



HEZKUNTZA
ETA KIROL
FAKULTATEA
FACULTAD
DE EDUCACIÓN
Y DEPORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Curso: 2019-2020

LA PREPARACIÓN PARA CULTURISMO NATURAL

REVISIÓN DE LA LITERATURA Y PROPUESTA PRÁCTICA

AUTOR: BOILLOS CARPINTERO, Asier

DIRECTOR: SANTOS CONCEJERO, Jordan

31 de Mayo de 2020

INDICE

RESUMEN	2
Palabras Clave	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Factores Clave	5
Selección de Ejercicios	8
Intensidad de Entrenamiento	11
Volumen de Entrenamiento.....	16
Frecuencia de Entrenamiento.....	21
Descansos entre series.....	24
OBJETIVO.....	25
METODOLOGÍA	26
Búsqueda estratégica.....	26
Criterios de inclusión	26
Identificación y selección de estudios	26
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36

RESUMEN

El culturismo competitivo es un deporte en el cual el rendimiento depende del tamaño, la simetría y la definición muscular de los atletas. Para los culturistas *naturales* es especialmente delicada la fase de preparación para la competición, durante la cual limitan su ingesta calórica y aumentan su gasto energético con el fin de reducir su porcentaje de grasa hasta niveles extremadamente bajos. En esta fase es determinante la realización de un programa de entrenamiento de fuerza adecuado que facilite las ganancias o al menos reduzca las pérdidas de masa muscular de los atletas antes de la competición. En esta revisión sistemática se analizaron diferentes bases de datos en busca de artículos científicos que examinaran la evolución de la composición corporal de los culturistas naturales durante esta preparación y las estrategias de entrenamiento y nutrición llevadas a cabo por estos para lograr el físico de competición. La búsqueda resultó en 6 estudios de intervención en los que se examinó la preparación para la competición de un total de 20 culturistas naturales. Las diferentes estrategias de entrenamiento y nutrición llevadas a cabo por estos atletas fueron igualmente efectivas a la hora de reducir su porcentaje de grasa corporal hasta los niveles requeridos en una competición de culturismo natural. En todas ellas se reportaron también efectos adversos como un aumento de la fatiga, una reducción en los niveles circulantes de ciertas hormonas anabólicas o pérdidas de masa muscular y fuerza. Sin embargo, las intervenciones con pérdidas de peso más rápidas fueron también las que presentaron mayores pérdidas de masa muscular. En la mayoría de ellas se realizaron también grandes volúmenes de entrenamiento cardiovascular que podrían haber facilitado estas pérdidas. A tenor de la literatura analizada, parece que los culturistas naturales podrían beneficiarse de llevar a cabo una pérdida de peso más lenta y limitar el volumen de entrenamiento cardiovascular durante la preparación, para poder centrarse en la realización de una progresión adecuada de la intensidad y del volumen de entrenamiento de fuerza a lo largo de las semanas. Para ello se recomienda entrenar con un carácter del esfuerzo elevado sin abusar del fallo muscular, siempre con una técnica correcta, rangos de movimiento completos y una conexión mente-músculo. También se aconseja el empleo de descansos completos entre series, el uso de una frecuencia de entrenamiento moderada y la utilización de una variedad de rangos de repeticiones y ejercicios para trabajar cada grupo muscular, evitando en la medida de lo posible abusar de los ejercicios multi-articulares y las cargas muy pesadas o muy ligeras.

Palabras Clave

Entrenamiento de fuerza, masa muscular, hipertrofia, definición, déficit calórico.

INTRODUCCIÓN

El culturismo competitivo es un deporte en el cual el rendimiento depende de la apariencia física y de las habilidades para posar del atleta en lugar de su desempeño físico (Roberts et al., 2020) y donde los culturistas son juzgados en base a su tamaño, simetría y definición muscular (Helms et al., 2014, 2015). Para lograr el estado de hipermuscularidad y definición extrema necesario para la competición, emplean un enfoque a largo plazo (Mitchell et al., 2017), durante el cual se llevan a cabo rigurosas prácticas de entrenamiento y nutrición, además de la utilización de diferentes suplementos deportivos (Chappell et al., 2018; Hackett et al., 2013; Spendlove et al., 2015).

El enfoque más habitual entre los culturistas de élite consiste en dividir el periodo entre competiciones en dos fases con objetivos parcialmente opuestos (Mitchell et al., 2017). La fase de fuera de temporada, más conocida como *Off-season o volumen*, tiene como objetivo principal la hipertrofia muscular y está caracterizada por una dieta hipercalórica e hiperprotéica, junto con grandes volúmenes de entrenamiento de fuerza (Hackett et al., 2013; Spendlove et al., 2015). La fase de preparación para la competición, también conocida como *In-season o definición*, tiene como objetivo principal la reducción del porcentaje de grasa corporal del atleta, a través de un aumento del gasto energético y una reducción de la ingesta calórica (Chappell et al., 2018; Hackett et al., 2013). La fase de fuera de temporada puede durar meses o años, mientras que la preparación para la competición, aunque varía entre atletas, suele durar entre 12 y 24 semanas (Mitchell et al., 2017). Esta diferencia se debe principalmente a que la ganancia de masa muscular es de por sí un proceso más lento que la pérdida de grasa y resulta aún más lento cuanto mayor es el desarrollo muscular del atleta (Helms et al., 2015; Schoenfeld, 2010).

Entre los culturistas competitivos es también frecuente el uso de fármacos ilegales, como son los diuréticos, los esteroides anabólicos, la insulina y la hormona del crecimiento (Hackett et al., 2013; Sánchez-Oliver et al., 2019). Estas sustancias se utilizan con el fin de mejorar la apariencia física y el rendimiento deportivo por sus notables efectos sobre la fuerza, el desarrollo muscular y la pérdida de grasa (Mazzeo, 2018; Sánchez-Oliver et al., 2019). Es importante recalcar que el uso de estas sustancias es ilegal y está considerado dopaje por la Agencia Mundial Antidopaje (Liokaftos, 2018a) ya que su uso no terapéutico conlleva graves peligros para la salud (Mazzeo, 2018). Sin embargo, algunas federaciones de culturismo parecen aceptar implícitamente su uso al no realizar ningún tipo de control a sus atletas (Liokaftos, 2018a, 2018b).

En los últimos años han aparecido varias federaciones de culturismo que apuestan por un enfoque más saludable de esta disciplina deportiva y que sí realizan controles a sus atletas de forma

periódica, tanto dentro como fuera de la temporada competitiva, con el fin de asegurarse de que no hacen uso alguno de este tipo de sustancias (Liokaftos, 2018a, 2018b). Cada año es mayor la cantidad de competidores y competiciones de culturismo natural a nivel nacional e internacional y se espera que este número siga aumentando en el futuro (Liokaftos, 2018b).

Para estos culturistas naturales es fundamental utilizar estrategias de entrenamiento y nutrición que hayan demostrado ser efectivas para maximizar las ganancias de masa muscular y la pérdida de grasa, pues ambos procesos resultan más lentos y complejos cuando no se hace uso de estos fármacos ilegales (Mazzeo, 2018). Esto cobra especial importancia durante la fase de pérdida de grasa, pues el estímulo anabólico del entrenamiento de fuerza podría no ser suficiente para prevenir las pérdidas de masa muscular provocadas por un déficit calórico prolongado en el tiempo (Kistler et al., 2014; Robinson et al., 2015; Rossow et al., 2013). Teniendo todo lo anterior en cuenta, los culturistas naturales que deseen maximizar el mantenimiento e incluso las posibles ganancias de masa muscular durante la preparación para la competición tendrán que cuidar de forma muy minuciosa tanto su entrenamiento como su nutrición (Helms et al., 2014, 2015).

Sin embargo, no todos los culturistas competitivos utilizan estrategias de entrenamiento o nutrición respaldadas por la ciencia y muchos de ellos admiten realizar grandes cambios en sus programas de entrenamiento durante la preparación para la competición con el objetivo de acelerar la pérdida de grasa (Hackett et al., 2013). Esto podría reducir el estímulo anabólico de sus entrenamientos y facilitar la pérdida de masa muscular, comprometiendo así tanto su rendimiento en la competición como su potencial deportivo a largo plazo (Helms et al., 2015).

Factores Clave

Dado que el rendimiento en el culturismo depende en gran medida del tamaño, la simetría y la definición muscular del atleta (Helms et al., 2014, 2015), los culturistas llevan a cabo rigurosas prácticas de entrenamiento y nutrición dirigidas a maximizar las ganancias de masa muscular a lo largo de su carrera deportiva (Hackett et al., 2013; Spendlove et al., 2015).

Este proceso de ganancia de masa muscular se denomina hipertrofia y su principal promotor es el entrenamiento de fuerza (American College of Sports Medicine [ACSM], 2009). Cuando el músculo esquelético es sometido a una sobrecarga mecánica se da una perturbación en las miofibrillas y en la matriz extracelular relacionada, desencadenando una serie de eventos miogénicos que resultan en un aumento de la síntesis proteica miofibrilar, un aumento del tamaño y número de proteínas contráctiles miofibrilares (Actina y Miosina) y un aumento del número total de sarcómeros en paralelo, lo que se traduce en un aumento del diámetro individual de las fibras musculares y un aumento de la sección del área transversal del músculo en última instancia (Schoenfeld, 2010).

Hasta no hace mucho se pensaba que eran tres los factores responsables de dar inicio a esta respuesta hipertrófica al entrenamiento de fuerza: La tensión mecánica, el estrés metabólico y el daño muscular (Helms et al., 2015). La tensión mecánica se refiere a la tensión generada en el músculo esquelético por la contracción y elongación de las fibras musculares, la cual podría perturbar la integridad del músculo esquelético e inducir una cascada de eventos moleculares a través de la mecano-transducción, involucrando citoquinas, factores de crecimiento, canales activados por estiramiento y complejos de adhesión focal, que desembocarían en adaptaciones miofibrilares y de las células satélite (Schoenfeld, 2010). El estrés metabólico se refiere a la acumulación de metabolitos como el lactato, los iones de hidrógeno, el fosfato inorgánico y la creatina, resultantes de un ejercicio primordialmente anaeróbico y que podrían aumentar el hinchazón muscular, alterar el entorno hormonal, aumentar la producción de radicales libres e incrementar la actividad de ciertos factores de transcripción orientados al crecimiento, lo que teóricamente podría acrecentar la respuesta hipertrófica (ACSM, 2009). Por último, el daño muscular se refiere a los micro-traumas generados por la contracción muscular sobre los elementos contráctiles y el cito-esqueleto, los cuales podrían dar inicio a una respuesta inflamatoria que condujera a una liberación de varios factores de crecimiento y a la proliferación y diferenciación de las células satélite, las cuales están estrechamente relacionadas con el crecimiento muscular (Schoenfeld, 2010).

Sin embargo, hoy en día se cree que el factor clave en este proceso es la tensión mecánica, pues es el único que puede dar inicio a la respuesta hipertrófica por sí solo y es necesario para que se den los otros dos factores (Dankel et al., 2017; Helms et al., 2015). Es más, el daño muscular parece ser una consecuencia directa de la exposición a unos niveles elevados de tensión mecánica y aún no se ha demostrado que sea necesario buscarlo de forma activa para maximizar la hipertrofia, pues unos niveles excesivos de daño muscular podrían ralentizar la recuperación neuromuscular, hormonal y metabólica posterior al entrenamiento y llegar a ser contraproducentes para las ganancias de masa muscular (Fukada et al., 2020; Meneghel et al., 2014). Por otro lado, el estrés metabólico parece no ser un estímulo anabólico por sí mismo, sino que contribuye a la hipertrofia al inducir una fatiga y por tanto un reclutamiento de todo el espectro de unidades motoras, aumentando así la tensión mecánica en última instancia (Dankel et al., 2017).

En cualquier caso, un programa de entrenamiento adecuado para maximizar las ganancias de masa muscular deberá cumplir con tres principios fundamentales: Especificidad, variedad y sobrecarga progresiva (ACSM, 2009). Para ello, será necesario manipular las variables cuantitativas (intensidad, volumen, frecuencia de entrenamiento y tiempos de descanso) y cualitativas (orden y selección de ejercicios) del entrenamiento de fuerza de forma específica para la hipertrofia y aumentar gradualmente la dificultad del entrenamiento a través de una o más de estas variables, a fin de asegurar que el entrenamiento continúe siendo desafiante y efectivo a lo largo del tiempo (Schoenfeld, 2010).

Durante la mayor parte de su carrera deportiva los culturistas acompañan este entrenamiento de fuerza con una dieta hipercalórica e hiperproteica, con el objetivo de crear un entorno lo más anabólico posible y ofrecer al músculo los nutrientes necesarios para maximizar las ganancias de masa muscular (Chappell et al., 2018, 2019).

Una vez logrado el tamaño y la simetría muscular deseada, se da comienzo a una fase de definición o preparación para la competición, durante la cual se limita la ingesta calórica y se aumenta el gasto energético con el objetivo de reducir el porcentaje de grasa corporal hasta niveles extremadamente bajos (Chappell et al., 2018, 2019). Esto puede acarrear graves alteraciones hormonales y es habitual observar niveles elevados de cortisol y niveles reducidos de testosterona, insulina e IGF-1 entre los culturistas naturales que se están preparando para competir, lo cual les sitúa en un entorno primordialmente catabólico y sub-óptimo para las ganancias de masa muscular (Mäestu et al., 2010; Mitchell et al., 2018; Pardue et al., 2017). Es más, aunque al inicio de la definición se puedan llegar a dar ligeras ganancias de masa muscular en atletas no muy avanzados y con déficits calóricos muy ligeros (Helms et al., 2015; Mitchell et al., 2018), la mayoría de culturistas

naturales sufren pérdidas sustanciales de masa magra a lo largo de la preparación para la competición (Kistler et al., 2014; Robinson et al., 2015; Rossow et al., 2013).

A pesar de todo, el entrenamiento de un culturista deberá estar diseñado siempre para maximizar la síntesis proteica y la hipertrofia muscular, puesto que esta última es el resultado del balance proteico muscular: La combinación entre la síntesis y la degradación proteica muscular (Phillips, 2014). De modo que si este aumento de la síntesis proteica no es suficiente para ganar masa muscular, al menos minimizará las pérdidas de esta (Helms et al., 2015).

Así pues, el entrenamiento realizado durante la fase de preparación para una competición de culturismo natural deberá ser relativamente similar al que se realizaba durante la fase no competitiva y cumplir con los mismos principios de entrenamiento, con la peculiaridad de que cuanto mayor sea el déficit calórico soportado por el atleta y menor sea su porcentaje graso, el estímulo anabólico del entrenamiento será menor y la recuperación del atleta se verá más comprometida (Helms et al., 2014; Fagerberg, 2018).

