



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**Método avanzado de hipertrofia “Rest-Pause”
y “Cluster”**

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico: 2018 -2019

Alumno: Guillermo López Vizcaíno

Tutor académico: Rafael Sabido

1. Contextualización.....	3
1.1. <i>¿Qué es la hipertrofia muscular?</i>	3
1.2. <i>¿Qué tipos de hipertrofia existen?</i>	3
1.3. <i>¿De qué depende la hipertrofia?.....</i>	3
1.4. <i>¿Cuáles son los mecanismos de la hipertrofia?.....</i>	4
1.5. <i>¿Cuáles son las variables clave del entrenamiento de hipertrofia?.....</i>	6
1.6. <i>¿Cual es la recuperación optima del trabajo de hipertrofia?</i>	7
1.7. <i>¿De qué trata el método Rest-Pause?</i>	7
1.8. <i>¿De qué trata el método de entrenamiento del Cluster?</i>	8
1.9. <i>¿Cuál es nuestro objetivo?</i>	8
2. Metodología.	8
3. Revisión Bibliográfica	9
4. Discusión.....	12
5. Propuesta de intervención.....	13
6. Bibliografía	15
7. Anexos.....	16
7.1. <i>Anexo 1. Excel resumen de los artículos.....</i>	16

1. Contextualización.

El aumento de masa muscular es uno de los objetivos más buscados por los practicantes del entrenamiento de fuerza con fines tanto estéticos como de rendimiento y salud. Pero para comprender los muchos factores relacionados con la maximización de la hipertrofia del músculo esquelético, es esencial tener un conocimiento básico de cómo el cuerpo reacciona y se adapta al estrés del ejercicio. Por lo tanto, vamos a realizar un pequeño repaso de la estructura y la función del sistema muscular.

1.1. ¿Qué es la hipertrofia muscular?

Por definición, *“La hipertrofia muscular es el incremento del volumen del tejido muscular”* (Schoenfeld, 2012).

En sujetos no entrenados, la hipertrofia muscular es casi inexistente durante las primeras etapas del entrenamiento contra resistencia, siendo estas ganancias de fuerza resultantes de las adaptaciones neuronales, es decir, no se da una mejora a nivel estructural, sino a nivel nervioso (Hakkinen,1983), (Narici,1998), influidas por una mejora en el aprendizaje motor, aumentando la activación de los músculos agonistas y la coordinación intra e intermuscular (Rutherford, 1986).

Además, conforme se avanza en el entrenamiento contra resistencia y el sujeto se vuelve más experto, resulta más difícil aumentar la masa muscular, necesitando de entrenamientos más específicos y bien diseñados.

1.2. ¿Qué tipos de hipertrofia existen?

Para empezar, tenemos que diferenciar entre hipertrofia e hiperplasia, resultando esta última en un aumento del **numero** de fibras dentro de un músculo.

Ahora bien, la mayor parte de la hipertrofia inducida post-ejercicio, resulta de un aumento de sarcómeros y miofibrillas en paralelo. Cuando sometemos al músculo esquelético a una sobrecarga, generamos un estímulo, el cual desencadena perturbaciones en las fibras musculares y en su matriz extracelular. Como consecuencia de estas perturbaciones se produce un aumento en el tamaño y las cantidades de las proteínas de actina y miosina, y del número total de sarcómeros en paralelo, esto a su vez, resulta en un aumento del **diámetro** de las fibras musculares y por lo tanto en un aumento de la sección transversal del músculo (Schoenfeld, 2010).

Por otro lado, se ha demostrado que la hipertrofia en serie ocurre cuando el músculo se ve obligado a adaptarse a una nueva longitud funcional, por ejemplo, en una inmovilización de una articulación, donde colocamos una escayola, a nivel muscular se produce un aumento de sarcómeros en serie. Existe cierta evidencia de que ciertos ejercicios pueden influenciar al número de sarcómeros en serie (Lynn y Morgan).

1.3. ¿De qué depende la hipertrofia?

- Células satélite:

El músculo esquelético es un tejido postmitótico, ¿Qué quiere decir esto?, que no presenta una regeneración de sus células durante su vida. Por eso, es muy interesante que de alguna manera se pueda regenerar y reparar las células dañadas por medio del ejercicio, manteniendo así la masa esquelética. Esto viene dado por el equilibrio existente entre la síntesis y la degradación de proteínas musculares, pues la hipertrofia muscular ocurre cuando la síntesis de proteínas es mayor que la degradación.

Aquí entrarían en juego las células satélite, se cree que la hipertrofia viene dada por la proliferación y fusión de éstas a las células dañadas de las miofibrillas, proporcionando las

“herramientas” necesarias para la reparación y el posterior crecimiento del tejido muscular nuevo. Estas células permanecen inactivas hasta que el músculo recibe un estímulo mecánico suficiente, siendo estimuladas, generando células precursoras que se multiplican ayudando en la reparación, en la regeneración y en el crecimiento muscular, aumentando así la capacidad de sintetizar nuevas proteínas contráctiles.

Se ha demostrado que las células satélite son esenciales para este proceso (Brad J. Schoenfeld).

- Hormona de crecimiento (GH)

La hormona de crecimiento se considera una hormona polipeptídica, en otras palabras, una hormona formada por una secuencia de aminoácidos que están vinculados a través de enlaces peptídicos, teniendo ésta propiedades anabólicas y catabólicas.

La GH actúa como un agente de reparto para inducir el metabolismo de las grasas hacia la movilización de los triglicéridos, estimulando la captación celular y la incorporación de aminoácidos en varias proteínas, incluido el músculo.

El aumento de la GH inducido por el ejercicio ha sido correlacionado con una mayor magnitud de hipertrofia en las fibras tipo I y tipo II, pudiendo generar una mejor interacción con los receptores de las células musculares, facilitando la recuperación de la fibra y estimulando una respuesta hipertrófica. Viéndose un mayor aumento de esta hormona durante la noche, en las horas de sueño (Schoenfeld, 2010).

