

Trabajo de fin de grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

**INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO CON RESISTENCIAS  
VARIABLES EN PARÁMETROS DE FUERZA  
REVISIÓN SISTEMÁTICA**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Autor:**

***Daniel Cerdán Guzmán***

**Tutor:**

***Rafael Sabido Solana***

Universidad Miguel Hernández

Curso académico 2021-2022

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	2
MÉTODO .....	3
RESULTADOS METODOLÓGICOS .....	4
RM .....	4
LBM .....	5
POWER .....	5
CMJ .....	5
Velocidad .....	5
RESULTADOS .....	6
DISCUSIÓN .....	7
PROPUESTA DE INTERVENCIÓN .....	9
REFERENCIAS .....	11



## INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de fuerza tiene grandes beneficios, no sólo en el ámbito deportivo, si no en la salud en general, a nivel metabólico, funcional y cognitivo. Estas mejoras vienen, por ejemplo, del aumento en la tasa metabólica, el aumento de la masa magra y reducción de la masa grasa, aumento de la lipoproteína HDL y descenso de la LDL entre otras muchas (Wayne, 2012), comparado con una persona que no realice este tipo de actividad. Por otro lado, el nivel de fuerza alcanzada por una persona nos aporta datos relevantes sobre su estado. De hecho, parece que tener altos niveles de fuerza reduce el riesgo de mortalidad (García-Hermoso et al. 2018). Estos beneficios hacen del entrenamiento de fuerza una herramienta muy interesante para mejorar la salud de la población en general. En el ámbito deportivo, el entrenamiento de fuerza tiene relación con el rendimiento y en diferentes estudios se puede ver que los atletas con más fuerza superaban en rendimiento, CMJ y sprint a sus homólogos más débiles, además de tener una tasa menor de lesiones (Suchomel, 2016), siendo, por tanto, una gran variable a tener en cuenta, ya que, a diferencia de otras como la genética, la fuerza es modificable mediante entrenamiento.

Convencionalmente, el entrenamiento de fuerza se ha realizado con cargas constantes, ya fuera peso libre, máquinas o autocargas, la carga externa se mantenía constante durante todas las fases del movimiento. Este formato de carga ha sido ampliamente estudiado, especialmente, con población no entrenada, ya que las respuestas en fuerza o hipertrofia de sujetos no entrenados es diferente a la de sujetos entrenados (Peterson, 2005). Esto sugiere que los sujetos entrenados podrían verse beneficiados de un estímulo mayor, puesto que su techo de adaptación está más cerca, y por ello, surgieron metodologías de entrenamiento menos convencionales, por ejemplo, las series rest-pause, que dieron una mayor respuesta en hipertrofia y resistencia muscular (Prestes et al, 2019), las super-series, usadas normalmente para aumentar el volumen de entrenamiento, entre otras muchas metodologías que rodean al mundo del entrenamiento de fuerza. Con la intención de incrementar las ganancias de masa muscular o de fuerza, se han propuesto variaciones en las cargas para aumentar el estrés que supone el entrenamiento de fuerza. El entrenamiento con resistencias variables o VRT, que se usa en contexto de entrenamiento para fuerza máxima, consiste en trasladar parte de la carga externa de un ejercicio de peso libre a elementos que varían su carga a lo largo de las fases concéntrica o excéntrica, en este caso cadenas o bandas elásticas, de tal manera que ofrezca mayor resistencia a medida que se realiza la fase concéntrica, especialmente en las fases finales de un movimiento. La carga que se prescribe en el elemento elástico o la cadena suele ser variable, aunque muchos estudios utilizan entre un 15-20% de la carga total, encontrando efectos positivos frente al entrenamiento tradicional con cargas constantes, especialmente a nivel neuromuscular (Wallace et al 2018) y en movimientos no balísticos con una curva de fuerza ascendente.

La mayoría de trabajos acerca del VRT se centran en conocer respuestas agudas, intentando determinar los cambios que se producen con este tipo de cargas. Por ejemplo, se ha estudiado si existe una mayor activación muscular durante el ejercicio, con resultados positivos en trabajos como el de Cronin et al. (2003) y sin diferencias en el de Ebben y Jessen (2002). También se pudieron ver beneficios en el RFD y la potencia en el estudio de Galpin et al (2015), mientras que Wallace et al. (2006) no encontró esos mismos resultados con cargas bajas (60% 1RM), pero