En las próximas páginas se resumirá la última evidencia científica sobre cómo pueden manipularse las diferentes variables del entrenamiento de fuerza con el fin de maximizar las ganancias de masa muscular.

Selección de Ejercicios

El músculo esquelético es un tejido heterogéneo que muestra grandes diferencias inter e intra-musculares en cuanto a su arquitectura, con diferentes compartimentos, inserciones, acciones y tipos de fibras dentro de un mismo músculo (Schoenfeld, 2010). Se ha observado que en función del tipo de ejercicio realizado se puede alterar el reclutamiento selectivo de las diferentes regiones de un músculo y los estudios a largo plazo muestran que las ganancias de masa muscular no son homogéneas a lo largo de estas regiones (Fonseca et al., 2014; Wakahara et al., 2012, 2013). Esto podría indicarnos que ningún ejercicio puede maximizar la respuesta hipertrófica de todas y cada una de las regiones de un músculo por si solo (Schoenfeld, 2010).

Es por ello que para maximizar las ganancias de masa muscular de manera uniforme y simétrica a lo largo de todo el cuerpo se recomienda entrenar cada grupo muscular a través de una variedad de ejercicios mono y multi-articulares (Helms et al., 2015), trabajando con diferentes patrones de activación neuromuscular mediante la manipulación de parámetros como la posición de las extremidades, el ángulo de aplicación de fuerza y el rango de movimiento (Fonseca et al., 2014; Schoenfeld, 2010).

Los ejercicios multi-articulares ofrecen un buen estímulo global para la hipertrofia al requerir del reclutamiento sincronizado de una gran cantidad de grupos musculares (ACSM, 2009). Además, suelen requerir de la estabilización del centro de gravedad, implicando así ciertos músculos que no serían estimulados a través de movimientos mono-articulares (Schoenfeld, 2010). Al involucrar una gran cantidad de masa muscular, son idóneos para trabajar con cargas pesadas y mejorar la fuerza (Schoenfeld, Grgic et al., 2017). Pero al mismo tiempo generan un gran estrés sobre el sistema neuromuscular y la recuperación de estos es más lenta (Korak et al., 2015; Senna et al., 2016).

Los ejercicios mono-articulares, por otro lado, permiten trabajar de forma más exhaustiva ciertos grupos musculares secundarios, que a pesar de verse involucrados en los ejercicios multi-articulares, no llegan a lograr un estímulo completo (Brandão et al., 2020). Además, permiten trabajar la musculatura de una forma más específica y consciente, al poder centrar el foco atencional en el movimiento de una sola articulación (Schoenfeld et al., 2018). Estos ejercicios también son idóneos para manipular parámetros como el ángulo de aplicación de fuerza o el rango de movimiento de forma sencilla y segura, dando lugar a una variedad de patrones de activación neuromuscular (Schoenfeld, 2010). Al involucrar una menor cantidad de masa muscular, son menos demandantes para el sistema neuromuscular (ACSM, 2009), causan una menor percepción del esfuerzo (Tibana et al., 2011) y la recuperación de estos es más rápida (Korak et al., 2015; Senna et al., 2016). Por todo ello, son una herramienta perfecta para complementar el trabajo multi-articular

y ofrecer un mayor énfasis a ciertos grupos musculares rezagados, mejorando así la imagen global de simetría muscular (Helms et al., 2015).

El orden de estos ejercicios debe acomodarse a las necesidades individuales del atleta (Brandão et al., 2020; Helms et al., 2015). Los primeros ejercicios de cada sesión son los que se realizan con menores niveles de fatiga (Romano et al., 2013; Senna et al., 2011), por lo que la estrategia habitual en el entrenamiento con cargas, consiste en realizar primero los ejercicios multi-articulares y pesados, con un mayor componente técnico, para después realizar los ejercicios mono-articulares o de aislamiento (Helms et al., 2015). Otra estrategia perfectamente válida es realizar al inicio de la sesión los ejercicios que estén dirigidos a trabajar la musculatura rezagada o más importante para el atleta, independientemente de que sean mono o multi-articulares, ya que esto le permitirá aplicar un mayor grado de esfuerzo en estos ejercicios y lograr un mayor desarrollo de estos grupos musculares (Brandão et al., 2020; Helms et al., 2015).

A la hora de elegir los ejercicios para trabajar cada grupo muscular, se debe tener en cuenta que el grupo muscular que se quiera desarrollar sea uno de los principales encargados de llevar a cabo el movimiento y se lleve una gran parte del trabajo realizado, pues no todos los músculos implicados en un movimiento contribuyen de igual manera ni logran el mismo estímulo hipertrófico a través de su realización (Kubo et al., 2019). También es importante tener en cuenta las preferencias individuales del atleta, seleccionando ejercicios que se ajusten a sus características antropométricas y que sea capaz de realizar con cierta soltura y comodidad, pues esto le permitirá llegar a grados de esfuerzo más elevados y lograr un mayor desarrollo muscular que un programa de ejercicios preestablecido (Rauch et al., 2020).

Una estrategia que se ha propuesto que podría mejorar los resultados a largo plazo, ofreciendo un estímulo novedoso que evitara el estancamiento, es rotar la selección de ejercicios a lo largo de la temporada (Baz-Valle et al., 2019; Helms et al., 2015). Algunos estudios sugieren que introducida de forma comedida, esta variedad puede promover una mayor hipertrofia regional y un mayor desarrollo muscular total (Fonseca et al., 2014; Rauch et al., 2020). Aun así, variar los ejercicios con excesiva frecuencia, puede ralentizar el aprendizaje motor necesario para alcanzar grados de esfuerzo elevados y lograr así un reclutamiento completo de las fibras musculares, además de ralentizar la recuperación, aumentando el daño muscular y el dolor muscular de aparición tardía (Meneghel et al., 2014), por lo que abusar de esta estrategia podría ser contraproducente a la hora de maximizar las ganancias de masa muscular, a pesar de haber mostrado ser útil para aumentar la motivación intrínseca del entrenamiento (Baz-Valle et al., 2019).

Una propuesta para introducir esta variación de ejercicios en el programa de entrenamiento sin comprometer la progresión de cargas a largo plazo, es mantener los ejercicios multi-articulares durante varios mesociclos y variar con mayor frecuencia los ejercicios de aislamiento, los cuales requieren de un menor aprendizaje motor (Baz-Valle et al., 2019). De esta forma se podrían plantear progresiones a largo plazo en los ejercicios multi-articulares, asegurando una correcta sobrecarga progresiva, mientras nos beneficiamos del estímulo novedoso que nos pueda ofrecer la rotación de los ejercicios mono-articulares (ACSM, 2009; Fonseca et al., 2014).

En cuanto a la técnica de los ejercicios, la evidencia actual respalda el uso de rangos de movimientos completos y una técnica correcta para maximizar las ganancias de masa muscular, en contra del uso popular de la inercia y el acortamiento del rango de movimiento para realizar más repeticiones o mover más peso que se suele ver en los gimnasios (Helms et al., 2015; Schoenfeld y Grgic, 2020). La activación muscular es mayor cuando un ejercicio se realiza con una técnica correcta y un foco atencional interno (Snyder y Fry, 2012; Snyder y Leech, 2009) y en líneas generales, los rangos de movimiento completos parecen ser superiores a los parciales para el desarrollo de la masa muscular, además de permitirnos utilizar una carga absoluta menor para llegar a un grado de esfuerzo máximo, reduciendo así el estrés sobre las articulaciones (Bryanton et al., 2012; Schoenfeld y Grgic, 2020).

Intensidad de Entrenamiento

En el entrenamiento de fuerza, la intensidad se refiere a la magnitud del esfuerzo que requiere una unidad de acción para su realización, ya sea un entrenamiento, una serie o una repetición (ACSM, 2009). Esta parece ser el factor determinante de las ganancias de masa muscular cuando el volumen de entrenamiento está igualado y podría llegar a considerarse un pre-requisito para la hipertrofia (Helms et al., 2015).

Podemos diferenciar dos formas de entender la intensidad. La intensidad absoluta se refiere a la carga utilizada para la realización de un ejercicio y se puede medir como el peso movido (kg), como el porcentaje que supone este peso de la carga máxima que podríamos mover (%1RM) o como el número máximo de repeticiones que seríamos capaces de realizar con esa carga en concreto (xRM) (Helms et al., 2016; Schoenfeld, Grgic et al., 2017). La intensidad relativa, por otro lado, se refiere a la relación entre lo realizado y lo realizable, al carácter del esfuerzo percibido y se puede medir a través de escalas como el ratio de esfuerzo percibido o RPE (del inglés *Rating of Perceived Exertion*) o las repeticiones en recámara o RIR (del inglés *Repetitions In Reserve*) (Helms et al., 2016; Zourdos et al., 2016).

En el culturismo ha predominado durante muchos años el enfoque de la intensidad absoluta y la recomendación más habitual para maximizar el aumento de la masa muscular consistía en realizar entre 6 y 12 repeticiones, con una carga que supusiera entre el 70 y el 80% de nuestro 1RM (ACSM, 2009; Helms et al., 2015). Estas recomendaciones se apoyaban en la creencia de que para reclutar las unidades motoras de alto umbral, lograr unos niveles elevados de tensión mecánica y maximizar la respuesta anabólica, era necesario entrenar con cargas pesadas (Schoenfeld, Grgic et al., 2017).

Sin embargo, la tendencia a programar el entrenamiento de fuerza a través de la intensidad absoluta ha recibido numerosas críticas en los últimos años por ser poco práctica, sobre todo cuando el objetivo del entrenamiento es la hipertrofia muscular (Graham y Cleather, 2019; Helms et al., 2016). Para empezar, requiere de un cálculo previo del 1RM, lo cual supone una inversión de tiempo, estrés y fatiga para el atleta (Willardson, 2007; Willardson et al., 2010). Además, factores como la nutrición, el estrés o el descanso, pueden alterar el rendimiento diario en gran medida, provocando que la carga seleccionada no suponga realmente el porcentaje del 1RM con el que se pretendía entrenar (Bartholomew et al., 2008; Helms et al., 2014; Knowles et al., 2018). Por último, hay una gran diferencia en el número de repeticiones que es capaz de realizar cada atleta con un mismo porcentaje del 1RM, por lo que realizar un número fijo de repeticiones con un porcentaje

determinado de su 1RM, supondrá un estímulo completamente distinto para cada uno de ellos (Richens y Cleather, 2014; Shimano et al., 2006).

Además, en una reciente revisión sistemática con meta-análisis de Schoenfeld, Grgic et al. (2017) se observó que entrenar con cargas altas o bajas, desde el 30 al 80% del 1RM, era prácticamente igual de efectivo a la hora de ganar masa muscular mientras el carácter del esfuerzo fuera máximo, indicándonos que la intensidad absoluta no es tan importante como se había propuesto para la hipertrofia.

Este hallazgo se explica por el principio de *Henneman* (Figura 1), según el cual el reclutamiento y la fatiga de las unidades motoras, y por lo tanto la tensión mecánica, aumentan durante la serie según nos acercamos al fallo muscular concéntrico (Dankel et al., 2017; Helms et al., 2015), el punto en el que no somos capaces de realizar ni una repetición más sin perjudicar la técnica (Schoenfeld, 2010; Yoon et al., 2007). Esto sugiere que la cercanía al fallo, es decir, una elevada intensidad relativa, podría ser un requisito para lograr un adecuado estímulo hipertrófico (Schoenfeld y Grgic, 2019).

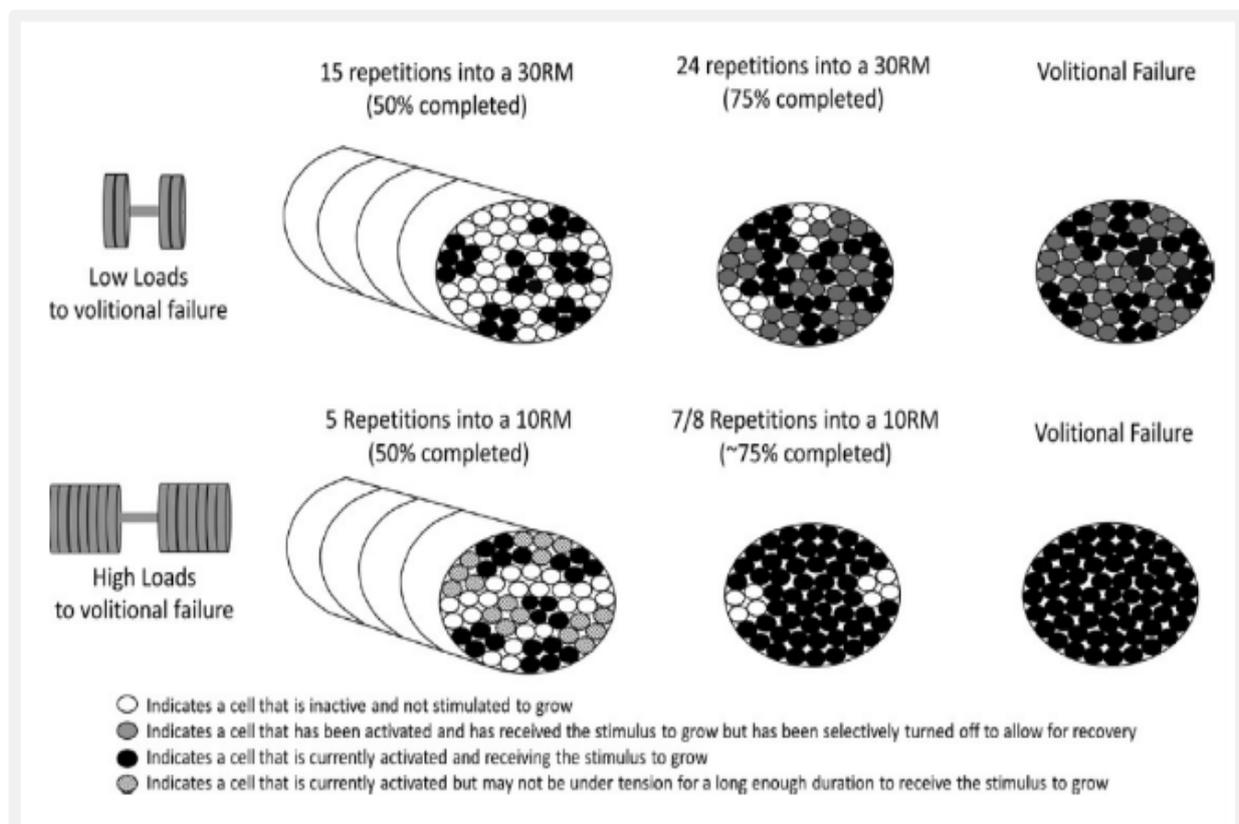


Figura 1. Representación teórica del principio de *Henneman*. Imagen extraída de Dankel et al. (2017).