- Testosterona:

La testosterona es una hormona esteroidea derivada del colesterol, teniendo una gran importancia en la hipertrofia muscular. Además de los efectos producidos en las fibras musculares, la testosterona también puede interactuar con los receptores de las neuronas, aumentando así la cantidad de neurotransmisores liberados, y, por consiguiente, aumentar el tamaño del cuerpo celular.

El ejercicio con cargas hace que los efectos de la testosterona se magnifiquen, promoviendo el anabolismo muscular al aumentar la síntesis de proteínas e inhibir la descomposición de éstas. La testosterona también puede contribuir a la activación y proliferación de la GH, estimulando la respuesta anabólica y la acumulación de proteínas.

La acción anabólica de la testosterona es irrefutable, la administración de incrementos de testosterona exógena produce grandes incrementos en la masa muscular, tanto en hombres como en mujeres, independientemente de la edad (Brad. Schoenfeld).

1.4. ¿Cuáles son los mecanismos de la hipertrofia?

Para producir una hipertrofia muscular y aumentar el incremento de proteína muscular que genera el entrenamiento contra resistencia, hay que enumerar tres mecanismos principales:

- Tensión mecánica:

Por definición, la tensión mecánica es *“la fuerza que provoca primariamente la respuesta hipertrófica a un régimen de entrenamiento contra resistencia”* (Fry, 2004), (Goldberg, 1975).

Esta tensión inducida por el entrenamiento se considera esencial para el incremento muscular, siendo aún mas importante la sobrecarga mecánica para este incremento de masa muscular.

Se cree que la tensión inducida del entrenamiento contra resistencia genera unas “perturbaciones” en el músculo esquelético, las cuales causan respuestas moleculares y celulares, activando las células satélites.

Algunas investigaciones parecen demostrar que los mecanosensores son sensibles a la magnitud, al tiempo de carga y al tipo de carga impuesto sobre el tejido muscular, variando

también el tipo de hipertrofia (en serie o en paralelo), según el tipo de músculo que ejerce la acción (Frey, 2009).

Aunque la tensión mecánica puede inducir por sí sola un crecimiento muscular, no es la única responsable de estas ganancias de masa muscular, interviniendo otros factores también importantes durante el proceso de hipertrofia.

- Estrés metabólico:

Como ya hemos comentado en el apartado anterior, la tensión mecánica es uno de los principales factores para promover el crecimiento muscular, pero también existen otros factores que desempeñan un papel importante en la hipertrofia. Uno de estos factores es el estrés metabólico, siendo éste la acumulación de metabolitos inducidos por el ejercicio, en especial el lactato, el fosfato inorgánico y el H⁺ (Suga, 2009), (Tesch, 1986).

El estrés metabólico se maximiza durante el ejercicio, por la elevada producción de energía para responder al esfuerzo realizado. A parte, también se piensa que otros factores intervienen en las adaptaciones hipertróficas a través del estrés metabólico, como pueden ser un mayor reclutamiento de fibras, una alteración en la producción de mioquinas, inflamación celular, la acumulación de tipos de reactivos de oxígeno (ROS), y la producción hormonal sistémica elevada.

Muchas técnicas de entrenamiento son realizadas con el fin de buscar una congestión muscular, aunque ésta ha sido considerada durante algún tiempo una consecuencia del entrenamiento únicamente estética, se ha demostrado que podría contribuir a la respuesta hipertrófica a través de distintas vías (Schoenfeld & Contreras, 2014). Por lo tanto, la capacidad de congestionar el músculo puede ser un indicador de que estamos contribuyendo en la producción de estrés metabólico.

- Daño muscular:

El entrenamiento contra resistencia puede provocar daños localizados en el músculo esquelético, este daño muscular puede ser de mayor o menor intensidad, provocando un daño específico en ciertas partes del tejido muscular o producir grandes desgarros musculares. La severidad del daño muscular inducido por el ejercicio (EIMD, exercise-induced muscle damage), depende en gran medida del tipo de acción muscular, de la intensidad y del tipo de entrenamiento realizado.

La evidencia científica no establece que grado de daño muscular es el óptimo para desarrollar hipertrofia, pero se cree que existe un umbral más allá del cual podría interferir en las ganancias de masa muscular, perjudicando la recuperación y afectando al rendimiento en el entrenamiento (Schoenfeld, 2012).

La EIMD puede contribuir en la acreción de proteínas musculares, ese daño muscular producido en las fibras puede generar una mejor respuesta adaptativa, o al menos, iniciar las vías de señalización que median el anabolismo.

También decir, que el EIMD depende del tipo de contracción realizada (concéntrica, excéntrica o isométrica), siendo la contracción excéntrica la que mayor daño muscular produce, sometiendo al músculo a una sobrecarga, cuando éste se encuentra en una posición de estiramiento. A medida que el sujeto se adapta al ejercicio realizado, el daño muscular es más leve, conociéndose este efecto como el *efecto de repetición del esfuerzo* (McHugh, 2003).

En resumen, estos tres mecanismos de hipertrofia deberían de estar presentes en todos los protocolos contra resistencia, es decir, el entrenamiento debe estar basado en aplicar una tensión mecánica y un estrés metabólico en el músculo a trabajar, para poder así maximizar las

ganancias de masa muscular, siendo el daño muscular consecuencia del correcto manejo de estos dos mecanismos anteriores.

1.5. ¿Cuáles son las variables clave del entrenamiento de hipertrofia?

Los programas de entrenamiento están compuestos por diferentes variables, las cuales tienen que tener relación entre ellas, para asegurar un rendimiento óptimo. Estas variables se denominan *variables del diseño del programa*, que incluyen el volumen, la frecuencia y la intensidad de la carga como variables “principales”, y la selección de ejercicios, el tipo de acción muscular, la duración de los intervalos de descanso, la duración de la repetición, el orden de los ejercicios y el rango de movimiento, como variables “secundarias” del entrenamiento contra resistencia.

En este apartado abordaremos las tres variables principales, como son el volumen, la frecuencia y la intensidad de la carga.