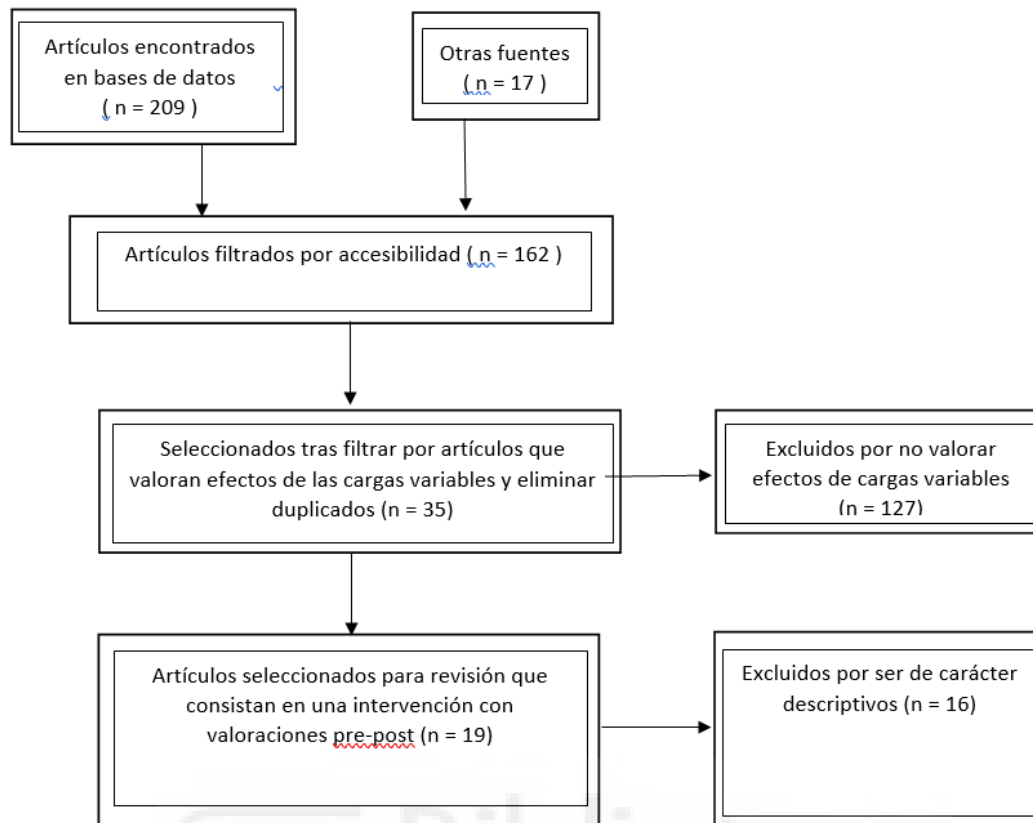
sí con cargas superiores (85% 1RM). Por otro lado, la velocidad se exploró en la mayoría de intervenciones, algunos de ellos con resultados positivos, como en el trabajo de Newton et al. (2002) o el de Baker and Newton (2009), y otros sin diferencias, como es el caso de Coker et al. (2006). Incluso hubo un trabajo que encontró un incremento agudo en el 1RM de sentadilla tras realizar varias series con una estrategia VRT (Mina et al, 2014). En otros artículos, como el de Israetel et al (2010), se podía ver diferencias positivas en la activación del vasto lateral en la primera parte del movimiento cuando usaban bandas elásticas. También existen unos pocos artículos que exploran los movimientos olímpicos, en los cuales no encuentran diferencias ni en velocidad ni en fuerza (Coker et al, 2006. Berning et al, 2008). Saeterbakken et al (2016) también afirmó que el “sticking point” del ejercicio de sentadilla no se modificaba con el uso de bandas elásticas, pero que provocaba una resistencia mayor una vez se superaba este punto, modificando también el pico de velocidad máxima, que fue superior con la adición de las bandas, estos resultados podían explicarse por un estado de potenciación o por un mayor almacenamiento de energía elástica en la parte baja del movimiento.

El objetivo del presente trabajo de fin de grado es realizar una revisión acerca de toda la información existente en la actualidad sobre esta metodología y conocer los efectos del VRT en programaciones con el objetivo de incrementar la fuerza máxima, potencia o modificar la composición corporal en comparación con un modelo tradicional de cargas constantes y cuál parece ser la metodología más efectiva y los porcentajes de carga que se deberían usar.

## MÉTODO

Para realizar esta revisión, se establecieron ciertos criterios de inclusión. En primer lugar, los artículos seleccionados debían tener accesibilidad para poder trabajar con ellos, también debían tratar el tema del entrenamiento con cargas variables o VRT e que incluir una intervención, de tal manera que comparara el efecto del entrenamiento con resistencia variable y con cargas libres, o que valorara el efecto de dos modalidades de VRT distintas (bandas elásticas y cadenas). Por último, esta revisión trata de explorar los efectos a largo plazo producidos por el entrenamiento con resistencias variables, con lo cual, la duración de las intervenciones debían ser mayores a 4 semanas.

Se usaron las bases de datos Pubmed y Sportdiscus, además de otras fuentes como journals.lww.com. En la búsqueda principal en Pubmed, se utilizaron las palabras clave “Variable resistance training”, “elastic bands”, “resistance training”, “exercise”, “Bands”, “strength”, tras la búsqueda principal se arrojaron 120 resultados, y al filtrar por disponibilidad, quedaron 58, de los cuales 13 fueron seleccionados. En Sportdiscuss, se aplicaron las palabras clave “Variable resistance training” y “Exercise or Physical activity”, consiguiendo 53 resultados, de los cuales 3 fueron seleccionados. Se hizo una búsqueda posterior en journals.lww.com con las palabras “Variable resistance training”, con 36 resultados, de los cuales 18 fueron seleccionados. Finalmente, 17 artículos fueron añadidos de otras fuentes. Tras revisar todos los seleccionados y eliminar los duplicados, quedaron 35 trabajos para revisión, de los cuales, finalmente, se descartaron 16 por no ser intervenciones, y tratarse de artículos de carácter descriptivo o por ser intervenciones que trataran efectos agudos. Como resultado final, 19 artículos cumplieron todos los criterios de inclusión y fueron seleccionados para esta revisión.