Esto no implica que sea necesario llevar todas las series hasta el fallo muscular concéntrico para maximizar las ganancias de masa muscular, con un carácter del esfuerzo elevado parece ser suficiente, al menos en personas desentrenadas (Lacerda et al., 2020; Martorelli et al., 2017). Además, entrenar al fallo requiere de un gran esfuerzo mental y aumenta considerablemente el tiempo necesario para recuperar la función neuromuscular y la homeostasis metabólica y hormonal (Lacerda et al., 2020; Morán-Navarro et al., 2017), por lo que abusar de él puede generar una fatiga excesiva que impida al atleta entrenar con la frecuencia, el volumen o la intensidad necesaria (Wernbom et al., 2007), reduciendo así las ganancias de masa muscular a largo plazo e incluso aumentando el riesgo de lesión y de sobre-entrenamiento (Izquierdo et al., 2006; Schoenfeld, 2010; Willardson et al., 2010). Aun así, incorporar el entrenamiento al fallo de forma puntual y programada puede ser una buena herramienta para aumentar el estímulo del entrenamiento, sobre todo en atletas avanzados (Martorelli et al., 2017; Schoenfeld y Grgic, 2019).

Tras descubrir la importancia de la cercanía al fallo sobre la hipertrofia muscular, en los últimos años ha aumentado considerablemente el interés y el número de investigaciones en torno a la intensidad relativa y varios autores han empezado a defender su uso para programar y cuantificar la intensidad del entrenamiento de fuerza (Hackett et al., 2017; Helms et al., 2016; Zourdos et al., 2016), pues permite a los atletas ajustar al momento la carga en cada ejercicio a realizar a través de diferentes escalas de esfuerzo, de tal forma que puedan cumplir con el carácter del esfuerzo y el número de repeticiones programado (Graham y Cleather, 2019; Helms et al., 2017), evitando entrenar por encima o por debajo de sus capacidades, independientemente de las fluctuaciones en su rendimiento diario (Bartholomew et al., 2008; Helms et al., 2014; Knowles et al., 2018).

De las diferentes herramientas que podemos utilizar para medir la intensidad relativa, la más precisa parece ser el RIR (Helms et al., 2016). Esta escala se refiere a la cantidad de repeticiones que hemos dejado en una serie sin realizar, de todas las realizables (Zourdos et al., 2016). Por poner un ejemplo, un RIR 2 significaría realizar 8 repeticiones con una carga con la que seríamos capaces de realizar 10 repeticiones antes de fallar. Al comparar las escalas RIR y RPE, Hackett et al. (2012) observaron que la mayoría de atletas reportaba un RPE menor a 10 aun llegando al fallo muscular concéntrico, mientras que eran bastante precisos a la hora de calcular cuántas repeticiones les quedaban antes de fallar. Además, esta escala está más relacionada con el rendimiento que con el cansancio o la incomodidad percibidas, por lo que resulta útil para cuantificar la intensidad sea cual sea el estado anímico del atleta, tanto en los ejercicios multi-articulares como en los mono-articulares y tanto con cargas pesadas como ligeras (Hackett et al., 2017; Helms et al., 2016). Obviamente la utilización de esta escala requiere de cierto aprendizaje y los atletas avanzados serán por norma general más certeros a la hora de estimar dónde se encuentran sus propios límites, pero

atletas intermedios y novatos también han demostrado ser capaces de aplicarla de forma precisa si experimentan previamente lo que es un esfuerzo máximo (Hackett et al., 2017).

Todavía no hay suficientes estudios con personas entrenadas para establecer la intensidad relativa o el carácter del esfuerzo mínimo con el que se debe entrenar para lograr un estímulo adecuado para la hipertrofia, pero la mayoría de expertos recomiendan entrenar con menos de tres o cuatro repeticiones en recámara si se quieren maximizar las ganancias de masa muscular (Baz-Valle et al., 2018; Schoenfeld y Grgic, 2019), sobre todo cuando se entrena con cargas ligeras (Lasevicius et al., 2019).

Además de cumplir con esta recomendación, un programa de entrenamiento de fuerza adecuado para maximizar las ganancias de masa muscular debería plantear una progresión de esta intensidad relativa a lo largo del tiempo, reduciendo el número de repeticiones en recámara según pasan las semanas, con el fin de asegurar que el estímulo del entrenamiento continúe siendo efectivo y evitar el estancamiento (ACSM, 2009; Graham y Cleather, 2019). En este sentido, la progresión auto-regulada se ha mostrado superior a las progresiones preestablecidas, pues permite al atleta establecer el carácter del esfuerzo de la sesión en función de su nivel de recuperación y su disposición para entrenar, respetando así su propio ritmo de adaptación al entrenamiento de fuerza (Gomes et al., 2020; Mann et al., 2010).

Todo esto no implica que la intensidad absoluta carezca de importancia y que los entrenadores deban limitarse a programar el carácter del esfuerzo del entrenamiento. Aunque todavía no hay mucha evidencia al respecto, algunos estudios sugieren que el tipo de carga utilizada podría afectar a la respuesta al entrenamiento; el entrenamiento con cargas ligeras podría inducir una mayor hipertrofia de las fibras musculares tipo I mientras que el entrenamiento pesado podría inducir una mayor hipertrofia de las fibras musculares tipo II (Netreba et al., 2007, 2013; Vinogradova et al., 2013). Por lo que un atleta que desee maximizar sus ganancias de masa muscular a largo plazo podría beneficiarse de entrenar a lo largo de un espectro más amplio de repeticiones del que se viene acostumbrando en el culturismo tradicional (Schoenfeld, Grgic et al., 2017; Schoenfeld et al., 2014), programando distintos rangos de repeticiones en función de las características de los ejercicios (ACSM, 2009; Helms et al., 2015).

Por último, mencionar que a pesar de haber demostrado un efecto similar sobre la hipertrofia, ambos extremos del rango de repeticiones presentan sus propios inconvenientes a la hora de maximizar las ganancias de masa muscular (Schoenfeld, Grgic et al., 2017). Llegar al fallo con cargas muy pesadas produce una mayor fatiga central, requiere de descansos más largos entre series y podría aumentar el riesgo de lesión (Helms et al., 2015) además de haberse mostrado

ligeramente inferior a una intensidad moderada en cuanto a las ganancias de masa muscular (Schoenfeld et al., 2016). En el extremo contrario, llegar al fallo con cargas muy ligeras requiere de un mayor esfuerzo subjetivo (Fisher y Steele, 2017), podría producir una menor activación muscular por un exceso de fatiga (Yoon et al., 2007) y podría ser inferior también en cuanto a ganancias de masa muscular (Schoenfeld, Grgic et al., 2017). Por lo que el grueso del entrenamiento debería realizarse normalmente en un rango de repeticiones moderadas (Schoenfeld, Grgic et al., 2017).

Volumen de Entrenamiento

En el entrenamiento de fuerza, el volumen de entrenamiento se refiere a la *cantidad* de trabajo que ha realizado un atleta o un grupo muscular durante un periodo de tiempo determinado, ya sea un ejercicio, una sesión, una semana o un periodo más largo de entrenamiento, como puede ser un mesociclo o macrociclo completo (ACSM, 2009). Durante muchos años, éste se ha medido como el producto del número de series, repeticiones y carga utilizada, dando lugar al tonelaje total (Schoenfeld, 2010).

Sin embargo, esta forma de cuantificar el volumen del entrenamiento de fuerza ha recibido numerosas críticas en los últimos años por ser poco práctica, sobre todo cuando el objetivo del entrenamiento es la hipertrofia muscular (Baz-Valle et al., 2018). Entre otras cosas porque éste tonelaje total resulta mayor en los ejercicios multi-articulares y pesados en comparación con los ejercicios de aislamiento, lo cual nos lleva a sobreestimar su importancia a pesar de que su estímulo para la hipertrofia no siempre sea mayor (Brandão et al., 2020). De modo que el tonelaje total sin conocer el número de series y repeticiones realizadas para cada ejercicio, no nos ofrece demasiada información (Helms et al., 2015).

Algo similar ocurre con las recomendaciones de Helms et al. (2015), quienes propusieron realizar de 40 a 70 repeticiones por grupo muscular y sesión de entrenamiento para maximizar las ganancias de masa muscular, sin especificar en cuántas series debían repartirse estas repeticiones, lo cual puede dar lugar a entrenamientos diametralmente opuestos y con resultados completamente distintos.

Recientemente, Baz-Valle et al. (2018) encontraron una forma mucho más práctica de cuantificar y programar el volumen de entrenamiento, al observar que independientemente del tonelaje total, las series realizadas en un rango de entre 6 y 20 repeticiones con menos de 4 repeticiones en recámara, ofrecían un estímulo similar para la hipertrofia. Por lo que a partir de ahora utilizaremos el concepto de volumen de entrenamiento para referirnos al número de series realizadas cerca del fallo muscular por cada grupo muscular.

Volumen de Entrenamiento e Hipertrofia

El volumen de entrenamiento parece ser el principal determinante del aumento de la masa muscular a largo plazo, siempre que la intensidad sea la adecuada (Brigatto et al., 2019; Schoenfeld, Contreras et al., 2019; Schoenfeld, Ogborn y Krieger, 2017). Realizar múltiples series ofrece mayores ganancias de masa muscular que realizar una sola serie y el tamaño del efecto sobre la hipertrofia es mayor según aumenta el número de series realizadas (Krieger, 2010; Radaelli et al., 2015).

Aun así, también hay evidencia de que hacer demasiadas series en una sola sesión puede ser contraproducente a partir de cierto punto (Barbalho et al., 2019; Heaselgrave et al., 2019), pudiendo llegar a provocar pérdidas de masa muscular si este excesivo volumen de entrenamiento se mantiene en el tiempo (Barbalho et al., 2020).

Esto nos sugiere que la relación entre el volumen de entrenamiento y la hipertrofia toma la forma de una U invertida (Helms et al., 2015), como la que vemos en la Figura 2.

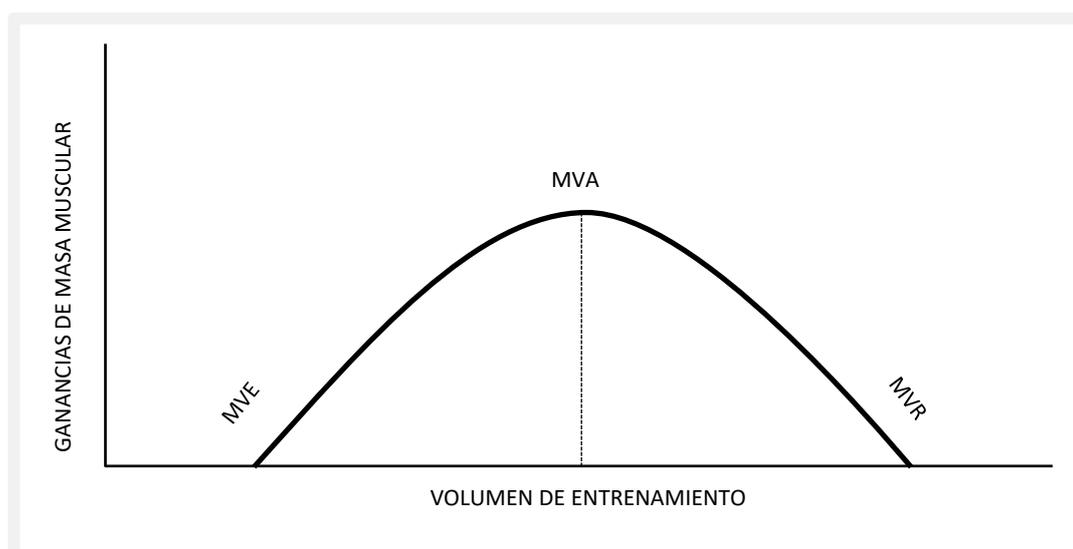


Figura 2. Representación teórica de la relación entre el volumen de entrenamiento y las ganancias de masa muscular. Figura de elaboración propia, adaptada de Helms et al. (2015).

En la parte izquierda de esta curva se encontraría el *Mínimo Volumen Efectivo* o *MVE*, la cantidad mínima de volumen de entrenamiento que debemos realizar para lograr ganancias sustanciales de masa muscular a lo largo del tiempo dentro de un contexto favorable, siendo las dosis de entrenamiento menores a esta insuficientes para ganar masa muscular, aunque si suficientes para mantenerla (Bickel et al., 2011; Radaelli et al., 2015).

En la parte superior de esta curva se encontraría el *Máximo Volumen Adaptativo* o *MVA*, la cantidad ideal de volumen de entrenamiento que nos ofrece las mayores ganancias de masa

muscular posibles dentro de un momento y contexto determinado, siendo los volúmenes de entrenamiento mayores o menores a éste, menos efectivos a la hora de ganar masa muscular en ese mismo contexto (Barbalho et al., 2019, 2020; Heaselgrave et al., 2019).

Por último, en la parte derecha de esta curva se encontraría el *Máximo Volumen Recuperable* o *MVR*, el máximo volumen de entrenamiento del cual somos capaces de recuperarnos y que nos permite continuar progresando. Un volumen mayor a este puede llegar a ser contraproducente, aumentando el riesgo de lesión, sobre-entrenamiento y pérdidas de masa muscular si se mantiene en el tiempo (Barbalho et al., 2020; Grandou et al., 2019).

Esta relación entre el volumen de entrenamiento y la hipertrofia no es genérica ni estable (ACSM, 2009). La respuesta individual de una persona al entrenamiento de fuerza dependerá tanto de su experiencia deportiva como de una multitud de factores genéticos (Ahtiainen et al., 2016; Erskine et al., 2010; Timmons, 2011), por lo que un mismo volumen de entrenamiento puede ser efectivo para un atleta, mientras que insuficiente (Heaselgrave et al., 2019) o excesivo para otros (Barbalho et al., 2019, 2020). Lo mismo ocurre con los distintos grupos musculares, los cuales tolerarán un mayor o menor volumen de entrenamiento en función de su arquitectura muscular y del entrenamiento anteriormente realizado (ACSM, 2009; Radaelli et al., 2015; Scarpelli et al., 2020). Factores como el estilo de vida, el descanso, el estrés o la nutrición también pueden afectar a la recuperación y al volumen de entrenamiento que es capaz de tolerar un atleta en un momento determinado de su carrera deportiva (Bartholomew et al., 2008; Helms et al., 2014; Knowles et al., 2018)

Dado que el volumen de entrenamiento ideal variará entre atletas, grupos musculares y a lo largo del tiempo, para lograr el máximo desarrollo muscular posible de un culturista avanzado será necesario estudiar su respuesta individual ante diferentes volúmenes de entrenamiento y encontrar su propio *mínimo volumen efectivo*, *máximo volumen adaptativo* y *máximo volumen recuperable* para cada uno de los distintos grupos musculares (Ahtiainen et al., 2016; Barbalho et al., 2019; Helms et al., 2015).