- **Volumen:**

El volumen se refiere a la cantidad de ejercicio realizado durante un periodo de tiempo, pudiendo registrarse en una sesión, en un microciclo, en un mesociclo o en un macrociclo.

Éste se puede medir como el volumen de carga (series x repeticiones x carga), el número total de repeticiones (series x repeticiones) o simplemente contando el número de series realizadas, por acción o grupo muscular (Helms, 2018).

Las investigaciones muestran que es necesario aumentar progresivamente el volumen de la carga, para maximizar así el anabolismo, existiendo un volumen óptimo de carga, es decir, un umbral mínimo para producir mayores mejoras hipertroóficas y un umbral máximo que no produce adaptaciones extra. Con este aumento progresivo de la carga evitaremos el sobreentrenamiento (*overreaching no funcional*), introduciendo periodos de reducción de volumen para facilitar los procesos de recuperación (*overreaching funcional*).



- Entrenamiento efectivo
- "Overreaching funcional" si se gestiona la fatiga. "Overreaching no funcional" en caso contrario
- "Overreaching no funcional" que puede desembocar en sobreentrenamiento si no se interviene a tiempo

- **Frecuencia:**

La frecuencia es la encargada de organizar el volumen y la intensidad, es decir, distribuir los distintos estímulos ofrecidos por estas dos variables a lo largo de una semana de entrenamiento (Schoenfeld, 2010).

Permite organizar el entrenamiento dependiendo del objetivo a alcanzar, dividiendo el estímulo de entrenamiento y la recuperación de éste, evitando sesiones extremadamente demandantes. Pudiendo decidir semanalmente cuantas veces trabajar cualquier grupo muscular, manipulando también el volumen de carga.

Las recomendaciones para una frecuencia optima de entrenamiento de hipertrofia recomiendan que, al menos, se permita un periodo de 48 horas de recuperación entre dos sesiones de ejercicio contra resistencia para un mismo grupo o acción muscular (Schoenfeld, 2010).

- **Intensidad de la carga:**

Éste es uno de los factores mas importantes de la respuesta hipertrófica inducida por el entrenamiento contra resistencia. Denominamos intensidad de la carga al porcentaje de 1RM empleado en cada ejercicio, es decir, la carga total (kg) utilizada para realizar X repeticiones. Pudiendo prescribir la carga de entrenamiento por medio del 1RM estimado en el deportista.

Dependiendo del objetivo trabajaremos a un rango de repeticiones diferentes, variando así la carga de cada grupo muscular.

1.6. ¿Cual es la recuperación optima del trabajo de hipertrofia?

Dentro del tiempo de descanso podemos diferenciar tres categorías en el entrenamiento de fuerza:

- Tiempos cortos de descanso, 30 segundos o menos.
- Tiempos medios de descanso, entre 60 y 90 segundos.
- Tiempos largos de descanso, 3 minutos o más.

El uso de cada una de estas categorías tiene efectos diferentes en la respuesta aguda del entrenamiento contra resistencia, afectando a la respuesta hipertrófica.

Estos descansos se realizan entre series, permitiendo una recuperación de la fuerza muscular para poder seguir haciendo repeticiones en las siguientes series, permitiendo así, realizar un mayor volumen de entrenamiento.

Respecto al aumento de la respuesta hipertrófica, se ha demostrado que los tiempos de descanso medios son los que proporcionan un entorno favorable entre el estrés metabólico y la tensión mecánica. Por lo que deben prescribirse intervalos medios de descanso, de entre 60 a 90 segundos, para maximizar la hipertrofia.

1.7. ¿De qué trata el método Rest-Pause?

El método de Rest-Pause es una técnica de entrenamiento que se ha puesto muy de moda en el entrenamiento contra resistencia, éste consiste en realizar subgrupos de repeticiones al fallo con pequeños descansos entre estos grupos de repeticiones.

Pongamos un ejemplo: queremos realizar una serie de 22 repeticiones a un 12RM, en teoría, con el peso utilizado podríamos hacer 12 repeticiones como máximo, pero aplicando el método Rest-Pause podríamos llegar a esas 22 repeticiones sin problema.

- 22 repeticiones al 12RM, con Rest-Pause: empezamos a hacer repeticiones, y llegamos al fallo muscular en la repetición 12, descansamos entre 10-20 segundos, volvemos a realizar repeticiones realizando esta vez 5 repeticiones y fallamos, volvemos a descansar 10-20 segundos y volvemos a realizar 5 repeticiones al fallo. Hemos realizado las 22 repeticiones con dos mini descansos entre grupos de repeticiones.

Es una técnica de entrenamiento que nos permite llegar más allá del fallo muscular con la misma carga que estamos utilizando, realizando así más repeticiones efectivas dentro de una misma serie. Estas repeticiones efectivas son posibles gracias a los mini descansos realizados en la serie, produciendo una recuperación muscular, restaurando aproximadamente un 50% de ATP y

fosfocreatina, pudiendo reclutar un mayor número de unidades motoras y generando una mayor fatiga de éstas (Marshall, 2011).

1.8. ¿De qué trata el método de entrenamiento del Cluster?

Este método de entrenamiento consiste en hacer descansos entre repeticiones, es decir, establecemos un número de repeticiones sin llegar al fallo muscular, con una carga alta de más del 80% del 1RM y realizamos varias subseries dentro de una misma serie con descansos de entre 10 y 15 segundos entre cada repetición.

Por ejemplo: 1 serie al 85% del 1RM, 1-2 repeticiones, 15 segundos de descanso, 1-2 repeticiones, 15 segundos de descanso y 1-2 repeticiones.

Los períodos de descanso adicionales proporcionados durante este método pueden permitir una mayor carga de entrenamiento, mayor cantidad de trabajo total y una menor fatiga a nivel central (SNC), en comparación con un protocolo tradicional (Trufano, 2017).

Es un método de entrenamiento muy parecido a Rest-pause, pero no debemos confundirlos.