## RESULTADOS METODOLÓGICOS

En los distintos trabajos seleccionados para esta revisión, se tratan distintas variables relacionadas con el rendimiento, cada trabajo trata las variables de forma distinta en relación a al diseño de la intervención, aunque todas coinciden en las medidas de la fuerza máxima, hay pocas coincidencias en el resto de variables.

### RM

A la hora de comparar ambas metodologías (VRT y RT), la ganancia de fuerza suele ser una de las más estudiadas, muchos autores utilizan la variable del 1RM como método de evaluación. El ejemplo más claro lo tenemos por ejemplo en el estudio de Andersen et al (2015), donde simplemente comparaban, entre otras variables como la EMG o la altura del CMJ, la mejora en 6RM en los ejercicios de sentadilla y split después de un programa de entrenamiento controlado de 10 semanas, donde un grupo usaba bandas elásticas, y otro peso libre. No obstante esto es solo un ejemplo de diseño, puesto que, en otros trabajos como el de Sawyer et al. (2021) utilizaron un programa mucho más corto, 3 semanas, obteniendo unas diferencias no significativas; y en otro trabajo, en este caso de Joy et al (2016), el programa fue con varios ejercicios, de los cuales, solo en dos se añadieron bandas elásticas, en un programa de 5 semanas. Estos tres ejemplos dan a entender que no existe un protocolo estandarizado para una intervención con VRT, si no que cada estudio diseña su propio protocolo de intervención. Esta disparidad de métodos da lugar a resultados a veces contradictorios y hay que tomar con cautela dichos hallazgos. Teniendo todo lo anterior en cuenta, son varios los trabajos que encuentran una mejora en el RM, más cuando mayor es el periodo de intervención, destaca entre estos el

estudio de Kashiani et al (2020) que además de comparar entre VRT o RT, también compara el uso de bandas elásticas y cadenas como componente variable.

### **LBM**

Entre los artículos incluidos en esta revisión, hay cinco que recogen el cambio de masa magra (Lean body mass), antes y después de su intervención, el método utilizado para estimar esta variable cambia entre estudios. Shoepe et al (2011), utiliza pliegues cutáneos y la ecuación de Siri (Siri, 1956), por otro lado, el estudio de Joy de 2016 utiliza DXA (Lunar Prodigy dual X-ray), Anderson (2008), también usó los pliegues cutáneos y un plicómetro como instrumento de evaluación, con su fórmula general para siete pliegues, por último, Walker, en sus dos estudios (2012 y 2014), también utilizó un DXA para sus evaluaciones. Esto nos deja finalmente con dos estudios que utilizaban antropometría y otros tres que utilizaron DXA como método de evaluación de la composición corporal. Otra variable a tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados de estos estudios es el tiempo de intervención, diferente en cada estudio, y que puede ser un factor determinante cuando se habla de un cambio en la composición corporal.

### **POWER**

Las medidas relacionadas con la potencia, en este caso, se agrupan en RPD, Average power y Peak power, con unos pocos trabajos que exploran esas dimensiones. A pesar de ser pocos los trabajos que indagan en la potencia, sí que aportan bastantes datos al respecto. En el trabajo de Joy, las medidas de potencia se evaluaban de varias maneras, por un lado, la altura del salto vertical, que se medía con una plataforma de fuerza, y por otro lado, la potencia en un 3RM en el ejercicio clean, el peak power se calculaba con la fuerza de reacción del suelo y el pico de velocidad durante la el salto desde la plataforma. En el caso de Ghigliarelli et al (2009), su sistema de evaluación constaba, por una parte, de una repetición máxima para el RM de press banca, y por otro lado, una prueba de 5 repeticiones a velocidad máxima del mismo ejercicio, estas dos pruebas se realizaban en días diferentes. En el caso de este último ejercicio, se daban indicaciones concretas de cómo debía ser el ejercicio en su fase concéntrica y excéntrica y se realizaban 2 series del mismo. Otro de los estudios, en este caso de Shoepe, usaba un método distinto y calculaba la potencia media, en este caso con una máquina isocinética y centrado en el cuádriceps. Por último, Anderson también medía la potencia mediante un CMJ con una plataforma Vertec. Se aprecia pues, que el sistema de evaluación cambia de nuevo según el diseño de la intervención, también tenemos otra serie de estudios que utilizan el CMJ como instrumento para obtener datos de potencia, incluidos a continuación.

### **CMJ**

Además de los trabajos mencionados anteriormente, cabe destacar que otros también usaron el CMJ como instrumento de medida, Archer (2016), usó el salto con contramovimiento en plataforma, además del RM de sentadilla, algo que también se repitió con el estudio de Rhea (2009), de Sawyer (2021) y con los de Andersen (aunque en este caso en 2015 usó el CMJ en tres ángulos distintos y en 2018 el CMJ y el CMJ con brazos libres). En cualquier caso, todos los estudios que incluían esta variable tenían bastante en común en su diseño en cuanto a evaluación, y todas incluían una medida de fuerza máxima con el ejercicio de sentadilla.

