RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
Ano VII, v.1 2026 | submissão: 10/10/2026 | aceito: 17/10/2026 | publicação: 22/10/2026

Entrenamiento funcional de alta intensidad e hipertrofia muscular: una revisión narrativa sobre los mecanismos y las variables del entrenamiento

Treinamento funcional de alta intensidade e hipertrofia muscular: uma revisão narrativa sobre mecanismos e variáveis do treinamento

High-intensity functional training and muscle hypertrophy: a narrative review of training mechanisms and variables

Alex Luddi de Oliveira Perco
Graduado en Educación Física por la Universidade Católica do Salvador (UCSal). Estudiante de posgrado en Fisiología del Ejercicio en la Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Resumen:
Esta revisión narrativa analizó la relación entre el entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) y las variables tradicionalmente asociadas con la hipertrofia muscular. A partir de la literatura sobre entrenamiento de fuerza y HIFT, se discutieron la tensión mecánica, el volumen, la proximidad al fallo, la recuperación, la densidad y la sobrecarga progresiva. La hipótesis central es que las mejoras de fuerza, resistencia muscular, capacidad cardiorrespiratoria y eficiencia técnica pueden permitir, a lo largo de la evolución deportiva, aumentos de carga, volumen-carga y densidad, incluso cuando estas progresiones no se planifican específicamente para la hipertrofia. Formatos como AMRAP, EMOM, For Time y Chipper organizan las tareas, pero no constituyen mecanismos hipertróficos independientes. Se concluye que la evolución del rendimiento puede ampliar la exposición a estímulos potencialmente hipertróficos, sin permitir inferir, por sí sola, la magnitud del crecimiento muscular.

Palabras clave:
entrenamiento funcional de alta intensidad; hipertrofia muscular; sobrecarga progresiva.

Resumo:
Esta revisão narrativa analisou a relação entre o treinamento funcional de alta intensidade (HIFT) e as variáveis tradicionalmente associadas à hipertrofia muscular. A partir da literatura sobre treinamento resistido e HIFT, discutiram-se tensão mecânica, volume, proximidade da falha, recuperação, densidade e sobrecarga progressiva. A hipótese central é que melhorias de força, resistência muscular, capacidade cardiorrespiratória e eficiência técnica podem permitir, ao longo da evolução esportiva, aumentos de carga, volume-carga e densidade, mesmo quando essas progressões não são planejadas especificamente para hipertrofia. Formatos como AMRAP, EMOM, For Time e Chipper organizam as tarefas, mas não constituem mecanismos hipertróficos independentes. Conclui-se que a evolução do desempenho pode ampliar a exposição a estímulos potencialmente hipertróficos, sem permitir inferir, por si só, a magnitude do crescimento muscular.

Palavras-chave:
treinamento funcional de alta intensidade; hipertrofia muscular; sobrecarga progressiva.

Abstract:
This narrative review examined the relationship between high-intensity functional training (HIFT) and training variables traditionally associated with muscle hypertrophy. Literature on resistance training and HIFT was used to discuss mechanical tension, training volume, proximity to failure, recovery, density, and progressive overload. The central hypothesis is that improvements in strength, muscular endurance, cardiorespiratory capacity, and technical efficiency may enable increases in load, volume-load, and training density as sporting

performance develops, even when these progressions are not specifically planned to induce hypertrophy. AMRAP, EMOM, For Time, and Chipper organize exercise tasks but are not independent hypertrophic mechanisms. Improvements in sporting performance may therefore increase exposure to potentially hypertrophic stimuli, without establishing the magnitude of actual muscle growth.

Keywords:
high-intensity functional training; muscle hypertrophy; progressive overload.

1. Introducción

El entrenamiento funcional de alta intensidad es una modalidad que ha ganado adeptos en todo el mundo, convirtiéndose en una de las prácticas de ejercicio físico difundidas entre los entusiastas del fitness. El HIFT abarca programas variados de movimientos funcionales realizados a intensidad elevada (FEITO et al., 2018).

Aunque el entrenamiento funcional de alta intensidad no se desarrolló específicamente con el objetivo de promover la hipertrofia muscular, muchas de sus características parecen involucrar variables frecuentemente relacionadas con el proceso hipertrófico descritas en la literatura científica. Los entrenamientos en formato AMRAP, For Time y EMOM pueden combinar ejercicios de fuerza, volumen de trabajo y niveles elevados de esfuerzo. Feito et al. (2018) y Claudino et al. (2018) describen las características y los efectos del HIFT sobre distintos componentes de la aptitud física. Sin embargo, la evidencia sobre sus efectos específicos en la hipertrofia muscular sigue siendo limitada.

La hipertrofia muscular esquelética humana se define como una adaptación morfológica al entrenamiento, caracterizada por el aumento del área de sección transversal de las fibras musculares y derivada del balance positivo entre síntesis y degradación proteica (SCHOENFELD, 2010; PHILLIPS, 2014). Diversos estímulos pueden contribuir a este proceso, entre ellos la tensión mecánica generada por la contracción muscular, las alteraciones metabólicas derivadas del ejercicio y los mecanismos celulares implicados en la señalización anabólica (SCHOENFELD, 2010; DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018).