1.9. ¿Cuál es nuestro objetivo?

El principal objetivo de esta revisión es comparar los métodos de entrenamiento del Rest-pause y el Cluster, con el método tradicional de hipertrofia, viendo cual de éstos puede generar una mayor hipertrofia.

2. Metodología.

La metodología empleada para la realización de esta revisión sistemática se ha llevado a cabo a través de una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de PubMed y google académico. Se realizó una búsqueda de artículos, desde 1999 hasta el 2018, utilizando los siguientes términos y palabras clave: “Rest-pause method and hypertrophy” y “Rest-interval strength training”. La revisión fue realizada de la siguiente manera: una primera fase en la que se aceptaron o rechazaron artículos en función del título, una segunda fase en la que igualmente se aceptaron o rechazaron en función del abstract, y una última fase, en la cual, se revisó el artículo completo y solo se aceptaron aquellos artículos que hablaban del Rest-pause y el Cluster en el entrenamiento contra resistencia, comparándolo con el método tradicional. Como punto importante para esta última fase, se tuvo muy en cuenta que las muestras fueran sujetos con experiencia de al menos 1 año en el entrenamiento de fuerza y que solo practicaran entrenamientos contra resistencia, ya fuera de forma recreativa o a nivel profesional. La guía PRISMA fue consultada para obtener datos fiables y poder asegurarnos una bibliografía de calidad. A continuación, se presenta el diagrama del proceso de revisión y clasificación de los artículos encontrados. (Figura 1).

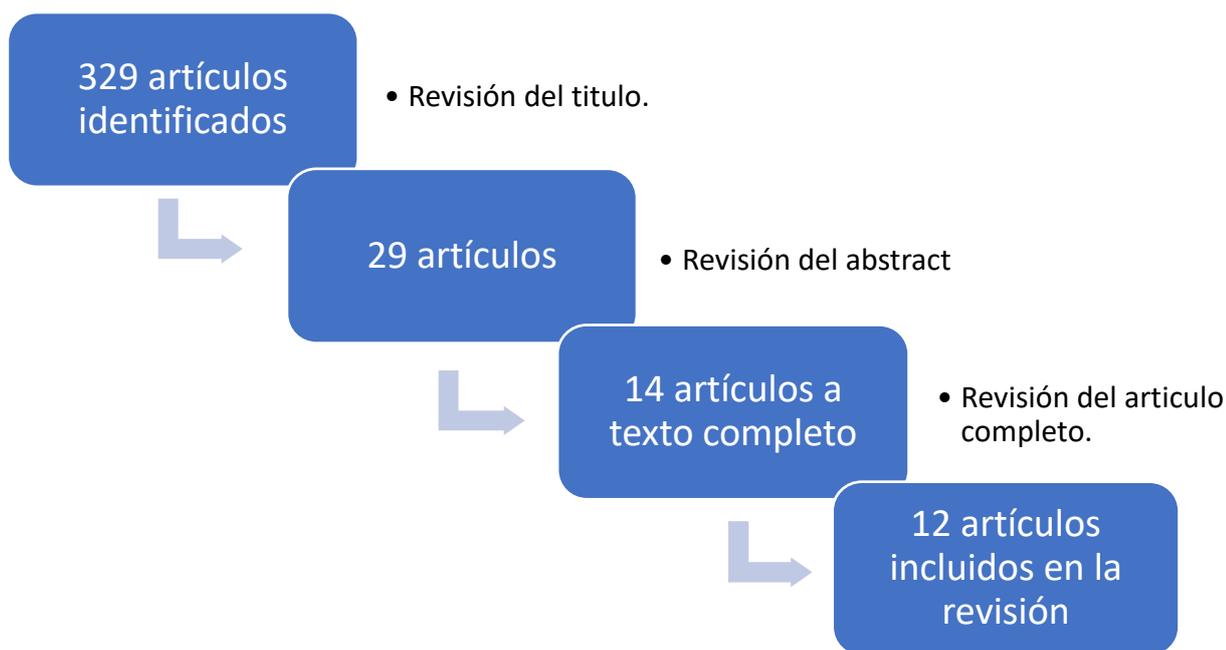


Figura 1. Diagrama del proceso de revisión de los artículos.

3. Revisión Bibliográfica.

De los 329 artículos, 300 fueron descartados por el título, de los 29 restantes se revisó el abstract de todos ellos y 15 fueron rechazados, los 14 artículos restantes, fueron revisados completamente, descartando aquellos artículos donde los sujetos practicaban otro tipo de deporte, es decir, que no se dedicaran completamente al levantamiento de pesas, ya fuera de forma recreativa o de forma profesional (competidores), excluidos también revisiones de artículos. Finalmente, fueron 12 los artículos seleccionados, incluidos en la revisión. (Figura 1).

Los participantes eran en su mayoría hombres, de los doce artículos finales, diez de ellos eran de sujetos varones, uno de sujetos mixto (14 hombres y 4 mujeres) y un último de 14 mujeres. Como ya hemos comentado anteriormente, uno de los puntos más importantes, es que todos los sujetos con los que se hizo cada estudio tuvieran mínimo un año de experiencia en el entrenamiento contra resistencia. La duración de los programas de intervención normalmente oscila entre 4 y 6 semanas. Los sujetos solían entrenar de dos a cuatro veces por semana dependiendo de la carga e intensidad de la prueba, dejando un intervalo de 48-78 horas de descanso entre sesiones para no generar una fatiga que pudiera interferir en sesiones posteriores y perturbar los resultados. Los ejercicios más utilizados para los estudios son la sentadilla libre y el press de banca horizontal, solamente dos estudios utilizan rutinas divididas de todos los grupos musculares y un último que estudia las variables en el movimiento olímpico de Power Clean. En todos los artículos revisados los entrenamientos se enfocan en el trabajo de hipertrofia siendo cuatro de éstos del método Rest-Pause (RP), y ocho artículos del método Cluster (CS), comparándolos con el protocolo tradicional de hipertrofia.