### **Velocidad**

Por último, hay tres trabajos que incluyen medidas referentes a la velocidad, por ejemplo, Andersen en su estudio de 2018 añade la velocidad de lanzamiento como una variable importante en su intervención, aunque hay que destacar que esta era sobre jugadoras de balonmano y realizaban ejercicios específicos de lanzamiento con las bandas elásticas. García López (2016), por su parte, incluyó una serie de press banca al fallo volitivo, con un 85% del RM,

dónde registraba la velocidad media y la aceleración, esta vez para jugadores de rugby. Raviere (2017) también registró la velocidad media del press de banca, en días posteriores de la evaluación del RM, esta vez la velocidad fue recogida al 45, 65, 75 y 85 de 1RM, en dos ocasiones y quedándose con el dato más alto, en este caso los sujetos también fueron jugadores de rugby.

De los 19 estudios que entraron en esta revisión, 3 de ellos no arrojaban datos estadísticos, si no que simplemente interpretaban resultados. 13 de los estudios comparaban el RM tras un periodo de entrenamiento VRT (con elásticos o cadenas) contra el peso libre convencional, todos con ejercicios de press banca, sentadilla o peso muerto. 4 de ellos también comparaban el salto contramovimiento después de un periodo de entrenamiento en VRT o peso libre. 5 de los trabajos también compararon el resultado en potencia (pico de potencia o potencia media) como resultado del entrenamiento. En cuanto a duración de las intervenciones, 7 de los trabajos utilizaron más de 10 semanas de entrenamiento, 10 de ellos oscilaron entre 4 y 9 semanas de intervención y otros 2 realizaron intervenciones de menos de 4 semanas. En los trabajos que arrojaban datos estadísticos, 3 de ellos no especificaron la carga destinada al elemento variable, 1 de ellos usó una carga menor al 15%, 7 de ellos se movieron en una horquilla de 15-30% y 4 de ellos usaron una carga mayor al 30% en el elemento variable. Finalmente, la muestra se dividió en 4 estudios que intervinieron en mujeres, de los cuales 2 centraron la intervención en jugadoras de balonmano y atletas; 14 de los trabajos intervinieron en hombres, de los cuales 7 intervenían en deportistas de deportes colectivos, y 1 de los trabajos intervino con hombres y mujeres indistintamente.

## RESULTADOS

Los datos estadísticos de RM, CMJ y potencia se normalizaron en porcentaje de cambio y se estableció la media de cambio de cada grupo.

Los resultados de la revisión en cuanto a fuerza máxima se dividieron en 3 grupos, el grupo de peso libre (FW), el grupo VRT con cadenas (VRT C) y el grupo VRT con elásticos (VRT E), con el fin de, no solo establecer cuánto cambio hay de un método a otro, si no cuál de ambas metodologías de VRT es más beneficiosa. Finalmente los grupos dieron un porcentaje de cambio del 11,99% para el grupo FW, 13,75% para el grupo VRT C, y 17,7% para el grupo VRT E. Teniendo en cuenta estos resultados, podemos ver que entre cadenas y elásticos, hay un mayor porcentaje en cuanto a estos último, por otro lado, comparando con el grupo FW, las cadenas ofrecen un 1,76% más de cambio y los elásticos un 5,71% más de cambio en el RM. En CMJ, se compararon VRT (todos usaban bandas elásticas) y FW, el grupo VRT obtuvo un porcentaje medio de cambio de un 8,88%, mientras que el grupo FW obtuvo un 8,5% de cambio. Finalmente, se comparó del mismo modo el grupo VRT (solo uno de los trabajos usaba cadenas) y FW, el grupo VRT obtuvo un porcentaje de cambio medio de 8,8% (9,5% si eliminamos los resultados del único grupo que entrenaba con cadenas) y un 4,5% para el grupo FW.

Kashiani, además de mejoras en la fuerza máxima, también encuentra que el uso de bandas elástica parece ser ligeramente más eficaz que el de cadenas para la mejora de estas variables. Otros trabajos, como el de Ghigiarelli, también comparando cadenas y bandas elásticas no encuentra estas diferencias, tal vez por un diseño más corto del programa de entrenamiento, coincidiendo también con los resultados de Jones (2014), que exploraba un caso similar. Por ello se establece la recomendación de, al menos, 10 semanas de intervención y dos días de entrenamiento.

RM: Estudios como el de Joy (2016) encontró mejoras en el RM de sentadilla, press de banca y peso muerto, así como el clean y la masa magra. Anderson (2008) también encontró un cambio en la fuerza máxima en los ejercicios de press de banca y sentadilla a favor del grupo que usaba bandas elásticas, así como una mejora de potencia media, sin embargo, no encontró diferencias en los grupos en cuanto a masa magra. En contraste, Andersen (2015) no encontró mejoras en cuanto a fuerza entre grupos, aunque una posible explicación fue la falta de adaptación de los sujetos a ejercicios con profundidad, estando adaptados solo a media sentadilla. En la intervención de Raviere (2017), aunque encontró pequeños cambios en la velocidad media del movimiento, que se iban incrementando en el caso del VRT a medida que la carga aumentaba, no observó el mismo efecto en RM, aún así, el ES era mayor en el VRT. Walker (2012), en su estudio, encontró que, aunque el 1RM cambiaba de manera similar en ambos grupos, el número de repeticiones hasta la fatiga (75%RM) incrementaba más en el grupo que entrenó con resistencia variable, este mismo autor, en 2014, encontró cambios mayores en un grupo de VRT en cuanto a la producción de fuerza concéntrica bilateral y, de nuevo, mayores cambios en el número de repeticiones hasta la fatiga en los extensores de rodilla. Shoepe (2011), que encontró una diferencia significativa entre grupos en el 1RM de sentadilla, pero marginal en el caso del press de banca. Por su parte, Burnham (2010), también encontró una diferencia significativa en el grupo de VRT en 1RM de press de banca, aunque en este caso usaban cadenas. Bellar (2011) también encuentra resultados significativos en el 1RM de press de banca. Rhea (2009) comparó dos métodos de entrenamiento tradicional y VRT, dando mayores cambios en la potencia este último, aunque cambios similares en fuerza. Y por otro lado Sawyer (2021), Arazi (2020), Archer(2016), y Mc Curdy (2009) no encontraron diferencias significativas en las medidas de fuerza máxima.