Mínimo Volumen Efectivo

Sabemos que las personas desentrenadas pueden lograr un aumento sustancial de la masa muscular con volúmenes de entrenamiento tan bajos como 1 serie por sesión y grupo muscular (Krieger, 2010). En cambio, atletas con experiencia y un mayor desarrollo muscular pueden necesitar un mínimo de 3 a 6 series por sesión y grupo muscular, incluso más en ciertos casos, para lograr un

estímulo hipertrofico suficiente que les permita continuar progresando (Heaselgrave et al., 2019; Kessinger et al., 2020; Radaelli et al., 2015).

Basándose en estas cifras orientativas, un culturista podría reservar ciertos períodos de entrenamiento durante la temporada no competitiva, durante los cuales mantuviera un volumen de entrenamiento relativamente bajo para ciertos grupos musculares y comprobar al final de este periodo si ese volumen ha sido el suficiente para provocar un ligero aumento de masa muscular (Bickel et al., 2011).

Una vez encontrado este umbral, el atleta sabrá cuál es el límite inferior de volumen de entrenamiento con el que deberá empezar cada ciclo de entrenamiento, si desea asegurar un estímulo adecuado para la hipertrofia muscular (Radaelli et al., 2015).

Los atletas no tienen por qué preocuparse de perder masa muscular o estancarse en estos períodos de bajo volumen de entrenamiento. Bickel et al. (2011) demostraron que la fuerza y la hipertrofia muscular se pueden mantener hasta con una tercera parte del volumen de entrenamiento que en su momento provocó las adaptaciones y períodos con volúmenes de entrenamiento más bajos no parecen perjudicar el resultado final siempre que a la larga se iguale el trabajo realizado (Ogasawara et al., 2013).

Máximo Volumen Recuperable

En dos recientes estudios de Barbalho et al. (2019, 2020) se observó una reducción en las ganancias de masa muscular e incluso una pérdida de masa muscular a largo plazo, en atletas que realizaban más de 10 series por sesión y grupo muscular. Sin embargo, otros estudios con frecuencias más altas de entrenamiento no han encontrado un límite superior para el volumen de entrenamiento semanal del que un atleta se pueda beneficiar (Brigatto et al., 2019; Radaelli et al., 2015; Schoenfeld, Contreras et al., 2019).

Basandose en estas cifras orientativas, un culturista podría reservar ciertos períodos de entrenamiento durante la temporada no competitiva, durante los cuales aumentará progresivamente el volumen de entrenamiento semanal de uno o varios grupos musculares, monitorizando tanto sus cambios físicos como su rendimiento y sus niveles de recuperación, hasta encontrar el punto en el que estos empiezan a decaer (Grandou et al., 2019). Una vez encontrado este umbral, el atleta sabrá cuál es el límite superior de volumen de entrenamiento semanal que no debería exceder a lo largo de un ciclo de entrenamiento si no quiere comprometer la calidad del

entrenamiento, su progreso y sus niveles de recuperación (Barbalho et al., 2019, 2020; Heaselgrave et al., 2019).

Mientras se llevan algunos grupos musculares hasta su máximo volumen recuperable es recomendable aprovechar para encontrar el mínimo volumen efectivo de otros grupos musculares, con el fin de mantener a raya el volumen de entrenamiento total realizado y reducir así el riesgo de lesión y sobre-entrenamiento (Grandou et al., 2019; Helms et al., 2015).

Máximo Volumen Adaptativo

Recientemente, Barbalho et al. (2019, 2020) encontraron que las mayores ganancias de masa muscular en personas entrenadas se daban entre las 5 y 10 series efectivas por sesión y grupo muscular, mientras que estudios con frecuencias más altas de entrenamiento han observado que algunos atletas se podrían beneficiar de realizar más de 30 series semanales por grupo muscular (Brigatto et al., 2019; Radaelli et al., 2015; Schoenfeld, Contreras et al., 2019).

Aunque no está muy claro aún cuál es el volumen de entrenamiento ideal para maximizar la hipertrofia de cada grupo muscular, lo que sí está claro es que se encuentra entre el *Mínimo Volumen Efectivo* y el *Máximo Volumen Recuperable* y que no es estable, pues según nos vayamos adaptando al entrenamiento realizado y el estímulo que nos ofrezca éste disminuya, deberemos aumentar progresivamente el volumen de entrenamiento realizado para continuar exprimiendo las máximas ganancias de masa muscular posibles (ACSM, 2009; Scarpelli et al., 2020).

Es por ello que algunos autores han propuesto que en lugar de buscar activamente este *Máximo Volumen Adaptativo o volumen de entrenamiento ideal*, para maximizar las ganancias de masa muscular a largo plazo resulta más práctico plantear una progresión del volumen de entrenamiento a lo largo de uno o varios mesociclos, desde el mínimo efectivo hasta el máximo recuperable (Helms et al., 2015; Scarpelli et al., 2020). De esta forma nos aseguraremos de que todos los entrenamientos del mesociclo están suponiendo como mínimo un estímulo efectivo para la ganancia o el mantenimiento de la masa muscular y que ninguno de ellos está superando nuestras capacidades de recuperación (ACSM, 2009; Grandou et al., 2019). Además, con esta estrategia es probable que la gran mayoría de entrenamientos realizados queden cerca de nuestro *Máximo Volumen Adaptativo*, ya que al inicio de los mesociclos éste estará cerca de nuestro *Mínimo Volumen Efectivo* y según avanza el mesociclo y nos adaptemos al estímulo recibido, estará más cerca del *Máximo Volumen Recuperable* (ACSM, 2009; Helms et al., 2015; Scarpelli et al., 2020).

Frecuencia de Entrenamiento

La frecuencia de entrenamiento se refiere al número de veces que se ha practicado un movimiento o se ha realizado un tipo de entrenamiento en un período de tiempo determinado y desde el punto de vista de la hipertrofia, cobra especial importancia el número de veces que se ha entrenado cada grupo muscular a la semana (Schoenfeld, Grgic y Krieger, 2019).

Podemos entender la frecuencia como una herramienta para organizar el trabajo realizado por cada grupo muscular (Helms et al., 2015). Aumentar la frecuencia de entrenamiento, si el volumen por sesión se mantiene estático, puede aumentar drásticamente el volumen de entrenamiento realizado de forma semanal, mientras que dividir un mismo volumen de entrenamiento semanal en más sesiones, puede permitirnos realizar esta misma cantidad de trabajo con una menor fatiga en cada sesión (Dankel et al., 2016).

Hasta no hace mucho se pensaba que para maximizar las ganancias de masa muscular se debía entrenar cada grupo muscular de dos a tres veces por semana y respetar un descanso mínimo de 48 horas entre entrenamientos de un mismo grupo muscular (ACSM, 2009; Helms et al., 2015).

No obstante, en la reciente revisión sistemática con meta-análisis de Schoenfeld, Grgic y Krieger (2019) se determinó que la frecuencia de entrenamiento no era un factor decisivo para la hipertrofia muscular siempre que el volumen de entrenamiento semanal estuviera igualado. En cambio, cuando este no lo estaba, las frecuencias más altas de entrenamiento favorecían un mayor desarrollo muscular a largo plazo.

Esto respalda la teoría de que el principal determinante de la hipertrofia es el volumen de entrenamiento y que el máximo volumen de entrenamiento que podemos tolerar por sesión es menor al máximo volumen de entrenamiento del que podemos beneficiarnos de forma semanal (Barbalho et al., 2019, 2020; Schoenfeld, Contreras et al., 2019). En consecuencia, una frecuencia más alta de entrenamiento podría permitirnos acomodar un mayor número de series efectivas a la semana, sin llegar a comprometer la calidad de cada entrenamiento ni superar nuestro máximo volumen recuperable por sesión, como se puede observar en la Figura 3 (Dankel et al., 2016). Esto nos permitiría lograr un mayor desarrollo muscular a largo plazo siempre que no nos excediéramos con el volumen de entrenamiento acumulado a lo largo de la semana (Heaselgrave et al., 2019; Schoenfeld, Contreras et al., 2019; Schoenfeld, Ogborn y Krieger, 2017).

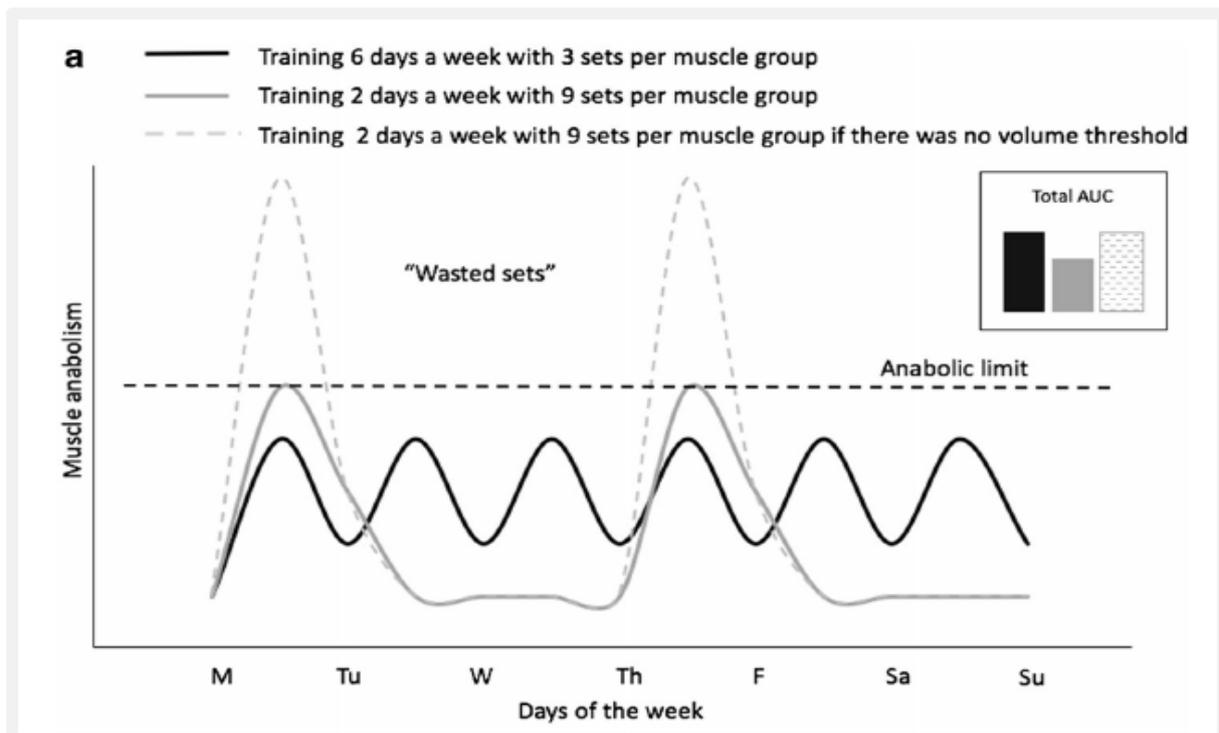


Figura 3. Representación teórica de la relación entre la frecuencia y el volumen de entrenamiento realizado por sesión y de forma semanal. Imagen extraída de Dankel et al. (2016).

Sin embargo, Kessinger et al. (2020) observaron que en atletas entrenados, dividir un mismo volumen de entrenamiento semanal en demasiadas sesiones podría reducir las ganancias de masa muscular a largo plazo. Esto confirma la existencia de un umbral inferior para el volumen de entrenamiento, un mínimo de series efectivas que se deben realizar en cada sesión para lograr un estímulo hipertrófico adecuado (Heaselgrave et al., 2019; Radaelli et al., 2015). Por lo tanto, si no viene acompañada de un aumento en el volumen de entrenamiento, una frecuencia muy alta puede impedir que lleguemos a este mínimo volumen efectivo por sesión y perjudicar así las ganancias de masa muscular a largo plazo (Kessinger et al., 2020).

En resumen, una frecuencia alta de entrenamiento parece beneficiosa para maximizar las ganancias de masa muscular siempre que venga acompañada de un aumento equivalente en el volumen de entrenamiento, por lo que podría ser interesante para los grupos musculares que tienen una mayor tolerancia al volumen de entrenamiento y en especial durante el período no competitivo (Dankel et al., 2016; Heaselgrave et al., 2019; Schoenfeld, Contreras et al., 2019). En cambio, para los grupos musculares o períodos en los que se realice un bajo volumen de entrenamiento, parece recomendable utilizar una frecuencia más baja de entrenamiento, para asegurar un adecuado estímulo hipertrófico en cada sesión (Kessinger et al., 2020; Radaelli et al., 2015).

De todas formas, algunos individuos responden mejor a frecuencias altas de entrenamiento, mientras que otros responden mejor a frecuencias bajas de entrenamiento, independientemente del volumen de entrenamiento realizado (Damas et al., 2019). Además, no todos los grupos musculares se recuperan al mismo ritmo (Korak et al., 2015). Hasta la intensidad del entrenamiento o la selección de ejercicios pueden variar el tiempo necesario para la recuperación entre sesiones (Korak et al., 2015; Morán-Navarro et al., 2017). Por lo tanto, igual que con el resto de variables, la frecuencia de entrenamiento debería acomodarse siempre a la respuesta individual del atleta en cuestión (Helms et al., 2015).

En lo que respecta a la frecuencia general del entrenamiento de fuerza, no parece ser tan determinante para la hipertrofia como lo es la frecuencia con la que se entrena cada grupo muscular (Schoenfeld, Grgic y Krieger, 2019). Aun así, a lo largo de la sesión de entrenamiento se va acumulando la fatiga y va decayendo el rendimiento, por lo que en el caso de los culturistas avanzados que realicen altos volúmenes de entrenamiento, sería adecuado dividir el trabajo semanal en múltiples sesiones para asegurar la calidad de cada entrenamiento (Goessler y Polito, 2013; Romano et al., 2013).

Descansos entre series

En el entrenamiento de fuerza se denomina intervalo o tiempo de descanso al período entre series que dedica el atleta a la recuperación (Grgic et al., 2017). Ésta se considera una de las variables clave para la hipertrofia por sus efectos sobre la fatiga, el rendimiento y la respuesta hormonal al entrenamiento (ACSM, 2009; Grgic et al., 2017; Helms et al., 2015).

