos y poder analizar y ver cómo, en este caso, afecta la posición del enrollado de cuerda (la altura) en la fuerza y ejecución del gesto técnico del remo pie.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Tabla 1. Análisis de artículos.

ARTÍCULO	MUESTRA	MÉTODO	RESULTADO
Tous-Fajardo J et al. 2015	2 equipos 24 sujetos (12 en cada)	12 EVT (entrenamiento sobrecarga excéntrico en isoinercial) 12 CONV (entrenamiento en vibración) 11 semanas de estudio	+ Rendimiento en el grupo EVT Gran relación ($r = -0,55$) entre el aumento en la potencia media de salto. El tiempo de corte (V) se ve reducido
Núñez FJ et al. 2016	18 jugadores de rugby	1 grupo Mismos ejercicios de VP y FW. 2 Sesiones con descansos de 72h)	+ Fuerza Concéntrica Máxima -> FW + Fuerza Excéntrica Máxima -> VP
Gonzalo-Skok O et al. 2016	48 sujetos (aficionados y semiprofesionales) - 2 grupos	CBV (bilateral-vertical) n=24 VUMD (unilateral-multidireccional) n=24 Después de 6 semanas de la pretemporada Después de 8 semanas de la competición.	Mejoras en los dos grupos pero mejores adaptaciones en pruebas combinadas Grupo VUMD y todo lo contrario en el Grupo CBV en sprint lineal y salto vertical.

4. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS REVISADOS

Según (Tous-Fajardo J et al. 2015) aclaró que el entrenamiento con la VP no solo le dio resultados óptimos en el gesto técnico que media, en este caso el squat, sino que también obtuvo resultados buenos en velocidad lineal y el salto reactivo, en acciones específicas de dicha modalidad estudiada, el fútbol.

Otro estudio analizado fue el de Núñez y col (2016) estudiaron una muestra de 18 sujetos formando un grupo que analizan los niveles máximos de fuerza en excéntrico y concéntrico

mediante peso libre y VP en el gesto de tirón alto. El estudio nos determina que la máxima fuerza concéntrica es obtenida en los ejercicios de FW, mientras que la máxima fuerza en excéntrica se obtiene en ejercicios con la VP.

Como no hemos encontrado ningún artículo específico sobre las ventajas del cono isoinercial, ni de sus variantes en cuanto a las distintas posibilidades de modificación que tiene, hemos decidido realizar una intervención en la cual medimos como afecta la altura de enrollado de la cuerda del cono isoinercial al gesto técnico del remo pie.

5. PROCEDIMIENTO DE INTERVENCIÓN:

En este punto explicaremos el procedimiento sobre nuestro TFG, ya que como hemos descrito anteriormente no se hayan muchos artículos por no decir ninguno que se centre en explicar concretamente el tema y análisis del cono isoinercial y la influencia de la altura de recogida de la cuerda.



Figura 2. Remo pie en la VP

La muestra para el estudio fue de 9 hombres (edad = $22,66 \pm 2,06$ años; altura = $1,69 \pm 0,05$ m; masa = $75 \pm 10,30$ kg), todos ellos físicamente activos.

El estudio se realizó una vez por semana, durante cuatro semanas. La intervención se basó en realizar 4 series de 10 repeticiones (descartando las 2 primeras) del gesto técnico de remo pie con un agarre prono en la barra en un dispositivo isoinercial.

Las mediciones siempre se realizan por la mañana para mantener constante el momento del día, pero siempre una vez por semana, empezando la primera semana por la altura nº1 (arriba del todo) e iremos en descenso, la segunda semana se empezará de la cuarta altura (abajo del todo) e iremos en ascenso, la tercera semana será igual que la primera y la última semana de medición, calcará la segunda semana del estudio.

De esta forma se balanceará el orden para evitar el efecto fatiga de realizar los test siempre con la misma secuencia.

Tanto la primera como la segunda repetición de cada conjunto se utilizaron para "tomar velocidad y modular el gesto" y se excluyeron para el análisis de datos. Cada conjunto se realizó con diferentes alturas en el dispositivo inercial, siendo estos 1, 2, 3, y 4 punto de altura. El intervalo de descanso entre series se fijó en 2 minutos ya que es una recuperación casi

completa y se obtiene mejoras para seguir con el gesto, como se reafirma en el estudio de Sabido, Hernández Davó, Botella, Navarro, & Tous-Fajardo, (2017).

Este programa de sesiones de entrenamiento permaneció constante durante las cuatro semanas de prueba. Antes de iniciar el protocolo de entrenamiento, se realizó un calentamiento estandarizado de 5 minutos incluyendo carrera continua, movilidad de las articulaciones y estiramiento dinámico, así como un conjunto submáximo de 8 repeticiones del ejercicio de remo pie.

Con el fin de estandarizar el recorrido se fijó que el agarre debía llegar al pecho en la última fase del tirón. Para favorecer la impulsión de los participantes y evitar desequilibrios durante la ejecución una base rígida fue colocada para apoyar el pie delantero de los participantes. La pierna que se colocaba en la base era seleccionada por los participantes para realizar el movimiento de la manera más cómoda.

Los participantes fueron instruidos para realizar la fase concéntrica lo más rápido posible y para realizar la fase de frenado en el último tercio de la fase excéntrica. Se les dio un fuerte estímulo verbal a los participantes durante todas las sesiones de prueba. Durante cada repetición, tanto la potencia concéntrica como la excéntrica se registraron mediante un receptor óptico (SmartCoach, Europe AB, Stockholm, Suecia) acoplado al dispositivo isoinercial.

Las variables extraídas para el análisis de los datos fueron: potencia pico concéntrica y excéntrica, así como la sobrecarga excéntrica (es decir, potencia excéntrica máxima / potencia concéntrica máxima).

6. REFERENCIAS:

1. 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. *Int J Sports Physiol Perform*, 11, 66-73.
2. de Hoyo, M., Pozzo, M., Sanudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Dominguez-Cobo, S., Moran-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. *Int J Sports Physiol Perform*, 10, 46-52.
3. Núñez, F.J., Suarez-Arrones, L.J., Cater, P., Mendez-Villanueva. (2016). The High Pull Exercise: A Comparison Between a Versapulley Flywheel Device and the Free Weight . *A International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-21
4. Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., Moras, G. & Mendez-Villanueva, A. (2016). Eccentric Overload Training in Team-Sports Functional Performance: Constant Bilateral Vertical vs. Variable Unilateral Multidirectional Movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-23.
5. Sabido, R., Hernández Davó, H., Botella, J., Navarro, A., & Tous-Fajardo, J. (2017). Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 530-538
6. Esparza, F., Barrera, F., Pardo, A., Abellán, J.F., Fernández, T., González, LM. (2011) Prevención de la tendinopatía rotuliana con ejercicios excéntricos en deportistas. *Trauma Fund MAPFRE*, 22, 4, 241-247