En las medidas de potencia, Joy (2016) encontró un cambio en la RPD a favor del VRT, además parece especular y parece especular que la adición de las bandas puede aumentar la velocidad a la que se desarrolla la potencia durante una contracción. Andersen (2018), realizó entrenamientos enfocados a la explosividad con bandas elásticas en jugadoras de balonmano, encontró mejoras en las variables de potencia tanto en sentadilla y press de banca con distintas cargas, aunque el diseño de su estudio fue muy distinto en este caso. Raviere (2017), encontró que el grupo experimental tenía cambios de pequeños a moderados, y el grupo tradicional, solo cambios triviales. Por otro lado Ghigiarelli encontró cambios positivos a favor del VRT con bandas elásticas, pero no con cadenas. Anderson (2008) obtuvo también cambios positivos a favor del VRT Y por último Shoepe (2011) encontró diferencias en la potencia media isocinética.

Finalmente, en los 4 estudios que exploraban medidas de CMJ, aunque Rhea (2009), encontró un gran cambio a favor del VRT, Andersen (2015), Archer (2016) y Sawyer (2021) no compartieron esos resultados, obteniendo, por tanto, cambios similares en ambos grupos.

## **DISCUSIÓN**

Normalmente, los trabajos que tratan este tipo de entrenamiento tienen varios puntos en común. Primero, se aplican a ejercicios como el press de banca, la sentadilla o el peso muerto, donde la adición de la carga variable se realiza directamente en la barra, puesto que el recorrido va a ser vertical, además, el modo de colocación suele ser homogéneo en la mayoría de artículos. Por otro lado, existen muchas diferencias a tener en cuenta, por ejemplo, si el método de VRT es cadenas o bandas elásticas, o el porcentaje de carga trasladada al elemento variable y cómo se mide, puesto que hay algunos trabajos que, directamente, no especifican



esta variable, el tiempo de intervención parece no estar claro, habiendo estudios de muy larga duración, y otros de duración mucho más breve.

El entrenamiento con VRT parece requerir mayores demandas neuromusculares, que promueven una adaptación positiva a la fuerza y el RPD (Joy, 2006), también, parece que la barra decelera menos a medida que el ejercicio avanza (Anderson, 2008). Se especula que podría tener efectos positivos en la velocidad a la que se desarrollan las contracciones en las acciones de potencia (Shoepe, 2011). También parece que el uso de bandas elásticas aumentan el reclutamiento de fibras tipo II en su la fase excéntrica que llevarían a una mayor adaptación en cuanto a fuerza, aunque también influye que la resistencia adicional que proporciona la banda elástica puede aumentar el almacenamiento de energía elástica durante dicha fase, haciendo que se produzca una liberación superior de energía cinética en la fase concéntrica (Cronin 2003, Hostler, 2001). este aumento del ciclo estiramiento-acortamiento puede permitir un mayor estímulo a largo plazo, posibilitando mejores adaptaciones (Raviere, 2017). En cuanto a cargas, parece ser que las cargas más altas producen mayores adaptaciones de fuerza máxima, concretamente, en el estudio de Raviere se utilizaron cargas entre el 70-92% 1RM, que además ayudaron a mejorar la expresión de velocidad y potencia en cargas del 65-85% 1RM, aunque con poca influencia en cargas más bajas. A tenor de los resultados vistos en esta revisión en relación al RM, parece ser que el uso del VRT en forma de elásticos tendría una mejora en cuanto a los movimientos básicos, que en disciplinas de fuerza podrían ser determinantes, con lo cual su implementación parece ser una buena opción.

Aunque, ahondando en los artículos también existen caso en los que un grupo no mejora respecto al otro en un ejercicio en concreto, esto podría deberse a que las adaptaciones del VRT son específicas de la tarea en que se aplican, puesto que el cuerpo puede verse en una situación de desventaja mecánica en determinada fase de un ejercicio, por ejemplo en la primera fase de una sentadilla, dónde se produciría la fase de aceleración, a medida que el ejercicio avanza, la desventaja mecánica se reduciría y las bandas elásticas acomodarían la curva de fuerza (Schoenfeld 2010 ), por tanto habría que indagar en cada individuo en el que se quiera aplicar.

La evidencia actual indica que acomodar cerca de un 30% de la carga en forma de banda elástica puede dar mejores resultados, aunque en futuras investigaciones se hace necesario el estudio de resistencias mayores a un 30% (Joy, 2016).