Las variables estudiadas son:

Volumen total de entrenamiento, centrándose normalmente en el número total de repeticiones o la carga levantada en cada sesión de entrenamiento. Cuatro de los artículos revisados estudian esta variable, siendo ésta la más estudiada y la variable que más diferencia las metodologías de

Cluster y Rest-pause con el método tradicional, mas adelante explicaremos detalladamente estos resultados.

Actividad muscular (EMG), dos artículos estudiaron esta variable (Korak, 2018), (Korak, 2017), comparando cual de los métodos estudiados aumentaba más el tanto por ciento de actividad muscular en los ejercicios propuestos (sentadilla y press de banca).

La resistencia muscular localizada y la composición corporal fueron estudiadas en un solo estudio, evaluando las adaptaciones musculares a largo plazo y analizando masa grasa y masa magra del sujeto, respectivamente (Prestes, 2017).

Otro estudio media la fatiga aguda muscular, comparando los resultados agudos de cada ejercicio (Marshall, 2011). Este último estudio también media el reclutamiento de las unidades motoras comparando cual de los tres métodos podría reclutar un mayor numero de unidades motoras en los ejercicios propuestos.

En el estudio de (Justin, 1999) comparaba el método RP con 5 técnicas más de hipertrofia, incluyendo la isocinética (ISOK), excéntricos (ECC), isométricos funcionales (FI), repeticiones súper lentas (SSM) y entrenamiento de potencia máxima (MPT).

También se ha estudiado los cambios en la velocidad de movimiento, la cinética y cinemática (Trufano, 2017) en el ejercicio de sentadilla, y la sostenibilidad de las repeticiones (Arazi, 2013), además de las respuestas hormonales, metabólicas y perceptivas del ejercicio de sentadilla (Trufano, 2017).

También fueron estudiadas la fuerza máxima, la potencia y la velocidad, comparando el protocolo Cluster con el tradicional, en el ejercicio del Power Clean (Hardee, 2012) y un entrenamiento de rutina dividida (Prestes, 2017).

Diferencias en la potencia de salida del press banca y la sentadilla con salto, igualando tiempos de descanso y volumen total de repeticiones en los protocolos estudiados (Oliver, 2013).

Y, por último, la fuerza muscular (1RM) también fue estudiada en cuatro artículos de esta revisión. También, hay que decir, que en todos los estudios siempre se realizaba un protocolo inicial para calcular la 1RM de cada sujeto y poder así prescribir la carga para cada ejercicio, pero solo fueron cuatro estudios los que analizaron esta variable.

La intensidad de la carga con la que normalmente se ha trabajado ha sido del 80% del 1RM, para los tres protocolos estudiados.

Resultados de los artículos revisados (tanto de intervención como descriptivos):

Los resultados obtenidos muestran que la técnica del Rest-pause puede inducir una mayor hipertrofia por un mayor reclutamiento de unidades motoras y una mayor fatiga de éstas, gracias a las repeticiones extra que permite realizar este método. Estas repeticiones extra son las llamadas *repeticiones efectivas*, que se encuentran al final de cada serie, es decir, las últimas repeticiones son las que mayor estímulo efectivo generan en el músculo. Tanto el RP como el Cluster son metodologías con las cuales podemos aumentar el volumen total de trabajo, a través de un aumento de las repeticiones, en comparación con el método tradicional.

A continuación, vamos a comparar el Rest-pause y el Cluster Vs método tradicional, con las distintas variables utilizadas en esta revisión:

Volumen de entrenamiento: comparándolo con el método tradicional, si nuestro objetivo es aumentar el volumen total, la utilización del protocolo Rest-pause o Cluster pueden ser muy interesantes, teniendo también muy en cuenta la mayor fatiga producida. El sujeto podrá realizar un mayor volumen de trabajo (más carga levantada y repeticiones realizadas), gracias a

los pequeños descansos realizados entre los conjuntos de repeticiones, permitiendo que los niveles de fosfocreatina muscular y ATP se recuperen parcialmente para poder realizar las siguientes repeticiones, manteniendo una buena técnica de ejecución e intensidad. El Rest-pause puede aumentar estas repeticiones adicionales hasta en unas 18 repeticiones totales, en comparación con las 8-10 repeticiones del método tradicional, (Prestes, 2017). Lo mismo pasaría con el método del Cluster, una prueba t de muestras pareadas indicó que el volumen total elevado fue mayor con este método en comparación con el tradicional (2352 vs 2036 kg) en lo que a kg levantados se refiere (Korak, 2018).

Resistencia muscular: podemos definirla como la capacidad de realizar de manera continuada acciones musculares submáximas. El modo de valorarla fue mediante la realización de máximas repeticiones posibles en press de banca, prensa inclinada 45° y curl de bíceps con barra. Los resultados mostraron que el método Rest-pause solo fue productivo para la resistencia muscular del tren inferior. El grupo Rest-pause fue capaz de mejorar un 27+/- 8% su resistencia muscular del tren inferior frente al 8 +/- 2% del grupo que realizó el método tradicional (Prestes, 2017).

Fuerza: en este caso, todos los métodos estudiados aumentaron el 1RM de los sujetos, sin embargo, ninguno de los grupos mostró diferencias significativas como se puede observar en la Tabla 3 (Trufano, 2017), (Prestes, 2017), (Korak, 2017).

Table 3 Descriptive statistics for 1 RM and muscle activity

Variable	Rest-pause M (±SD)	Traditional M (±SD)
1 RM (kg)		
Pre-training	110.5 (26.5)	104.8 (22.6)
Post-training*	119.3 (26.5)	113.4 (21.7)
Peak EMG (%)		
Pre-training	32.1 (54.6)	44.2 (50.0)
Post-training	19.9 (34.1)	53.8 (54.9)

EMG electromyography

* $p < .05$ for post-training vs. pre-training 1 RM scores. EMG data represent the percent change in RMS signal from the 1st and 4th sets during the 1st (pre-training) to the 8th (post-training) sessions for both groups

Actividad muscular EMG: se realizó un ANOVA de medidas repetidas en dos direcciones para ver las diferencias de activación neural utilizando EMG, no hubo diferencias en la activación neural desde la prueba previa a la prueba posterior, $F(1,18) = 0.01$, $MSE = 0.002$, $p = .917$, $\eta^2p = 0.001$, y no se encontraron diferencias significativas entre el grupo de pausa de descanso y el grupo tradicional antes y después del protocolo de entrenamiento de 4 semanas, $F(1,18) = 0.79$, $MSE = 0.119$, $p = .387$, $\eta^2p = 0.042$ (Tabla 3), (Korak, 2017).