Además, la progresión en el entrenamiento funcional de alta intensidad puede producirse mediante el aumento de la capacidad de trabajo, el mantenimiento de cargas bajo fatiga, la reducción del tiempo necesario para ejecutar un mismo volumen de entrenamiento y el incremento del volumen total de entrenamiento. Entre estas posibilidades, el aumento del volumen del entrenamiento de fuerza cuenta con respaldo en la literatura como variable asociada con la hipertrofia muscular (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017); su aplicación a los distintos formatos del HIFT constituye una inferencia de esta revisión.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 10/10/2026 | aceito: 17/10/2026 | publicação: 22/10/2026

De este modo, la presente revisión narrativa buscará analizar, en la literatura seleccionada, posibles semejanzas entre las sobrecargas presentes en la progresión del entrenamiento funcional de alta intensidad en un contexto deportivo y las variables asociadas con las adaptaciones hipertróficas.

2. Metodología

El presente estudio se caracteriza como una revisión narrativa de la literatura. Según Gil (2019), las revisiones de la literatura constituyen un importante procedimiento metodológico para analizar, interpretar y sintetizar el conocimiento producido sobre un determinado tema, permitiendo al investigador establecer relaciones entre diferentes evidencias científicas y construir discusiones fundamentadas en la literatura disponible.

La investigación se desarrolló mediante una búsqueda bibliográfica en bases de datos electrónicas disponibles en internet, entre ellas PubMed y Google Scholar. Se consultaron artículos científicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, libros y documentos técnicos relacionados con los mecanismos de la hipertrofia muscular, las variables del entrenamiento de fuerza y las características fisiológicas del entrenamiento funcional de alta intensidad y del High-Intensity Functional Training (HIFT).

Para buscar los estudios se utilizaron los descriptores “treinamento funcional de alta intensidade” (entrenamiento funcional de alta intensidad), “muscle hypertrophy” (hipertrofia muscular), “hypertrophy” (hipertrofia), “high-intensity functional training” (entrenamiento funcional de alta intensidad), “resistance training” (entrenamiento de fuerza) y “concurrent training” (entrenamiento concurrente), en portugués e inglés. Se priorizaron publicaciones de los últimos veinte años, sin excluir estudios clásicos considerados relevantes para comprender los temas abordados.

La selección del material se realizó de forma no sistemática, característica de las revisiones narrativas, considerando la relevancia científica de las publicaciones para los objetivos del estudio. Los trabajos seleccionados se analizaron de manera descriptiva e interpretativa, buscando identificar posibles relaciones entre las variables tradicionalmente asociadas con la hipertrofia muscular y las características presentes en los métodos de entrenamiento utilizados en el entrenamiento funcional de alta intensidad.

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 10/10/2026 | aceito: 17/10/2026 | publicação: 22/10/2026

3. Desarrollo

3.1 Hipertrofia muscular

3.1.1 Concepto de hipertrofia muscular

La hipertrofia muscular puede definirse como el aumento del tamaño de las fibras musculares en respuesta a estímulos mecánicos y metabólicos procedentes del entrenamiento físico. Este proceso se produce principalmente por el balance positivo entre síntesis y degradación proteica e implica mecanismos de mecanotransducción y cascadas de señalización celular (SCHOENFELD, 2010; PHILLIPS, 2014).

La literatura científica demuestra que el entrenamiento de fuerza es una de las principales estrategias para promover la hipertrofia muscular y puede inducir adaptaciones neurales y estructurales. La tensión mecánica y el estrés metabólico se han propuesto como mecanismos relacionados con la respuesta hipertrófica (SCHOENFELD, 2010). Aunque históricamente se ha discutido el daño muscular en este contexto, no se considera necesario para inducir o potenciar la hipertrofia derivada del entrenamiento de fuerza (DAMAS; LIBARDI; UGRINOWITSCH, 2018).

La tensión mecánica parece representar el principal estímulo para el proceso hipertrófico, promoviendo la activación de vías de señalización intracelular relacionadas con el aumento de la síntesis proteica muscular. El estrés metabólico también puede contribuir a este proceso mediante la acumulación de metabolitos y las alteraciones del entorno celular derivadas del ejercicio (SCHOENFELD, 2010; PHILLIPS, 2014).

La hipertrofia muscular se desarrolla progresivamente a lo largo de las semanas de entrenamiento de fuerza y se hace más evidente a medida que se acumulan las adaptaciones estructurales. Aunque las ganancias de fuerza pueden producirse desde las primeras sesiones, especialmente en individuos no entrenados, estas mejoras iniciales se atribuyen predominantemente a adaptaciones neurales, que preceden a la manifestación más marcada del crecimiento muscular (SCHOENFELD, 2010; DAMAS et al., 2016).

Además de las características del entrenamiento, factores como el sexo, la edad, la genética, el estado nutricional y el nivel de entrenamiento pueden influir en la magnitud de la respuesta hipertrófica al ejercicio de fuerza (SCHOENFELD, 2010; PHILLIPS, 2014).