También parece ser que las intervenciones más largas tienen resultados más consistentes, siendo mayores los efectos cuando el periodo de entrenamiento supera las 3 semanas y una dependencia de la dosis que se aplique (Sawyer, 2021).

En la potencia, la media de cambio era superior en los grupos de VRT comparándolos con el grupo que usaba pesos libres, aunque este cambio ya era notable, si se elimina el único resultado del grupo que usaba cadenas, la diferencia entre ambos grupos aumentaba, esto podría indicar que el uso de bandas elásticas si podría ser beneficioso en la mejora la potencia, por una parte, y también deja la posibilidad de investigar si esto pasa de la misma manera con cadenas, puedo que sólo había un estudio que explorara esta variable con el uso de cadenas. Sin embargo, las medias de cambio en CMJ eran muy similares en ambos grupos, y no parece haber una ventaja en el uso del VRT.

A nivel hormonal, parece que el VRT y el FW tienen unas mejoras similares, aunque no hay una diferencia significativa, si que podemos encontrar un cierto efecto en el cortisol en reposo a favor del grupo VRT, aunque la heterogeneidad de los resultados interpersonales del estudio de Arazi (2020) podían ser debido a la variabilidad entre los sujetos.

En estudios como los de Cronin (2003), Anderson (2005), Ghigiarelli (2009) y Bellar (2011) se indica que la banda elástica combinada con pesos libres aumenta la fuerza en mayor medida que los pesos libres por si solos, además Kashiani (2020) estudió la diferencia entre bandas elásticas y cadenas añadidas al peso libre, dando como resultado que las bandas elásticas resultaban más beneficiosas en este ámbito, aunque otros trabajos como el de Ebben (2002) y Ghigiarelli (2009) no comparten los mismos resultados, Kashiani teoriza que la banda elástica produce una contracción isocinética que controla la velocidad durante todo el rango de movimiento, generando diferentes niveles de fuerza en los distintos ángulos, y provocando una mayor mejora en la fuerza (White 2011). En el estudio de Shoepe (2010), se propone una forma de establecer el tonelaje de la carga variable de la banda elástica, con un sistema en el cual se deja caer una pesa hasta que iguale el peso, y establece distintas fórmulas para aplicar en los ejercicios de sentadilla y press de banca.

En cuanto a la ganancia de masa magra, no parece haber resultados concluyentes, en los estudios como el de Walker et al (2012), de 20 semanas, no encuentran diferencias significativas entre grupos, sin embargo, otros más recientes como el de Joy (2016) encuentran un tamaño del efecto mayor en el grupo de VRT, por tanto no parece estar claro si la adición de elementos de resistencia variable suponen una ventaja en cuanto a la hipertrofia, tal vez, el diseño de las investigaciones no se centraba tanto en una ganancia de masa magra como en una de fuerza, y eso pudo limitar los resultados, también es posible que el diseño no tuviera en cuenta otros factores como la existencia de un superávit calórico o el control del descanso, que son importantes en la ganancia de masa muscular, o tal vez, realmente no exista ninguna ventaja en este ámbito o la diferencia del estímulo no era suficiente para establecer una diferencia significativa, futuras investigaciones deberían centrarse en esta característica a la hora de estudiar el VRT. Otra limitación, probablemente, es la selección de ejercicios en la que se usa la resistencia variable, probablemente, la selección de un ejercicio donde la resistencia variable no solo genere tensión en la última parte del movimiento, sino que además añada tensión donde el ejercicio no es capaz de generarla, por ejemplo, en el final de un curl de bíceps en banco scott, donde añadir una resistencia elástica podría aumentar el estímulo que reciben los flexores de codo, y esto podría tener repercusión en la hipertrofia. Futuras investigaciones podrían tomar esa perspectiva a la hora de estudiar los efectos crónicos de VRT.

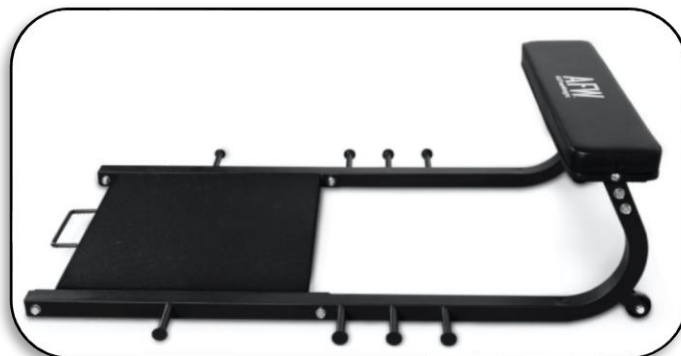
## **PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

La propuesta de intervención del presente trabajo, con los datos que disponemos, es comparar el cambio en cuanto a fuerza máxima, potencia, y masa magra de los extensores de cadera en el ejercicio de Hip trust, puesto que es un ejercicio en los cuales el VRT no está estudiado, además de ser seguro para su implementación.