Hipertrofia: Para saber que tipo de entrenamiento puede desarrollar una mayor hipertrofia nos fijaremos en los resultados del grosor muscular del bíceps, cuádriceps y el pectoral. No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el bíceps, (8 +/- 10% [0-16%], para el método RP y 4 +/- 15% [-8 A 17%], para el método tradicional. El grosor del muslo si presenta diferencias significativas ($p < 0.05$), en el grupo RP (11 +/- 14% [0-22%], y en el grupo tradicional (1 +/- 7% [-5 a 7%]. En el grosor muscular del pectoral no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$), entre los grupos, (6 +/- 11% [-4 a 15%] para el grupo RP y (1 +/- 12% [-10 a 10%] para el grupo tradicional (Prestes, 2017).

Los sujetos utilizados para este estudio son altamente experimentados, y se ha demostrado que sujetos con una mayor experiencia en el entrenamiento de fuerza presentan adaptaciones musculares más lentas, pues cada sujeto tiene una reserva de adaptación y a medida que se avanza en el entrenamiento, esa reserva será cada vez más pequeña, necesitando entrenamientos más específicos e individualizados para poder notar una mejoría (Schoenfeld, 2012). Por eso estos sujetos pueden no generar resultados “visibles” en tan corto periodo de tiempo (4 semanas), pero la tendencia nos dice que si el estudio se alargara unas semanas más, el Rest-pause ganaría en todas las mediciones, pues, por lo que se ha visto en los estudios revisados, es que los métodos cluster y Rest-pause pueden llegar a generar un mayor estímulo a nivel muscular gracias a un mayor reclutamiento de las unidades motoras, una mayor tensión mecánica y un mayor estrés metabólico, en comparación con el método tradicional, siendo éstas, tres variables importantes para generar hipertrofia (Marshall, 2011).

Reclutamiento de unidades motoras: el método Rest-pause provocó mayores aumentos en el reclutamiento de unidades motoras, a pesar de que no hubo diferencia en el nivel observado de fatiga muscular. Este aumento de reclutamiento de unidades motoras parece ser una adaptación necesaria del sistema nervioso en respuesta a la intensidad y la demanda de los ejercicios (Marshall, 2011). En cambio, el método tradicional, no demuestra un gran mayor reclutamiento de unidades motoras en comparación con estos dos métodos anteriores, pues el estímulo efectivo generado al músculo solo se genera en las últimas repeticiones de cada serie.

Velocidad de movimiento (MVM): el entrenamiento realizado con el método tradicional lleva a una menor MVM conforme aumentan las repeticiones, disminuyendo la potencia, la disponibilidad energética y aumentando la fatiga. El método Cluster lo que nos permite es poder “mantener” la MVM, a lo largo de las repeticiones, gracias al descanso entre éstas, pasando lo mismo con el Rest-pause, pudiendo realizar un mayor número de repeticiones, manteniendo una buena técnica (sin forzar ni alterar los patrones de movimiento del ejercicio) y velocidad a lo largo de las series (Trufano, 2017).

Cinética y cinemática de la técnica: los métodos de Rest-pause y Cluster respecto al método tradicional obtienen unos promedios similares respecto a la cinética y cinemática, pero si el tiempo total de reposo se redistribuye para crear conjuntos más cortos de repeticiones, pero más frecuentes, la cinética y cinemática pueden permanecer más constantes a lo largo de las series, como puede ser el apartado anterior de la MVM (Trufano, 2017).

Potencia: el entrenamiento de hipertrofia con descansos entre repeticiones (IRR), como puede ser el Cluster o el Rest-pause, resultan en una mayor producción de potencia que el entrenamiento de hipertrofia tradicional (Oliver, 2013). También se demostró que periodos de (IRR) más largos dan como resultado el mantenimiento de la potencia máxima, la fuerza y la velocidad (Hardee, 2012), viéndose en el ejercicio de Power Clean. Y, por último, a igual carga de volumen total y descanso total, en periodos de IRR, mejora más la potencia que el entrenamiento de hipertrofia tradicional (Oliver, 2013).

4. Discusión.

El principal objetivo de esta revisión sistemática ha sido evaluar y comparar los métodos de entrenamiento del Rest-pause y Cluster Vs el método tradicional, viendo cual de ellos podría generar un mayor estímulo en el entrenamiento de hipertrofia. La mayoría de los estudios utilizaron el ejercicio de tren inferior de sentadilla libre, y el press de banca como ejercicio de tren superior, siendo solo dos estudios de rutinas divididas de cuerpo completo y uno con el movimiento olímpico del Power Clean. En general, en todos los estudios revisados, los sujetos poseían como mínimo un año de experiencia en el entrenamiento contra resistencia, lo que puede generar que los resultados no sean tan notables como se esperaba, pues un sujeto con

experiencia presenta cambios a nivel de hipertrofia mucho mas lentos y mas “pequeños” que un individuo novel (Schoenfeld, 2012). También hay que tener en cuenta el periodo de intervención, siendo muy corto en varios estudios para presentar diferencias significativas entre los métodos analizados, no podemos asegurar rotundamente todos estos resultados dada su corta intervención.

Lo que si que podemos afirmar es que, tanto el método de entrenamiento del Rest-pause como el Cluster, siendo metodologías avanzadas de entrenamiento contra resistencia, pueden ser introducidas en mesociclos concretos de la temporada y generar una mayor hipertrofia muscular. Pues gracias a la técnica empleada que utilizan estos métodos nos permiten cumplir los principios básicos de la hipertrofia, los cuales deben estar presentes en cada entrenamiento, si tu objetivo es la hipertrofia muscular.