Durante el descanso entre series, se da la reposición del ATP y la fosfocreatina utilizados, el taponamiento de los iones de hidrógeno acumulados por la contracción muscular y el reciclaje del lactato acumulado por el metabolismo anaeróbico que predomina en el entrenamiento de fuerza, posibilitando así la realización de las posteriores series y ejercicios (Grgic et al., 2017; Ratamess et al., 2007).

En su revisión de 2015, Helms et al. señalaron que para permitir una adecuada recuperación entre series y maximizar las ganancias de masa muscular a largo plazo, era recomendable descansar entre uno y tres minutos después de cada serie, aconsejando descansos de menos de dos minutos para los ejercicios mono-articulares y descansos de hasta tres minutos para los ejercicios multi-articulares y pesados.

Sin embargo, entre los culturistas es bastante habitual el uso de descansos de 30 a 60 segundos entre series (Hackett et al., 2013). Este comportamiento podría estar motivado por la tradicional creencia de que los descansos incompletos inducen un mayor estrés metabólico y una mayor respuesta hormonal posterior al ejercicio, generando un entorno anabólico idóneo para maximizar la respuesta hipertrófica al entrenamiento (ACSM, 2009).

Aunque es cierto que los descansos inferiores a un minuto pueden inducir un aumento agudo de los niveles circulantes de ciertas hormonas anabólicas como la testosterona, la hormona de crecimiento y el IGF-1 (McKendry et al., 2016; Willardson, 2006), también aumentan los niveles circulantes de otras hormonas catabólicas como son la corticotropina y el cortisol (de Salles et al., 2009). Además, los últimos estudios al respecto no han observado ninguna relación entre las ganancias de masa muscular a largo plazo y la respuesta hormonal posterior al ejercicio, por lo que reducir intencionadamente los tiempos de descanso con el objetivo de acentuar esta última no parece de especial utilidad (West et al., 2010; West y Phillips, 2012).

De hecho, esta estrategia podría llegar a comprometer las ganancias de masa muscular a largo plazo (Grgic et al., 2017). Reducir los descansos entre series puede impedir la restauración completa de los niveles de ATP y fosfocreatina intracelulares (McMahon y Jenkins, 2002), generar

unos mayores niveles de fatiga central, perjudicar el rendimiento de las series posteriores y reducir el volumen total de entrenamiento realizado (de Salles et al., 2009; Ratamess et al., 2007).

Si queremos garantizar la recuperación fisiológica y psicológica después de cada serie, mantener el rendimiento a lo largo de la sesión y acumular un mayor volumen de entrenamiento total, parece acertado realizar descansos más extensos, de hasta cinco minutos entre series (de Salles et al., 2009; McMahon y Jenkins, 2002; Ratamess et al., 2007). Además, los descansos completos parecen inducir un mayor aumento de la síntesis protéica miofibrilar posterior al entrenamiento (McKendry et al., 2016) lo cual podría traducirse en una mayor hipertrofia muscular a largo plazo (Phillips, 2014). Su único inconveniente es que aumentan significativamente la duración del entrenamiento, lo cual puede ser un problema para los atletas recreacionales, pero no debería serlo para los culturistas competitivos que tienen como objetivo maximizar sus ganancias de masa muscular (Grgic et al., 2017).

De todas formas, no todos los ejercicios ni todas las series de un mismo ejercicio requieren del mismo descanso (Goessler y Polito, 2013; Morán-Navarro et al., 2017). Los ejercicios multi-articulares y pesados producen mayores niveles de fatiga y se benefician de los descansos prolongados en mayor medida que los ejercicios mono-articulares y ligeros (Goessler y Polito, 2013; Senna et al., 2011, 2016). Lo mismo ocurre con las series llevadas al fallo o muy cerca de este (Morán-Navarro et al., 2017; Wernbom et al., 2007). Por otro lado, la fatiga acumulada va aumentando a lo largo de la sesión y las últimas series de cada ejercicio requieren de un descanso mayor que las primeras para mantener el rendimiento (de Salles et al., 2016; Goessler y Polito, 2013; Senna et al., 2011). Los descansos auto-regulados se han mostrado prometedores en este aspecto, al ofrecer al atleta la oportunidad para adaptar el descanso de cada serie en función de sus niveles de fatiga y de la dificultad técnica de cada ejercicio, siendo igual de eficaces para mantener el rendimiento a lo largo de la sesión que los descansos pre-establecidos, pero con una menor inversión de tiempo total (de Salles et al., 2016; Goessler y Polito, 2013).

OBJETIVO

Este trabajo pretende analizar las diferentes estrategias de entrenamiento llevadas a cabo por los culturistas naturales durante el proceso de pérdida de grasa y ofrecer una propuesta práctica respaldada por la evidencia científica para maximizar el mantenimiento o las posibles ganancias de masa muscular a lo largo de la preparación para una competición de culturismo natural.

METODOLOGÍA

Búsqueda estratégica

La búsqueda de la literatura científica fue llevada a cabo durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2019 en las bases de datos de PubMed y Scopus en inglés y español. Fueron excluidas las respuestas de autor, las citas sobre conferencias y todos los artículos anteriores al 1 de Enero del 2000.

Las siguientes palabras clave combinadas con los diferentes operadores booleanos fueron buscadas tanto en el título como en el resumen de los artículos de ambas bases de datos: Bodybuild* AND (“Contest” OR “Preparation” OR “Competition”).

Criterios de inclusión

Los estudios resultantes fueron almacenados y se realizó un primer descarte con aquellos que en el título o en el resumen no hicieran alusión hacia al tema objetivo. Se recogieron todos los estudios de intervención con culturistas masculinos que no hubieran hecho uso de fármacos ilegales en los últimos dos años, que se estuvieran preparando para una competición de culturismo que tuviera lugar en los próximos 12 meses y que reportaran tanto la evolución de su composición corporal a lo largo de la preparación como las estrategias de entrenamiento y nutrición llevadas a cabo para lograr el físico de competición.

Identificación y selección de estudios

La estrategia de búsqueda reportó un total de 185 estudios. Después de la eliminación de 51 duplicados, quedaron 134 de los cuales 12 fueron determinados como potencialmente relevantes en base a la información recogida en el título y en el resumen. Finalmente se determinó que tan solo 6 cumplían con los criterios de inclusión establecidos (Figura 4).

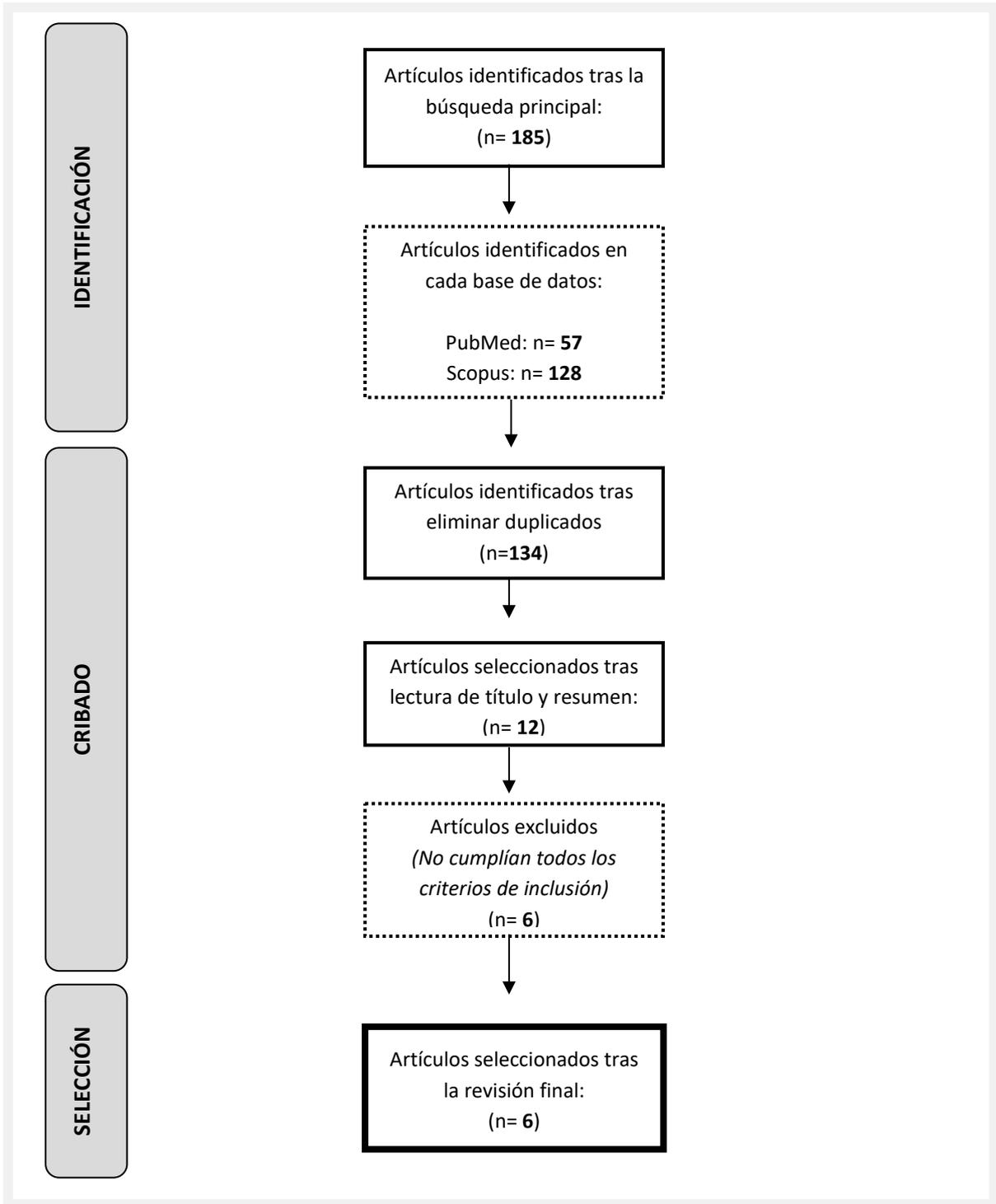


Figura 4. Diagrama de flujo de la estrategia de búsqueda y selección de artículos.

RESULTADOS

El estudio de Mäestu et al. (2010) analizó el perfil hormonal y la composición corporal a través de densitometría ósea o DXA (del inglés *Dual-energy X-ray Absorptiometry*) de 14 culturistas naturales durante un periodo de 11 semanas. La mitad de ellos se estaban preparando para una competición nacional de culturismo que tendría lugar en la semana 11. Respecto al entrenamiento solo se reportó la cantidad de minutos semanales dedicados al entrenamiento de fuerza y al entrenamiento cardiovascular: El volumen del entrenamiento de fuerza se mantuvo alrededor de los 300 minutos semanales, mientras que el cardiovascular pasó de los 300 a los 600 minutos semanales aproximadamente a lo largo de la preparación. Los competidores restringieron la dieta y aumentaron el gasto energético diario de forma individualizada para lograr una pérdida de peso aproximada de 370 gr o 0,4% a la semana, comenzando la intervención con un déficit de unas 200 kcals diarias y aumentándolo hasta llegar a un déficit de unas 950 kcals diarias al final de esta. A través de la intervención los competidores lograron reducir su porcentaje de grasa corporal de un 9,6% a un 6,5% y apenas sufrieron pérdidas de masa magra (1 kg o 1,5%). Lo que si sufrieron fueron reducciones significativas en los niveles sanguíneos de testosterona (de 20,3 a 17,2 nmol/L), insulina (de 4,2 a 2,3 mU/L) e IGF-1 (de 198,1 a 152,8 mg/L).

En el estudio de Rossow et al. (2013) se analizó el perfil hormonal, la composición corporal a través de DXA, el rendimiento a través del 1RM y el perfil anímico a través de la escala POMS (del inglés *Profile of Mood States*) de un culturista profesional durante los 6 meses anteriores y posteriores a una competición de culturismo natural. El atleta realizó semanalmente cuatro entrenamientos de fuerza de un poco más de una hora de duración y entrenó cada grupo muscular dos veces a la semana. También realizó una sesión de 40 minutos de entrenamiento interválico de alta intensidad o HIIT (del inglés *High Intensity Interval Training*) y una sesión de 30 minutos de entrenamiento aeróbico continuo de baja intensidad o LISS (del inglés *Low Intensity Interval Training*) a la semana. La dieta se fue ajustando periódicamente para lograr una pérdida de peso aproximada de 500 gr o 0,5% a la semana. A través de la intervención logró reducir su porcentaje de grasa de un 14,8% a un 4,5% y sufrió una pérdida de masa magra de 3,4 kg o de un 3,9%. También sufrió un aumento de los niveles de cortisol sanguíneos (de 10,52 a 21,07 µg/dL) y una reducción drástica de los niveles de testosterona e insulina sanguíneos (de 9,22 a 2,27 ng/mL y de 6,08 a 1,06 µU/mL respectivamente) además de un aumento de la fatiga y una reducción del vigor percibidos a través de la escala POMS y una reducción significativa de su 1RM en sentadilla (-13,8%), press banca (-8,4%) y peso muerto (-7,0%).

Kistler et al. (2014) analizaron la composición corporal a través de DXA de un culturista profesional durante las 26 semanas previas a una competición de culturismo natural. El atleta realizó cinco entrenamientos de fuerza a la semana con una duración aproximada de 1-1,5 horas por sesión. Entrenó dos veces a la semana cada grupo muscular, el primer día en un rango de 3 a 8 repeticiones y el segundo día en un rango de 8 a 15 repeticiones. Esta cantidad de entrenamiento de fuerza se mantuvo igual a lo largo de toda la preparación. En cuanto al entrenamiento cardiovascular, pasó de realizar dos sesiones de 40 minutos de HIIT a la semana, a realizar cuatro sesiones de 60 minutos de HIIT y dos sesiones de 30 minutos de LISS a la semana. La dieta se fue ajustando periódicamente para lograr una pérdida de peso aproximada de 540 gr o 0,6% a la semana. A través de la intervención logró reducir su porcentaje graso de un 17,5% a un 7,4% y sufrió una pérdida de masa magra de 6,6 kg o de un 8,8%.