Para estandarizar el proceso, se utilizaría una plataforma “hip thruster home” de All free weight o similar, que tenga salientes a los lados para colocar bandas elásticas (mini band de latex de 25x5 cm, de la misma marca), de esta manera podríamos asegurar que el ejercicio se realiza siempre en las mismas condiciones, por otro lado, se utilizará una barra olímpica de 220cm de largo y 20kg de peso y discos tipo bumper para asegurar que la barra conserva siempre la misma altura de salida. Y, siguiendo las recomendaciones del estudio de Joy, alrededor de un 30% de la carga se trasladará a la banda elástica.

Para el establecimiento de la carga elástica, tendremos en cuenta que la plataforma hará que la posición final sea la misma para todos los participantes. Teniendo el dato de la altura a la que

llega la barra y la altura inicial donde está anclada la banda elástica, se medirá la resistencia de cada banda elástica a esa longitud mediante una báscula de gancho. Después, una vez conozcamos la carga que debe usar cada participante, se calculará aproximadamente el 30% con el resultado de la báscula x 2 (puesto que usamos una banda elástica por lado), y se colocará la combinación de bandas más favorable, conservando la simetría.



La barra estará colocada a 25cm del suelo, como posición de salida, el movimiento será rectilíneo desde esa posición y cada repetición válida tendrá una fase de contacto de los discos con el suelo y otra de máxima extensión de la cadera. En el caso del VRT se colocarán las bandas elásticas en uno de los salientes de la plataforma y en la barra, quedando en línea recta.

Para evaluar, se usará el RM de manera directa, puesto que el ejercicio parte de una posición segura y no existe riesgo de accidente y tomar medidas también con un encoder lineal, se realizará una evaluación previa y otra posterior al periodo de entrenamiento.

El entrenamiento será de 2 días/semana separados por, al menos, 48 h, coincidiendo con las recomendaciones recogidas en el estudio de Kashiani, en los cuales se trabajará el hip thrust como ejercicio principal, junto con otros dos ejercicios accesorios, la distribución será de 3 series efectivas en hip thrust junto con 4 series de los ejercicios accesorios (2 de cada una), completando un total semanal de 10 series.

El número de repeticiones seguirá una distribución de 10 – 8 – 6 en el ejercicio principal con su respectivo porcentaje sobre el RM (buscar).

La duración total de la intervención, siguiendo las recomendaciones establecidas en los últimos trabajos, debería ser de al menos 10 semanas.

## REFERENCIAS

- Andersen, V., Fimland, M. S., Kolnes, M. K., & Saeterbakken, A. H. (2015). Elastic bands in combination with free weights in strength training: neuromuscular effects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2932-2940.
- Andersen, V., Fimland, M. S., Cumming, K. T., Vraalsen, Ø., & Saeterbakken, A. H. (2018). Explosive resistance training using elastic bands in young female team handball players. *Sports medicine international open*, 2(06), E171-E178.
- Anderson, C. E., Sforzo, G. A., & Sigg, J. A. (2008). The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 567-574.
- Arazi, H., Salek, L., Nikfal, E., Izadi, M., Tufano, J. J., Elliott, B. T., & Brughelli, M. (2020). Comparable endocrine and neuromuscular adaptations to variable vs. constant gravity-dependent resistance training among young women. *Journal of translational medicine*, 18(1), 1-12.
- Archer, D. C., Brown, L. E., Coburn, J. W., Galpin, A. J., Drouet, P. C., Leyva, W. D., ... & Wong, M. A. (2016). Effects of short-term jump squat training with and without chains on strength and power in recreational lifters. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 4(4), 18-24.
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2009). Effect of kinetically altering a repetition via the use of chain resistance on velocity during the bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1941-1946.
- Bellar, D. M., Muller, M. D., Barkley, J. E., Kim, C. H., Ida, K., Ryan, E. J., ... & Glickman, E. L. (2011). The effects of combined elastic-and free-weight tension vs. free-weight tension on one-repetition maximum strength in the bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 459-463.
- Berning, J. M., Coker, C. A., & Briggs, D. (2008). The biomechanical and perceptual influence of chain resistance on the performance of the olympic clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 390-395.
- Burnham, T. R., Ruud, J. D., & McGowan, R. (2010). Bench press training program with attached chains for female volleyball and basketball athletes. *Perceptual and motor skills*, 110(1), 61-68.
- Coker, C. A., Berning, J. M., & Briggs, D. L. (2006). A preliminary investigation of the biomechanical and perceptual influence of chain resistance on the performance of the snatch. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 887.
- Cronin, J., McNAIR, P. E. T. E. R., & MARSHALL, R. (2003). The effects of bungy weight training on muscle function and functional performance. *Journal of sports sciences*, 21(1), 59-71.
- Ebben, W. E., & Jensen, R. L. (2002). Electromyographic and kinetic analysis of traditional, chain, and elastic band squats. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 547-550.
- Galpin, A. J., Malyszek, K. K., Davis, K. A., Record, S. M., Brown, L. E., Coburn, J. W., ... & Manolovitz, A. D. (2015). Acute effects of elastic bands on kinetic characteristics during the deadlift at moderate and heavy loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(12), 3271-3278.
- García-Hermoso, A., Cavero-Redondo, I., Ramírez-Vélez, R., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Lee, D. C., & Martínez-Vizcaíno, V. (2018). Muscular strength as a predictor of all-cause mortality in an apparently healthy population: a systematic review and meta-analysis of data from approximately 2 million men and women. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 99(10), 2100-2113.