Finalmente, lo que la evidencia nos dice, es que, el método de entrenamiento del Rest-pause y el Cluster pueden ser muy útiles para añadir un mayor volumen de entrenamiento, pues al entrenar cerca del fallo podremos generar un mayor estímulo de hipertrofia, y este método lo que pretende es ir mas allá del fallo, con pequeños descansos entre grupos de repeticiones, pudiendo generar un estímulo muy potente, reclutando así un mayor numero de unidades motoras, produciendo una mayor fatiga muscular y un mayor estrés metabólico. Ahora bien, también hay que saber como, cuando y cuanto tiempo utilizarlo, pues lo interesante seria que al utilizar estos métodos de entrenamiento reduzcamos el volumen de ejercicios por sesión, ya que no podríamos aguantar tanta fatiga producida por estos métodos en todos los ejercicios.

Aun nos falta evidencia para poder decir que el método Rest-pause o el Cluster son mas efectivos que el método tradicional para producir una mayor hipertrofia, pero en esta revisión se ha visto que si se puede producir un mayor estímulo por trabajar con repeticiones cerca del fallo, gracias a los pequeños descansos entre repeticiones, recuperando en cierta parte los depósitos de ATP y fosfocreatina, y por consiguiente seguir realizando repeticiones con un alto porcentaje de intensidad, sin que nuestra técnica se vea afectada y con un mayor numero de repeticiones efectivas (últimas repeticiones de cada serie que generan un mayor estímulo al musculo y que puede ser de gran ayuda para una mayor hipertrofia).

5. Propuesta de intervención.

En cualquier programa de entrenamiento tienen que establecerse unas pautas y unas directrices a la hora de proponer un tipo de entrenamiento u otro, es decir, es fundamental hacer una buena planificación de la temporada de nuestro deportista para saber en que momentos introducir las herramientas adecuadas para optimizar su rendimiento. La periodización es un proceso en el que las variables de entrenamiento son manipuladas y distribuidas a lo largo de la temporada para mejorar el rendimiento de nuestro deportista, en el caso del entrenamiento de fuerza, nos permite manejar y adaptar el volumen, la intensidad y los descansos. Si sabemos distribuir las y utilizarlas correctamente pueden ser muy efectivas.

Una propuesta de intervención con un programa de entrenamiento puede ser el siguiente:

Sujeto de 25 años, deportista, con un peso de 73kg, 1,80m de altura, en fase de perdida de grasa y tres años de experiencia en el entrenamiento de fuerza. Utilizaremos el método Rest-pause, pues de los dos métodos estudiados es el que mayor estímulo puede generar en el músculo, pudiendo realizar mas repeticiones efectivas en cada serie.

Con el Rest-pause, se pretende aumentar el volumen total de entrenamiento (repeticiones por ejercicio), pero tendremos que disminuir el número de ejercicios por grupo muscular, pues este método genera una gran fatiga tanto a nivel del SNC como a nivel muscular y hay que reducir el volumen total de ejercicios.

Para la intervención desarrollaremos un mesociclo, en concreto el penúltimo de pérdida de grasa, en el que el sujeto se encuentra en un déficit calórico importante, por lo tanto, con el Rest-pause podremos introducir un volumen alto de entrenamiento con un menor número de ejercicios por sesión. Se realizará una sobrecarga progresiva de la carga, aumentando la intensidad en cada serie. Este mesociclo constará de cuatro microciclos (semanas), distribuidos de la siguiente forma:

1º y 2º Microciclo: (Gráfica 1)

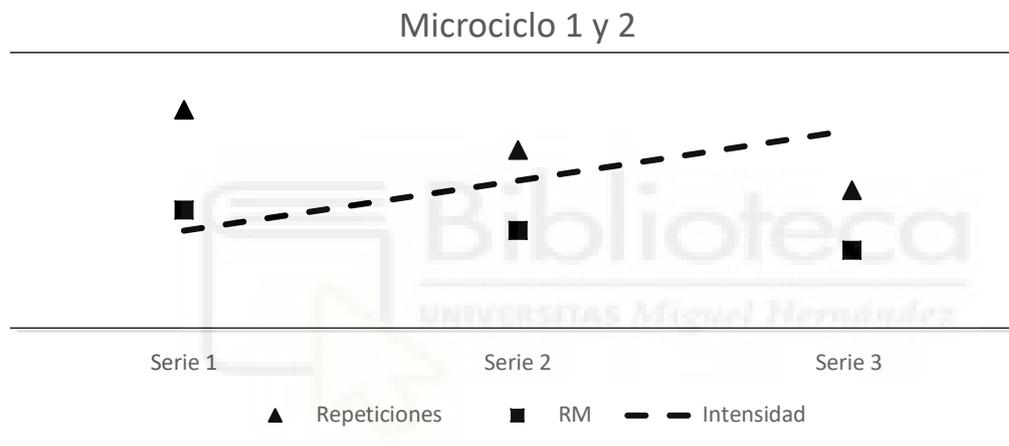
1 serie: 22 repeticiones a 12RM // Rest-pause.

90 segundos de descanso.

2 serie: 18 repeticiones a 10RM // Rest-pause.

90 segundos de descanso.

3 serie: 14 repeticiones a 8RM // Rest-pause.



(Gráfica 1): Progresión de repeticiones, RM e intensidad en los microciclos 1 y 2.

3º y 4º Microciclo: (Gráfica 2)

1 serie: 22 repeticiones a 12RM // Rest-pause.

90 segundos de descanso.

2 serie: 18 repeticiones a 10RM // Rest-pause.