En el estudio de Robinson et al. (2015) se analizó la composición corporal a través de pliegues subcutáneos y el estado anímico a través de la escala BRUMS (del inglés *Brunel Mood Scale*) de un culturista natural durante las 14 semanas previas a su primera competición de culturismo. El atleta realizó cuatro entrenamientos de fuerza y entreno dos veces cada grupo muscular a la semana. Cada entrenamiento de fuerza consistía en 6-8 ejercicios, en los cuales realizaba 4-5 series en un rango de 8-10 repeticiones. Además, a lo largo de la preparación se fueron implementando varias sesiones semanales de HIIT y LISS con el objetivo de lograr el déficit calórico deseado sin reducir demasiado la ingesta calórica. El déficit energético fue aumentando desde las 500 hasta las 1000 kcal diarias y la pérdida de peso corporal fue de 830 gr o 0,98% a la semana. A través de la intervención logró reducir su porcentaje graso de un 14% a un 6,7% y sufrió una pérdida de masa magra de 5 kg o de un %6,7. El atleta también sufrió un ligero aumento de la fatiga y una reducción del vigor percibido dentro de los rangos saludables de la escala BRUMS.

Pardue et al. (2017) analizaron el perfil hormonal y la composición corporal a través de DXA de un culturista natural durante los 8 meses previos a una competición. El atleta realizó entre cinco y seis entrenamientos de fuerza y entrenó cada grupo muscular dos veces a la semana. Utilizó una combinación de ejercicios mono y multi-articulares y trabajó en un rango de 4 a 25 repeticiones. A lo largo de la intervención fue aumentando el entrenamiento cardiovascular hasta acabar realizando dos sesiones de 20 minutos de HIIT y cuatro sesiones de 30 minutos de aeróbico continuo de intensidad moderada a la semana. La dieta se fue ajustando periódicamente para lograr una pérdida de peso aproximada de 270 gr o 0,3% a la semana. A través de la intervención logró reducir su porcentaje graso de un 13,8% a un 5,1% y apenas sufrió pérdidas de masa magra (0,9 kg o 1,2%). Lo que si sufrió fue una reducción drástica de los niveles de testosterona en sangre (de 623 a 173 ng/dL).

Finalmente Mitchell et al. (2018) analizaron el perfil hormonal y la composición corporal a través de DXA de nueve culturistas durante las 16 semanas previas a una competición de culturismo natural. Respecto al entrenamiento de fuerza solo se reportó el tonelaje total realizado a la semana y este sufrió una reducción no intencional de 82.461 a 66.553 kg a lo largo de la preparación. El ejercicio aeróbico aumentó a lo largo de la preparación de 65 a 143 minutos semanales. La dieta se fue ajustando periódicamente para lograr una pérdida de peso aproximada de 250 gr o 0,3% a la semana. A través de la intervención los culturistas lograron reducir su porcentaje graso de un 10,6% a un 6,6%. Durante las primeras 8 semanas de la preparación lograron ligeros aumentos de masa magra (0,4 kg o 0,5%), pero durante las 8 últimas perdieron un poco más de lo ganado (0,9kg o 1,2%). También sufrieron una reducción significativa de los niveles sanguíneos de testosterona (de 16,4 a 10,1 nmol/L), insulina (de 24,1 a 18,0 pmol/L) e IGF-1 (de 27,0 a 19,9 nmol/L).

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo sugieren que las distintas estrategias de entrenamiento y nutrición llevadas a cabo por los atletas de las intervenciones revisadas, son igualmente válidas para reducir su porcentaje de grasa corporal hasta los niveles requeridos en una competición de culturismo natural (Kistler et al., 2014).

Sin embargo, también muestran la cara oculta del culturismo natural. Todas las intervenciones revisadas, independientemente de la dieta y el entrenamiento realizado, reportan la aparición de signos y síntomas como el aumento de la fatiga y la reducción del vigor (Robinson et al., 2015; Rossow et al., 2013), la pérdida de fuerza (Mitchell et al., 2018; Rossow et al., 2013), el aumento del cortisol y la reducción de los niveles de testosterona, insulina e IGF-1 en sangre entre sus atletas a lo largo de la preparación (Mäestu et al., 2010; Mitchell et al., 2018; Pardue et al., 2017). Estos están estrechamente relacionados con el síndrome de sobre-entrenamiento (Cadeiani et al., 2020; Grandou et al., 2019) y parecen inevitables cuando se pretende llegar a porcentajes de grasa extremadamente bajos sin el uso de hormonas exógenas u otros fármacos ilegales (Fagerberg, 2018).

Bajo estas condiciones no es de extrañar que prácticamente todos los culturistas sufrieran pérdidas de masa magra a lo largo de la preparación (Kistler et al., 2014; Robinson et al., 2015; Rossow et al., 2013), si bien es cierto que las intervenciones que implementaron pérdidas de peso más lentas fueron también las que observaron menores pérdidas de masa muscular entre sus atletas (Mäestu et al., 2010; Mitchell et al., 2018; Pardue et al., 2017). Esto concuerda con los hallazgos de la revisión de Fagerberg (2018) en la que se observó que a mayor déficit calórico, más comprometido se veía el entrenamiento, el perfil hormonal y la masa muscular de los deportistas.

No obstante, no tenemos suficiente información como para responsabilizar exclusivamente a la intervención nutricional de las pérdidas de masa magra sufridas por los culturistas durante la preparación. De hecho, uno de los hallazgos más llamativos de este trabajo es que ninguna de las intervenciones examinadas expuso de forma detallada el entrenamiento de fuerza llevado a cabo por los atletas, cuando sabemos que este es el principal responsable del mantenimiento de la masa muscular durante un déficit calórico (Helms et al., 2015). El volumen de entrenamiento, siendo la variable determinante de las ganancias de masa muscular a largo plazo (Schoenfeld, Ogborn y Krieger, 2017), se expresó como tonelaje total o como minutos semanales de entrenamiento de fuerza en casi todos los estudios (Kistler et al., 2014; Mäestu et al., 2010; Mitchell et al., 2018; Rossow et al., 2013), lo que nos ofrece muy poca información, mientras que el único estudio que

mencionó el número de series y ejercicios realizados por sesión, no expresó cuántos correspondían a cada uno de los grupos musculares (Robinson et al., 2015). Por otro lado, sabemos que en tres de las intervenciones el entrenamiento se realizó dentro del rango de 3 a 25 repeticiones (Kistler et al., 2014; Pardue et al., 2017; Robinson et al., 2015), el cual ha demostrado ser efectivo para las ganancias de masa muscular (Schoenfeld, Grgic et al., 2017), pero en ninguna intervención se mencionó la cercanía al fallo o el carácter del esfuerzo de cada serie, a pesar de que este juega un papel clave en la hipertrofia y en la fatiga generada por el entrenamiento (Morán-Navarro et al., 2017; Schoenfeld y Grgic, 2019). Tampoco se hizo alusión a los descansos entre series utilizados en ninguna de las intervenciones y solo se mencionó utilizar una combinación de ejercicios mono y multi-articulares en una intervención (Pardue et al., 2017). La variable mejor descrita fue la frecuencia de entrenamiento, pues en la mayoría de intervenciones se indicó realizar de cuatro a seis entrenamientos de fuerza semanales con un mínimo de dos sesiones para cada grupo muscular (Mitchell et al., 2018; Pardue et al., 2017; Robinson et al., 2015; Rossow et al., 2013), lo cual coincide con las recomendaciones habituales para maximizar las ganancias de masa muscular (Helms et al., 2015; Schoenfeld, Grgic y Krieger, 2019), pero por sí solo no nos ofrece suficiente información como para valorar la calidad de los entrenamientos realizados (ACSM, 2009).

También resulta curioso que muchas de las intervenciones parezcan otorgarle mayor importancia al entrenamiento cardiovascular que al entrenamiento de fuerza, hasta el punto de llegar a realizar más de 300 minutos y hasta seis sesiones de entrenamiento cardiovascular de diferentes intensidades a la semana (Kistler et al., 2014; Mäestu et al., 2010; Pardue et al., 2017). Este se suele agregar al entrenamiento de los culturistas con el fin de aumentar su gasto energético y por ende su déficit calórico diario sin necesidad de reducir aún más su ingesta calórica, pues cuanto menor es el porcentaje de grasa de los atletas, mayor es su sensación de hambre y deseo de comer (Fagerberg, 2018; Helms et al., 2015). Aun así, realizar grandes volúmenes de entrenamiento cardiovascular podría atenuar el estímulo anabólico del entrenamiento de fuerza y acentuar así la pérdida de masa muscular (Wilson et al., 2012), más aún si se acompaña de un déficit calórico agresivo y de un entorno hormonal empobrecido (Fagerberg, 2018). Además, la fatiga generada por el entrenamiento cardiovascular podría comprometer directamente la calidad del entrenamiento de fuerza (Helms et al., 2015), especialmente si se hace en ayunas y antes de la sesión de fuerza, como en la intervención de Robinson et al. (2015). Por lo tanto, aunque el entrenamiento cardiovascular pueda jugar un papel relevante a la hora de alcanzar porcentajes de grasa extremadamente bajos en los últimos estadios de una definición, jamás debería constituir el núcleo del entrenamiento de una preparación para culturismo natural (Helms et al., 2015). Este debería realizarse en la menor medida posible y preferiblemente después o de forma independiente al entrenamiento de fuerza, con el fin de minimizar el fenómeno de interferencia (Wilson et al., 2012).

Debido a que los estudios reportaban estrategias a priori sub-óptimas para mantener las ganancias de masa muscular y teniendo en cuenta que las pérdidas de masa magra de algunos atletas fueron marginales a pesar de haber realizado grandes volúmenes de entrenamiento cardiovascular (Mäestu et al., 2010; Mitchell et al., 2018; Pardue et al., 2017), cabe preguntarse si estos mismos atletas podrían haber evitado estas pérdidas de masa magra o incluso haber experimentado ligeras ganancias de masa muscular, como las observadas en la primera mitad de la intervención de Mitchell et al. (2018), si hubieran limitado el entrenamiento cardiovascular y le hubieran ofrecido mayor importancia al entrenamiento de fuerza.

Para lograr esto, su programa de entrenamiento debería respetar los mismos principios de especificidad, variedad y sobrecarga progresiva que durante la fase no competitiva (ACSM, 2009; Schoenfeld, 2010), si bien sería conveniente manipular alguna de sus variables con el fin de acomodar la fatiga y el estímulo del entrenamiento a los cambios fisiológicos y psicológicos sufridos por los atletas durante un déficit calórico (Fagerberg, 2018; Helms et al., 2015).

En primer lugar, será vital que durante la preparación el carácter de esfuerzo de todas las series realizadas sea elevado ($RIR < 4$) y vaya en aumento a lo largo de las semanas para garantizar un estímulo adecuado (Graham y Cleather, 2019; Schoenfeld y Grgic, 2019), pero parece prudente limitar el número de series llevadas al fallo y reservar estas para los ejercicios mono-articulares y las cargas ligeras, con el fin de mantener la fatiga bajo control (Lacerda et al., 2020; Morán-Navarro et al., 2017). También sería conveniente que el atleta llevase a cabo una progresión en el número de series realizadas por grupo muscular a la semana (ACSM, 2009; Scarpelli et al., 2020), teniendo en cuenta que cuanto mayor sea el déficit calórico soportado o más avanzado esté en la definición, el mínimo volumen de entrenamiento que necesitará para lograr un estímulo adecuado será mayor y el máximo volumen de entrenamiento que podrá tolerar será menor (Helms et al., 2015), al encontrarse en un entorno cada vez menos anabólico y con una peor recuperación entre sesiones (Fagerberg, 2018). La progresión auto-regulada resulta idónea en este contexto, al permitir al atleta adecuar el volumen y la intensidad del entrenamiento a lo largo de la preparación en función de cómo progresen su rendimiento y sus niveles de recuperación (Gomes et al., 2020; Mann et al., 2010). Respecto a la frecuencia, parece sensato evitar los extremos y limitarse a entrenar cada grupo muscular de dos a tres veces a la semana (Schoenfeld, Grgic y Krieger, 2019), con el fin de asegurar un estímulo mínimo por sesión y evitar excedernos con el volumen de entrenamiento realizado por sesión o de forma semanal (Barbalho et al., 2019; Heaselgrave et al. 2019; Kessinger et al., 2020).

En cuanto a la selección de ejercicios, aunque para maximizar la hipertrofia se recomiende trabajar cada grupo muscular a través de una variedad de ejercicios mono y multi-articulares (Helms et al., 2015; Schoenfeld, 2010), durante la preparación puede ser una buena idea reducir el número

de ejercicios multi-articulares en favor de los mono-articulares, los cuales requieren de una menor concentración y esfuerzo subjetivo para su realización, generan una menor fatiga central y permiten una recuperación más rápida entre sesiones (Korak et al., 2015; Senna et al., 2016; Tibana et al., 2011). Si bien puede ser beneficioso introducir nuevos ejercicios mono-articulares cada cierto tiempo para aumentar la adherencia al entrenamiento y evitar el estancamiento (Baz-Valle et al., 2019; Fonseca et al., 2014), en el caso de los ejercicios multi-articulares parece más prudente elegir unos pocos en los que el atleta tenga cierta experiencia y sea capaz de llegar a grados de esfuerzo elevados de forma segura (Rauch et al., 2020) y mantenerlos a lo largo de toda la preparación, para evitar un excesivo daño muscular ya acentuado por el déficit calórico y poder centrarse en una adecuada progresión de cargas a medio-largo plazo (ACSM, 2009; Fagerberg, 2018; Meneghel et al., 2014). Así mismo, puede ser interesante utilizar diferentes rangos de repeticiones en los ejercicios multi-articulares (6-12 RM) y mono-articulares (12-20 RM), pero durante la preparación parece conveniente reducir el número de series muy pesadas (1-5 RM) y muy ligeras (>20 RM), las cuales ofrecen un menor estímulo hipertrófico y generan unos mayores niveles de fatiga e incomodidad que podrían comprometer la calidad de los entrenamientos (Helms et al., 2015; Schoenfeld et al., 2016; Schoenfeld, Grgic et al., 2017).

Además, durante la preparación parece lógico permitir a los atletas descansar entre series y ejercicios el tiempo que consideren necesario para poder mantener el rendimiento a lo largo de la sesión, especialmente cuando trabajen con ejercicios multi-articulares, con cargas pesadas y cerca del fallo muscular (Goessler y Polito, 2013; Morán-Navarro et al., 2017; Senna et al., 2016). Mientras que la utilización de una técnica correcta, con rangos de movimientos completos y con un foco de atención interno o conexión mente-musculo, es aún más recomendable si cabe durante la preparación, al ofrecer un mayor estímulo para la hipertrofia con una menor carga absoluta (Bryanton et al., 2012; Schoenfeld y Grgic, 2020; Schoenfeld et al., 2018).