- García-López, D., Hernández-Sánchez, S., Martín, E., Marín, P. J., Zarzosa, F., & Herrero, A. J. (2016). Free-weight augmentation with elastic bands improves bench press kinematics in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2493-2499.
- Ghigiarelli, J. J., Nagle, E. F., Gross, F. L., Robertson, R. J., Irrgang, J. J., & Myslinski, T. (2009). The effects of a 7-week heavy elastic band and weight chain program on upper-body strength and upper-body power in a sample of division 1-AA football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 756-764.
- Hostler, D., Schwirian, C. I., Campos, G., Toma, K., Crill, M. T., Hagerman, G. R., ... & Staron, R. S. (2001). Skeletal muscle adaptations in elastic resistance-trained young men and women. *European journal of applied physiology*, 86(2), 112-118.
- Israetel, M. A., McBride, J. M., Nuzzo, J. L., Skinner, J. W., & Dayne, A. M. (2010). Kinetic and kinematic differences between squats performed with and without elastic bands. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 190-194.
- Jones, M. T. (2014). Effect of compensatory acceleration training in combination with accommodating resistance on upper body strength in collegiate athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 183.
- Joy, J. M., Lowery, R. P., Oliveira de Souza, E., & Wilson, J. M. (2016). Elastic bands as a component of periodized resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 30(8), 2100-2106.
- Kashiani, A. B., Soh, K. G., Soh, K. L., Ong, S. L., & Kittichottipanich, B. (2020). Comparison between two methods of variable resistance training on body composition, muscular strength and functional capacity among untrained males. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 9(1), 45-66.
- Kashiani, A. B., Soh, K. G., Soh, K. L., Ong, S. L., & Kittichottipanich, B. (2020). Effects of 12 weeks combined weight and chain versus combined weight and elastic band variable resistance training on upper and lower body muscular strength and endurance among untrained males in Iran. *Malaysian Journal of Movement, Health & Exercise*, 9(1), 121.
- McCurdy, K., Langford, G., Ernest, J., Jenkerson, D., & Doscher, M. (2009). Comparison of chain- and plate-loaded bench press training on strength, joint pain, and muscle soreness in Division II baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 187-195.
- Mina, M. A., Blazeovich, A. J., Giakas, G., & Kay, A. D. (2014). Influence of variable resistance loading on subsequent free weight maximal back squat performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2988-2995.
- Newton, R. U., Robertson, M., Dugan, E., Hanson, C., Cecil, J., Gerber, A., ... & Schwier, L. (2002). Heavy elastic bands alter force, velocity, and power output during back squat lift. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16, 1-18.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2005). Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 950-958.
- Prestes, J., Tibana, R. A., de Araujo Sousa, E., da Cunha Nascimento, D., de Oliveira Rocha, P., Camarço, N. F., ... & Willardson, J. M. (2019). Strength and muscular adaptations after 6 weeks of rest-pause vs. traditional multiple-sets resistance training in trained subjects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, S113-S121.
- Rivière, M., Loutit, L., Strokosch, A., & Seitz, L. B. (2017). Variable resistance training promotes greater strength and power adaptations than traditional resistance training in elite youth rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 947-955.

- Rhea, M. R., Kenn, J. G., & Dermody, B. M. (2009). Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2645-2650.
- Saeterbakken, A. H., Andersen, V., & Van den Tillaar, R. (2016). Comparison of kinematics and muscle activation in free-weight back squat with and without elastic bands. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(4), 945-952.
- Sawyer, J., Higgins, P., Cacolice, P. A., & Doming, T. (2021). Bilateral back squat strength is increased during a 3-week undulating resistance training program with and without variable resistance in DIII collegiate football players. *PeerJ*, 9, e12189.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low-vs. high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3508-3523.
- Schoenfeld, B. J. (2010). Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3497-3506.
- Shoepe, T. C., Ramirez, D. A., & Almstedt, H. C. (2010). Elastic band prediction equations for combined free-weight and elastic band bench presses and squats. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 195-200.
- Shoepe, T. C., Ramirez, D. A., Rovetti, R. J., Kohler, D. R., & Almstedt, H. C. (2011). The effects of 24 weeks of resistance training with simultaneous elastic and free weight loading on muscular performance of novice lifters. *Journal of human kinetics*, 29, 93.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports medicine*, 46(10), 1419-1449.
- Walker, S., Hulmi, J. J., Wernbom, M., Nyman, K., Kraemer, W. J., Ahtiainen, J. P., & Häkkinen, K. (2013). Variable resistance training promotes greater fatigue resistance but not hypertrophy versus constant resistance training. *European journal of applied physiology*, 113(9), 2233-2244.
- Walker, S., Peltonen, H., Sautel, J., Scaramella, C., Kraemer, W. J., Avela, J., & Häkkinen, K. (2014). Neuromuscular adaptations to constant vs. variable resistance training in older men. *International journal of sports medicine*, 35(01), 69-74.
- Wallace, B. J., Bergstrom, H. C., & Butterfield, T. A. (2018). Muscular bases and mechanisms of variable resistance training efficacy. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1177-1188.
- Wallace, B. J., Winchester, J. B., & McGuigan, M. R. (2006). Effects of elastic bands on force and power characteristics during the back squat exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(2), 268-272.
- Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current sports medicine reports*, 11(4), 209-216.