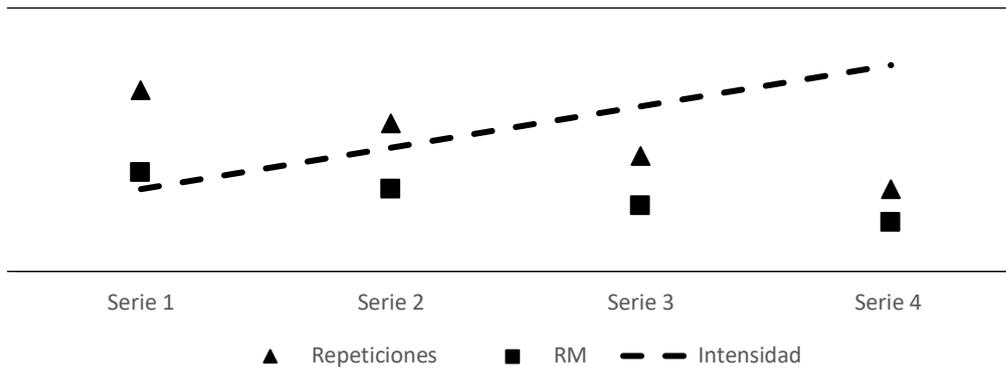
90 segundos de descanso.

3 serie: 14 repeticiones a 8RM // Rest-pause.

90 segundos de descanso.

4 serie: 10 repeticiones a 6RM // Rest-pause.

Microciclo 3 y 4



(Gráfica 2): Progresión de repeticiones, RM e intensidad en los microciclos 3 y 4.

La idea de organizar y distribuir así los microciclos es la siguiente: el sujeto realizará 22 repeticiones con un peso con el cual puede realizar 10-12 repeticiones como máximo hasta llegar al fallo muscular (al 12RM), es decir, ya no se podría realizar otra repetición completa. Con la técnica del Rest-pause y los minidescansos establecidos entre grupos de repeticiones podríamos llegar a realizar esas 22 repeticiones, por ejemplo: 10-12 repeticiones al fallo, descansamos 20 segundos, realizamos 4-5 repeticiones al fallo, descansamos 20 segundos y volvemos a realizar 4-5 repeticiones hasta llegar al fallo muscular, pudiendo completar las 22 repeticiones totales. ¿Qué conseguimos con esto?, aumentar el volumen de trabajo total (mas repeticiones totales), una mayor fatiga tanto a nivel muscular, como a nivel central (SNC), produciendo un mayor estrés metabólico, un mayor reclutamiento de unidades motoras y un mayor número de repeticiones efectivas.

El descanso propuesto en el Rest-pause, es la media de los cuatro artículos que han estudiado este método de entrenamiento, siendo en todos ellos de 20 segundos entre conjuntos de repeticiones, por lo que utilizaremos el mismo descanso para la intervención (*Jonato Prestes, R. A. (2017). Strength and Muscular Adaptations After 6 Weeks of Rest-Pause vs Traditional Multiple-sets Resistance Training in Trained Subjects*), (*Prestes, J. (2017). Rest-Pause Yields 36% Greater Gains in Thigh Size in 6-Week Study With Trained Subjects*), (*Marshall, 2011*) y (*Keogh, 1999*).

6. Bibliografía

- ELISEO IGLESIAS, D. A. (2010). ANALYSIS OF FACTORS THAT INFLUENCE THE MAXIMUM NUMBER OF REPETITIONS IN TWO UPPER-BODY RESISTANCE EXERCISES: CURL BICEPS AND BENCH PRESS.
- Eric Helms, P. C. (2018). The Muscle and Strength Pyramid Entrenamiento 2.0.
- Frey, J. F. (2009). *Evidence that mechanosensors with distinct biomechanical properties allow for specificity in mechanotransduction.* .
- Fry, A. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptation .
- Goldberg, A. E. (1975). *Mechanism of work-induced hypertrophy os skeletal muscle* .
- Hamid Arazi, A. B. (2013). THE EFFECT OF DIFFERENT INTER-REPETITION REST PERIODS ON THE SUSTAINABILITY OF BENCH AND LEG PRESS REPETITION.

- J. Adam Korak, M. R. (2017). Effect of rest-pause vs. traditional bench press training on muscle strength, electromyography, and lifting volume in randomized trial protocols .
- James Tufano, J. A. (2017). Different cluster sets result in similar metabolic, endocrine, and perceptual responses in trained men .
- James Tufano, J. A. (2017). Effects of Cluster Sets and Rest-Redistribution on Mechanical Responses to Back Squats in Trained Men.
- John A. Korak, M. R. (2018). Effect of a rest-pause vs. traditional squat on electromyography and lifting volume in trained women.
- JONATHAN M. OLIVER, A. R. (2013). GREATER GAINS IN STRENGTH AND POWER WITH INTRASET REST INTERVALS IN HYPERTROPHIC TRAINING.
- Jonato Prestes, R. A. (2017). Strength and Muscular Adaptations After 6 Weeks of Rest-Pause vs Traditional Multiple-sets Resistance Training in Trained Subjects. .
- JUSTIN P. HARDEE, N. T. (2012). EFFECT OF INTERREPETITION REST ON POWER OUTPUT IN THE POWER CLEAN.
- JUSTIN W.L. KEOGH, G. J. (1999). A Cross-Sectional Comparison of Different Resistance Training Techniques in the Bench Press.
- Marchante, D. (s.f.). *Powerexplosive* . Obtenido de <https://powerexplosive.com/el-dano-muscular/>
- Marchante, D. (s.f.). *www.powerexplosive.com*.
- McHugh, M. (2003). *Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: The protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise.*
- Paul W. M. Marshall, D. A. (2011). Acute neuromuscular and fatigue responses to the rest-pause method. .
- Prestes, J. (2017). Rest-Pause Yields 36% Greater Gains in Thigh Size in 6-Week Study With Trained Subjects .
- Schoenfeld, B. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. .
- Schoenfeld, B. J. (2012). *Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular* .
- Suga, T. O. (2009). *Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction.* .
- Tesch, P. C. (1986). *Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise.* .

7. Anexos.

7.1. Anexo 1. Excel resumen de los artículos.