Por último, destacar que debido a la limitación de estudios a largo plazo con muestras amplias de culturistas naturales, muchas de estas recomendaciones están basadas en conjeturas lógicas de estudios longitudinales sobre la hipertrofia muscular y la pérdida de grasa realizados con población atlética o sedentaria. Sería interesante que en futuras investigaciones se pusieran en práctica estas u otras recomendaciones con culturistas naturales y avanzados que estuvieran afrontando una fase de pérdida de grasa o preparación para la competición con el fin de comprobar su validez.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han revisado las diferentes estrategias de entrenamiento y nutrición llevadas a cabo por los culturistas naturales durante la fase de preparación para la competición con el objetivo de reducir su porcentaje de grasa corporal sin perder masa muscular en el proceso.

En las intervenciones revisadas los culturistas naturales redujeron su ingesta calórica y aumentaron su gasto energético diario en diferentes proporciones para lograr pérdidas de peso de entre 250 y 830 gr a la semana. En casi todas las intervenciones se realizaron grandes volúmenes de entrenamiento cardiovascular a través de diferentes protocolos e intensidades. En la mayoría de intervenciones también realizaron de cuatro a seis entrenamientos de fuerza semanales pero ninguna de ellas reportó las diferentes variables del programa de entrenamiento de forma detallada.

Independientemente de las estrategias de entrenamiento y nutrición utilizadas, todas las intervenciones reportaron la aparición de signos y síntomas como el aumento de la fatiga, la reducción del vigor, la pérdida de fuerza, el aumento del cortisol y la reducción de testosterona, insulina e IGF-1 en sangre entre sus atletas durante la preparación. Todos ellos están estrechamente relacionados con el síndrome de sobre-entrenamiento y parecen inevitables cuando se pretende llegar a porcentajes de grasa extremadamente bajos sin el uso de hormonas exógenas u otros fármacos ilegales.

Todas las intervenciones de entrenamiento y nutrición fueron igualmente eficaces a la hora de reducir el porcentaje de grasa de los atletas hasta los niveles requeridos en una competición de culturismo natural y en todas ellas se observaron también ciertas pérdidas de masa magra durante la preparación, si bien su magnitud fue menor en las intervenciones con pérdidas de peso más lentas.

Todo esto sugiere que con un déficit calórico moderado, limitando el volumen del entrenamiento cardiovascular y con una mejor programación del entrenamiento de fuerza, quizá los culturistas naturales podrían reducir o evitar estas pérdidas de masa muscular e incluso experimentar ligeras ganancias de masa muscular a lo largo de la preparación para la competición.

Para ello parece recomendable entrenar con un carácter del esfuerzo elevado sin abusar del fallo muscular, siempre con una técnica correcta, rangos de movimiento completos y una conexión mente-músculo, realizando descansos completos entre series y planteando una progresión auto-regulada de la intensidad y del volumen de entrenamiento a lo largo de las semanas. También es aconsejable el uso de una frecuencia de entrenamiento moderada y la utilización de una variedad de rangos de repeticiones y ejercicios para trabajar cada grupo muscular, evitando en la medida de lo posible abusar de los ejercicios multi-articulares y las cargas muy pesadas o muy ligeras.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahtiainen, J. P., Walker, S., Peltonen, H., Holviala, J., Sillanpää, E., Karavirta, L., Sallinen, J., Mikkola, J., Valkeinen, H., Mero, A., Hulmi, J. J. y Häkkinen, K. (2016). Heterogeneity in Resistance Training-Induced Muscle Strength and Mass Responses in Men and Women of Different Ages. *AGE*, 38(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s11357-015-9870-1>
- American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine Position Stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687-708. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181915670>
- Barbalho, M., Coswig, V. S., Steele, J., Fisher, J. P., Giessing, J. y Gentil, P. (2020). Evidence of a Ceiling Effect for Training Volume in Muscle Hypertrophy and Strength in Trained Men—Less is More? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(2), 268-277. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0914>
- Barbalho, M., Coswig, V. S., Steele, J., Fisher, J. P., Paoli, A. y Gentil, P. (2019). Evidence for an Upper Threshold for Resistance Training Volume in Trained Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(3), 515-522. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001818>
- Bartholomew, J. B., Stults-Kolehmainen, M. A., Elrod, C. C. y Todd, J. S. (2008). Strength Gains after Resistance Training: The Effect of Stressful, Negative Life Events. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1215-1221. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318173d0bf>
- Baz-Valle, E., Fontes-Villalba, M. y Santos-Concejero, J. (2018). Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002776>
- Baz-Valle, E., Schoenfeld, B. J., Torres-Unda, J., Santos-Concejero, J. y Balsalobre-Fernández, C. (2019). The Effects of Exercise Variation in Muscle Thickness, Maximal Strength and Motivation in Resistance Trained Men. *Plos One*, 14(12), e0226989. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226989>
- Bickel, C. S., Cross, J. M. y Bamman, M. M. (2011). Exercise Dosing to Retain Resistance Training Adaptations in Young and Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1177-1187. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318207c15d>

- Brandão, L., de Salles Painelli, V., Lasevicius, T., Silva-Batista, C., Brendon, H., Schoenfeld, B. J., Aihara, A. Y., Cardoso, F. N., de Almeida Peres, B. y Teixeira, E. L. (2020). Varying the Order of Combinations of Single- and Multi-Joint Exercises Differentially Affects Resistance Training Adaptations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1254-1263. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003550>
- Brigatto, F. A., Lima, L. E., Germano, M. D., Aoki, M. S., Braz, T. V. y Lopes, C. R. (2019). High Resistance-Training Volume Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003413>
- Bryanton, M. A., Kennedy, M. D., Carey, J. P. y Chiu, L. Z. (2012). Effect of Squat Depth and Barbell Load on Relative Muscular Effort in Squatting. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2820-2828. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31826791a7>
- Cadegiani, F. A., da Silva, P. H., Abrao, T. C. y Kater, C. E. (2020). Diagnosis of Overtraining Syndrome: Results of the Endocrine and Metabolic Responses on Overtraining Syndrome Study: EROS-DIAGNOSIS. *Journal of Sports Medicine*, 2020, 3937819. <https://doi.org/10.1155/2020/3937819>
- Chappell, A. J., Simper, T. y Barker, M. E. (2018). Nutritional Strategies of High Level Natural Bodybuilders During Competition Preparation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 4. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0209-z>
- Chappell, A. J., Simper, T. y Helms, E. (2019). Nutritional Strategies of British Professional and Amateur Natural Bodybuilders During Competition Preparation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16, 35. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0302-y>
- Damas, F., Barcelos, C., Nóbrega, S. R., Ugrinowitsch, C., Lixandrão, M. E., Santos, L. M., Conceição, M. S., Vechin, F. C. y Libardi, C. A. (2019). Individual Muscle Hypertrophy and Strength Responses to High vs. Low Resistance Training Frequencies. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(4), 897-901. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002864>
- Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Buckner, S. L., Mouser, J. G., Counts, B. R., Laurentino, G. C. y Loenneke, J. P. (2016). Frequency: The Overlooked Resistance Training Variable for Inducing Muscle Hypertrophy? *Sports Medicine*, 47(5), 799-805. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0640-8>

- Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Buckner, S. L., Mouser, J. G. y Loenneke, J. P. (2017). Do Metabolites That Are Produced During Resistance Exercise Enhance Muscle Hypertrophy? *European Journal of Applied Physiology*, 117(11), 2125-2135. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3690-1>
- de Salles, B. F., Polito, M. D., Goessler, K. F., Mannarino, P., Matta, T. T. y Simão, R. (2016). Effects of Fixed vs. Self-Suggested Rest Between Sets in Upper and Lower Body Exercises Performance. *European Journal of Sport Science*, 16(8), 927-931. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1161831>
- de Salles, B. F., Simão, R., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Lemos, A. y Willardson, J. M. (2009). Rest Interval between Sets in Strength Training. *Sports Medicine*, 39(9), 765-777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Erskine, R. M., Jones, D. A., Williams, A. G., Stewart, C. E. y Degens, H. (2010). Inter-Individual Variability in the Adaptation of Human Muscle Specific Tension to Progressive Resistance Training. *European Journal of Applied Physiology*, 110(6), 1117-1125. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1601-9>
- Fagerberg, P. (2018). Negative Consequences of Low Energy Availability in Natural Male Bodybuilding: A Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(4), 385-402. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0332>
- Fisher, J. P. y Steele, J. (2017). Heavier and Lighter Load Resistance Training to Momentary Failure Produce Similar Increases in Strength With Differing Degrees of Discomfort. *Muscle & Nerve*, 56(4), 797-803. <https://doi.org/10.1002/mus.25537>
- Fonseca, R. M., Roschel, H., Tricoli, V., de Souza, E. O., Wilson, J. M., Laurentino, G. C., Aihara, A. Y., de Souza Leão, A. R. y Ugrinowitsch, C. (2014). Changes in Exercises Are More Effective Than in Loading Schemes to Improve Muscle Strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3085-3092. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000539>
- Fukada, S. I., Akimoto, T. y Sotiropoulos, A. (2020). Role of Damage and Management in Muscle Hypertrophy: Different Behaviors of Muscle Stem Cells in Regeneration and Hypertrophy. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Cell Research*, 118742, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1016/j.bbamcr.2020.118742>

- Goessler, K. F. y Polito, M. D. (2013). Effect of Fixed and Self-Suggested Rest Intervals Between Sets of Resistance Exercise on Post-Exercise Cardiovascular Behavior. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 15(4), 467-475. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n4p467>
- Gomes, R. L., Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Moreira, A., Tricoli, V. y Roschel, H. (2020). Session Rating of Perceived Exertion as an Efficient Tool for Individualized Resistance Training Progression. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003568>
- Graham, T. y Cleather, D. J. (2019). Autoregulation by “Repetitions in Reserve” Leads to Greater Improvements in Strength Over a 12-Week Training Program Than Fixed Loading. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003164>
- Grandou, C., Wallace, L., Impellizzeri, F. M., Allen, N. G. y Coutts, A. J. (2019). Overtraining in Resistance Exercise: An Exploratory Systematic Review and Methodological Appraisal of the Literature. *Sports Medicine*, 50(4), 815-828. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01242-2>
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W. y Schoenfeld, B. J. (2017). The Effects of Short Versus Long Inter-Set Rest Intervals in Resistance Training on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 983-993. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1340524>
- Hackett, D. A., Cobley, S. P., Davies, T. B., Michael, S. W. y Halaki, M. (2017). Accuracy in Estimating Repetitions to Failure During Resistance Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2162-2168. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001683>
- Hackett, D. A., Johnson, N. A. y Chow, C. M. (2013). Training Practices and Ergogenic Aids Used by Male Bodybuilders. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(6), 1609-1617. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318271272a>
- Hackett, D. A., Johnson, N. A., Halaki, M. y Chow, C. M. (2012). A Novel Scale to Assess Resistance-Exercise Effort. *Journal of Sports Sciences*, 30(13), 1405-1413. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.710757>

- Heaselgrave, S. R., Blacker, J., Smeuninx, B., McKendry, J. y Breen, L. (2019). Dose-Response Relationship of Weekly Resistance-Training Volume and Frequency on Muscular Adaptations in Trained Men. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(3), 360-368. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0427>
- Helms, E. R., Aragon, A. A. y Fitschen, P. J. (2014). Evidence-Based Recommendations for Natural Bodybuilding Contest Preparation: Nutrition and Supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 20. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-20>
- Helms, E. R., Brown, S. R., Cross, M. R., Storey, A., Cronin, J. y Zourdos, M. C. (2017). Self-Rated Accuracy of Rating of Perceived Exertion-Based Load Prescription in Powerlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2938-2943. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002097>
- Helms, E. R., Cronin, J., Storey, A. y Zourdos, M. C. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength and Conditioning Journal*, 38(4), 42-49. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000218>
- Helms, E. R., Fitschen, P. J., Aragon, A. A., Cronin, J. y Schoenfeld, B. J. (2015). Recommendations for Natural Bodybuilding Contest Preparation: Resistance and Cardiovascular Training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(3), 164-178. <http://hdl.handle.net/10211.3/198593>
- Izquierdo, M., Ibañez, J., González-Badillo, J. J., Häkkinen, K., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., French, D. N., Eslava, J., Altadill, A., Asiain, X. y Gorostiaga, E. M. (2006). Differential Effects of Strength Training Leading to Failure Versus Not to Failure on Hormonal Responses, Strength, and Muscle Power Gains. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1647-1656. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01400.2005>
- Kessinger, T. K., Melton, B., Miyashita, T. y Ryan, G. (2020). The Effectiveness of Frequency-Based Resistance Training Protocols on Muscular Performance and Hypertrophy in Trained Males: A Critically Appraised Topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1-8, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0491>
- Kistler, B. M., Fitschen, P. J., Ranadive, S. M., Fernhall, B. y Wilund, K. R. (2014). Case Study: Natural Bodybuilding Contest Preparation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(6), 694-700. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0016>

- Knowles, O. E., Drinkwater, E. J., Urwin, C. S., Lamon, S. y Aisbett, B. (2018). Inadequate Sleep and Muscle Strength: Implications for Resistance Training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(9), 959-968. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.012>
- Korak, J. A., Green, J. M. y O'Neal, E. K. (2015). Resistance Training Recovery: Considerations For Single Vs. Multi-joint Movements And Upper Vs. Lower Body Muscles. *International Journal of Exercise Science*, 8(1), 85-96. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000493760.95261.f6>
- Krieger, J. W. (2010). Single vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1150-1159. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181d4d436>
- Kubo, K., Ikebukuro, T. y Yata, H. (2019). Effects of Squat Training With Different Depths on Lower Limb Muscle Volumes. *European Journal of Applied Physiology*, 119(9), 1933-1942. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04181-y>
- Lacerda, L. T., Marra-Lopes, R. O., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Rodrigues, S. A., Martins-Costa, H. C., Bemben, M. G. y Chagas, M. H. (2020). Is Performing Repetitions to Failure Less Important Than Volume for Muscle Hypertrophy and Strength? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(5), 1237-1248. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003438>
- Lasevicius, T., Schoenfeld, B. J., Silva-Batista, C., Barros, T. de S., Aihara, A. Y., Brendon, H., Longo, A. R., Tricoli, V., Peres, B. A. y Teixeira, E. L. (2019). Muscle Failure Promotes Greater Muscle Hypertrophy in Low-Load but Not in High-Load Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003454>
- Liokaftos, D. (2018a). Defining and Defending Drug-Free Bodybuilding: A Current Perspective From Organisations and Their Key Figures. *International Journal of Drug Policy*, 60, 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2018.07.012>
- Liokaftos, D. (2018b). Natural Bodybuilding: An Account of its Emergence and Development as Competition Sport. *International Review for the Sociology of Sport*, 54(6), 753-770. <https://doi.org/10.1177/1012690217751439>
- Mäestu, J., Eliakim, A., Jürimäe, J., Valter, I. y Jürimäe, T. (2010). Anabolic and Catabolic Hormones and Energy Balance of the Male Bodybuilders During the Preparation for the Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1074-1081. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181cb6fd3>

- Mann, J. B., Thyfault, J. P., Ivey, P. A. y Sayers, S. P. (2010). The Effect of Autoregulatory Progressive Resistance Exercise vs. Linear Periodization on Strength Improvement in College Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1718-1723. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181def4a6>
- Martorelli, S., Cadore, E. L., Izquierdo, M., Celes, R., Martorelli, A., Cleto, V. A., Alvarenga, J. G. y Bottaro, M. (2017). Strength Training with Repetitions to Failure does not Provide Additional Strength and Muscle Hypertrophy Gains in Young Women. *European Journal of Translational Myology*, 27(2), 113-120. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2017.6339>
- Mazzeo, F. (2018). Anabolic Steroid use in Sports and in Physical Activity: Overview and Analysis. *Sport Mont*, 16(3), 113-118. <https://doi.org/10.26773/smj.181020>
- McKendry, J., Pérez-López, A., McLeod, M., Luo, D., Dent, J. R., Smeuninx, B., Yu, J., Taylor, A. E., Philp, A. y Breen, L. (2016). Short Inter-Set Rest Blunts Resistance Exercise-Induced Increases in Myofibrillar Protein Synthesis and Intracellular Signalling in Young Males. *Experimental Physiology*, 101(7), 866-882. <https://doi.org/10.1113/ep085647>
- McMahon, S. y Jenkins, D. (2002). Factors Affecting the Rate of Phosphocreatine Resynthesis Following Intense Exercise. *Sports Medicine*, 32(12), 761-784. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232120-00002>
- Meneghel, A. J., Verlengia, R., Crisp, A. H., Aoki, M. S., Nosaka, K., da Mota, G. R. y Lopes, C. R. (2014). Muscle Damage of Resistance-Trained Men After Two Bouts of Eccentric Bench Press Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2961-2966. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000494>
- Mitchell, L., Hackett, D., Gifford, J., Estermann, F. y O'Connor, H. (2017). Do Bodybuilders Use Evidence-Based Nutrition Strategies to Manipulate Physique? *Sports*, 5(4), 76. <https://doi.org/10.3390/sports5040076>
- Mitchell, L., Slater, G., Hackett, D., Johnson, N. y O'connor, H. (2018). Physiological Implications of Preparing for a Natural Male Bodybuilding Competition. *European Journal of Sport Science*, 18(5), 619-629. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1444095>
- Morán-Navarro, R., Pérez, C. E., Mora-Rodríguez, R., de la Cruz-Sánchez, E., González-Badillo, J. J., Sánchez-Medina, L. y Pallarés, J. G. (2017). Time Course of Recovery Following Resistance Training Leading or Not to Failure. *European Journal of Applied Physiology*, 117(12), 2387-2399. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3725-7>

- Netreba, A. I., Popov, D. V., Bravyi, Y., Lyubaeva, E., Terada, M., Ohira, T., Okabe, H., Vinogradova, O. y Ohira, Y. (2013). Responses of knee extensor muscles to leg press training of various types in human. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni IM Sechenova*, 99(3), 406-416. <https://europepmc.org/article/med/23789443>
- Netreba, A. I., Popov, D. V., Liubaeva, E. V., Bravyi, I., Prostova, A. B., Lemesheva, I. y Vinogradova, O. L. (2007). Physiological effects of using the low intensity strength training without relaxation in single-joint and multi-joint movements. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal imeni IM Sechenova*, 93(1), 27-38. <https://europepmc.org/article/med/17465271>
- Ogasawara, R., Yasuda, T., Ishii, N. y Abe, T. (2013). Comparison of Muscle Hypertrophy Following 6-month of Continuous and Periodic Strength Training. *European Journal of Applied Physiology*, 113(4), 975-985. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2511-9>
- Pardue, A., Trexler, E. T. y Sprod, L. K. (2017). Case Study: Unfavorable But Transient Physiological Changes During Contest Preparation in a Drug-Free Male Bodybuilder. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(6), 550-559. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0064>
- Phillips, S. M. (2014). A Brief Review of Critical Processes in Exercise-Induced Muscular Hypertrophy. *Sports Medicine*, 44(S1), 71-77. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0152-3>
- Radaelli, R., Fleck, S. J., Leite, T., Leite, R. D., Pinto, R. S., Fernandes, L. y Simão, R. (2015). Dose-Response of 1, 3, and 5 Sets of Resistance Exercise on Strength, Local Muscular Endurance, and Hypertrophy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1349-1358. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000758>
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D. y Kang, J. (2007). The Effect of Rest Interval Length on Metabolic Responses to the Bench Press Exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 100(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0394-y>
- Rauch, J. T., Ugrinowitsch, C., Barakat, C. I., Alvarez, M. R., Brummert, D. L., Aube, D. W., Barsuhn, A. S., Hayes, D., Tricoli, V. y de Souza, E. O. (2020). Auto-Regulated Exercise Selection Training Regimen Produces Small Increases in Lean Body Mass and Maximal Strength Adaptations in Strength-trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 1133-1140. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002272>

- Richens, B. y Cleather, D. (2014). The Relationship Between the Number of Repetitions Performed at Given Intensities Is Different in Endurance and Strength Trained Athletes. *Biology of Sport*, 31(2), 157-161. <https://doi.org/10.5604/20831862.1099047>
- Roberts, B. M., Helms, E. R., Trexler, E. T. y Fitschen, P. J. (2020). Nutritional Recommendations for Physique Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 71, 79-108. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0096>
- Robinson, S. L., Lambeth-Mansell, A., Gillibrand, G., Smith-Ryan, A. y Bannock, L. (2015). A Nutrition and Conditioning Intervention for Natural Bodybuilding Contest Preparation: Case Study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0083-x>
- Romano, N., Vilaça-Alves, J., Fernandes, H. M., Saavedra, F., Paz, G., Miranda, H., Simão, R., Novaes, J. y Reis, V. (2013). Effects of Resistance Exercise Order on the Number of Repetitions Performed to Failure and Perceived Exertion in Untrained Young Males. *Journal of Human Kinetics*, 39, 177-183. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0080>
- Rosow, L. M., Fukuda, D. H., Fahs, C. A., Loenneke, J. P. y Stout, J. R. (2013). Natural Bodybuilding Competition Preparation and Recovery: A 12-Month Case Study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(5), 582-592. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.5.582>
- Sánchez-Oliver, A. J., Grimaldi-Puyana, M. y Domínguez, R. (2019). Evaluation and Behavior of Spanish Bodybuilders: Doping and Sports Supplements. *Biomolecules*, 9(4), 122. <https://doi.org/10.3390/biom9040122>
- Scarpelli, M. C., Nóbrega, S. R., Santaniello, N., Alvarez, I. F., Otoboni, G. B., Ugrinowitsch, C. y Libardi, C. A. (2020). Muscle Hypertrophy Response Is Affected by Previous Resistance Training Volume in Trained Individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub Ahead of Print. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003558>
- Schoenfeld, B. J. (2010). The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181e840f3>
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Krieger, J., Grgic, J., Delcastillo, K., Belliard, R. y Alto, A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 51(1), 94-103. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001764>

- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Vigotsky, A. D. y Peterson, M. (2016). Differential Effects of Heavy Versus Moderate Loads on Measures of Strength and Hypertrophy in Resistance-Trained Men. *Journal of Sports Science and Medicine*, 15(4), 715-722. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5131226/>
- Schoenfeld, B. J. y Grgic, J. (2019). Does Training to Failure Maximize Muscle Hypertrophy? *Strength and Conditioning Journal*, 41(5), 108-113. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000473>
- Schoenfeld, B. J. y Grgic, J. (2020). Effects of Range of Motion on Muscle Development During Resistance Training Interventions: A Systematic Review. *SAGE Open Medicine*, 8, 205031212090155. <https://doi.org/10.1177/2050312120901559>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J. y Krieger, J. (2019). How Many Times Per Week Should a Muscle Be Trained to Maximize Muscle Hypertrophy? A Systematic Review and Meta-Analysis of Studies Examining the Effects of Resistance Training Frequency. *Journal of Sports Sciences*, 37(11), 1286-1295. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1555906>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D. y Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- Vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508-3523. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000002200>
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. y Krieger, J. W. (2017). Dose-response Relationship Between Weekly Resistance Training Volume and Increases in Muscle Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1073-1082. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>
- Schoenfeld, B. J., Ratamess, N. A., Peterson, M. D., Contreras, B., Sonmez, G. T. y Alvar, B. A. (2014). Effects of Different Volume-Equated Resistance Training Loading Strategies on Muscular Adaptations in Well-Trained Men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2909-2918. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000480>
- Schoenfeld, B. J., Vigotsky, A., Contreras, B., Golden, S., Alto, A., Larson, R., Winkelmann, N. y Paoli, A. (2018). Differential Effects of Attentional Focus Strategies During Long-Term Resistance Training. *European Journal of Sport Science*, 18(5), 705-712. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1447020>

- Senna, G. W., Willardson, J. M., de Salles, B. F., Scudese, E., Carneiro, F., Palma, A. y Simão, R. (2011). The Effect of Rest Interval Length on Multi and Single-Joint Exercise Performance and Perceived Exertion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3157-3162. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318212e23b>
- Senna, G. W., Willardson, J. M., Scudese, E., Simão, R., Queiroz, C., Avelar, R. y Martin Dantas, E. H. (2016). Effect of Different Interset Rest Intervals on Performance of Single and Multijoint Exercises With Near-Maximal Loads. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 710-716. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001142>
- Shimano, T., Kraemer, W. J., Spiering, B. A., Volek, J. S., Hatfield, D. L., Silvestre, R., Vingren, J. L., Fragala, M. S., Maresh, C. M., Fleck, S. J., Newton, R. U., Spreuwenberg, L. P. y Häkkinen, K. (2006). Relationship Between the Number of Repetitions and Selected Percentages of One Repetition Maximum in Free Weight Exercises in Trained and Untrained Men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 819-823. <https://doi.org/10.1519/r-18195.1>
- Snyder, B. J. y Fry, W. R. (2012). Effect of Verbal Instruction on Muscle Activity During the Bench Press Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2394-2400. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823f8d11>
- Snyder, B. J. y Leech, J. R. (2009). Voluntary Increase in Latissimus Dorsi Muscle Activity During the Lat Pull-Down Following Expert Instruction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8), 2204-2209. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181bb7213>
- Spendlove, J., Mitchell, L., Gifford, J., Hackett, D., Slater, G., Cobley, S. y O'Connor, H. (2015). Dietary Intake of Competitive Bodybuilders. *Sports Medicine*, 45(7), 1041-1063. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0329-4>
- Tibana, R. A., Prestes, J., da Cunha Nascimento, D. y Balsamo, S. (2011). Comparison of the number of repetitions and perceived exertion between multi-joint and single-joint exercise at different intensities in untrained women. *Brazilian journal of Biomechanics*, 5(2), 96-105. <https://www.redalyc.org/pdf/930/93018957005.pdf>
- Timmons, J. A. (2011). Variability in Training-Induced Skeletal Muscle Adaptation. *Journal of Applied Physiology*, 110(3), 846-853. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00934.2010>

- Vinogradova, O. L., Popov, D. V., Natreba, A. I., Tsvirkun, D. V., Kurochkina, N. S., Bachinin, A. V., Bravyi, I. R., Liubaeva, E. V., Lysenko E. A., Miller, T. F., Borovik, A. S., Tarasova, O. S. y Orlov, O. I. (2013). Optimization of Training: Development of a New Partial Load Mode of Strength Training. *Fiziologija cheloveka*, 39(5), 71-85. <https://europepmc.org/article/med/25509874>
- Wakahara, T., Fukutani, A., Kawakami, Y. y Yanai, T. (2013). Nonuniform Muscle Hypertrophy: Its Relation to Muscle Activation in Training Session. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(11), 2158-2165. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3182995349>
- Wakahara, T., Miyamoto, N., Sugisaki, N., Murata, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T. y Yanai, T. (2012). Association Between Regional Differences in Muscle Activation in One Session of Resistance Exercise and in Muscle Hypertrophy After Resistance Training. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1569-1576. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2121-y>
- Wernbom, M., Augustsson, J. y Thomeé, R. (2007). The Influence of Frequency, Intensity, Volume and Mode of Strength Training on Whole Muscle Cross-Sectional Area in Humans. *Sports Medicine*, 37(3), 225-264. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00004>
- West, D. W., Burd, N. A., Tang, J. E., Moore, D. R., Staples, A. W., Holwerda, A. M., Baker, S. K. y Phillips, S. M. (2010). Elevations in Ostensibly Anabolic Hormones With Resistance Exercise Enhance Neither Training-Induced Muscle Hypertrophy nor Strength of the Elbow Flexors. *Journal of Applied Physiology*, 108(1), 60-67. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01147.2009>
- West, D. W. y Phillips, S. M. (2012). Associations of Exercise-induced Hormone Profiles and Gains in Strength and Hypertrophy in a Large Cohort After Weight Training. *European Journal of Applied Physiology*, 112(7), 2693-2702. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2246-z>
- Willardson, J. M. (2006). A Brief Review: Factors Affecting the Length of the Rest Interval Between Resistance Exercise Sets. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 978-984. <https://doi.org/10.1519/r-17995.1>
- Willardson, J. M. (2007). The Application of Training to Failure in Periodized Multiple-Set Resistance Exercise Programs. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 628-631. <https://doi.org/10.1519/r-20426.1>

- Willardson, J. M., Norton, L. y Wilson, G. (2010). Training to Failure and Beyond in Mainstream Resistance Exercise Programs. *Strength and Conditioning Journal*, 32(3), 21-29. <https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e3181cc2a3a>
- Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhea, M. R., Wilson, S. M., Loenneke, J. P. y Anderson, J. C. (2012). Concurrent Training: A Meta-Analysis Examining Interference of Aerobic and Resistance Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823a3e2d>
- Yoon, T., Schlinder Delap, B., Griffith, E. E. y Hunter, S. K. (2007). Mechanisms of Fatigue Differ After Low- and High-force Fatiguing Contractions in Men and Women. *Muscle & Nerve*, 36(4), 515-524. <https://doi.org/10.1002/mus.20844>
- Zourdos, M. C., Klemp, A., Dolan, C., Quiles, J. M., Schau, K. A., Jo, E., Helms, E., Esgro, B., Duncan, S., Garcia Merino, S. y Blanco, R. (2016). Novel Resistance Training-Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 267-275. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001049>