Ano VII, v.1 2026 | submissão: 10/10/2026 | aceito: 17/10/2026 | publicação: 22/10/2026

3.1.2 Variables del entrenamiento de fuerza relacionadas con la hipertrofia muscular

Diversas variables del entrenamiento de fuerza parecen influir en el proceso hipertrófico. Entre ellas destacan el volumen de entrenamiento, la intensidad de carga, la proximidad al fallo concéntrico, la frecuencia semanal y la densidad del entrenamiento.

Volumen de entrenamiento

El volumen de entrenamiento se señala frecuentemente como una de las principales variables relacionadas con la hipertrofia muscular y puede representarse mediante el número de series, repeticiones y volumen total de trabajo realizado (KRIEGER, 2010; SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017).

Cuando se controlan las demás variables del entrenamiento, el volumen semanal presenta una relación positiva con la hipertrofia muscular, con evidencia de mayores adaptaciones asociadas con volúmenes más elevados. Sin embargo, la magnitud de esta respuesta puede variar entre individuos, por lo que no es posible establecer un volumen óptimo universal ni afirmar que los volúmenes superiores a un determinado límite necesariamente comprometan las adaptaciones hipertróficas (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017).

Intensidad de carga

La intensidad de carga corresponde a la magnitud de la resistencia utilizada en relación con la capacidad máxima del individuo, generalmente expresada como porcentaje de una repetición máxima (1RM). Aunque las cargas elevadas exigen mayor producción de fuerza desde el inicio de la serie, los estudios demuestran que las cargas ligeras también pueden promover una hipertrofia muscular similar cuando las series se realizan hasta el fallo muscular (MORTON et al., 2016; SCHOENFELD et al., 2017).

Una posible explicación de estos resultados se relaciona con el reclutamiento progresivo de unidades motoras durante el ejercicio con cargas ligeras. A medida que se acumula la fatiga, aumenta la necesidad de participación de unidades motoras adicionales para sostener la producción de fuerza, ampliando el estímulo sobre las fibras musculares reclutadas. De este modo, la tensión mecánica sigue siendo un componente fundamental de la hipertrofia, aunque la magnitud de la carga externa no determina de forma aislada la respuesta hipertrófica. Esta

interpretación constituye una explicación mecanística plausible, no una demostración directa de los mecanismos responsables de los resultados observados.

Fallo concéntrico

La proximidad al fallo concéntrico parece aumentar el reclutamiento de unidades motoras de alto umbral y puede elevar el estímulo hipertrófico mediante el aumento de la tensión mecánica y del estrés metabólico (SCHOENFELD, 2010).

Sin embargo, la literatura demuestra que no es necesario alcanzar el fallo concéntrico absoluto para que se produzca hipertrofia muscular, principalmente cuando el entrenamiento se realiza con un volumen y una intensidad adecuados. Así, entrenar cerca del fallo parece suficiente para promover un elevado reclutamiento muscular y adaptaciones hipertróficas (GRGIC et al., 2022).

Densidad del entrenamiento

La densidad del entrenamiento corresponde a la cantidad de trabajo realizada por unidad de tiempo y puede manipularse, entre otras estrategias, mediante la reducción de los intervalos de recuperación entre series y ejercicios (SINGER et al., 2024).

Cuando se mantienen las series, las repeticiones, la carga y la ejecución, realizar el mismo trabajo en menos tiempo representa una progresión de la densidad y una mayor exigencia de rendimiento. Este cambio puede modificar la fatiga acumulada y el esfuerzo en las series posteriores, sin necesariamente aumentar la tensión mecánica ni la magnitud de la hipertrofia.

La literatura demuestra que pueden producirse adaptaciones hipertróficas con diferentes intervalos de recuperación; sin embargo, la síntesis de Singer et al. (2024) sugiere una pequeña ventaja potencial para intervalos superiores a 60 segundos, sin diferencias apreciables entre intervalos por encima de 90 segundos. Por lo tanto, la densidad debe considerarse una variable de organización de la sobrecarga y no un indicador aislado de un mayor estímulo hipertrófico (SINGER et al., 2024).

Sobrecarga progresiva

La sobrecarga progresiva consiste en el aumento gradual de la exigencia del entrenamiento a lo largo del tiempo. Tradicionalmente, esta progresión se produce mediante el aumento de la carga, del volumen o del número de repeticiones (ACSM, 2009).

Las alteraciones de la densidad del entrenamiento y de la capacidad de sostener el trabajo bajo fatiga pueden representar formas de progresión del rendimiento. Sin embargo, no puede presuponerse su contribución específica a la hipertrofia: los intervalos muy cortos pueden reducir la carga o el volumen de trabajo sostenido en las series siguientes. Así, la densidad debe interpretarse conjuntamente con la carga, el volumen y la recuperación, sin considerarla un estímulo hipertrófico independiente (ACSM, 2009; SINGER et al., 2024).

3.2 Entrenamiento funcional de alta intensidad

3.2.1 Concepto y características del entrenamiento funcional de alta intensidad

El entrenamiento funcional de alta intensidad (High-Intensity Functional Training – HIFT) combina ejercicios funcionales variados, frecuentemente ejecutados a intensidad elevada. Los programas de esta naturaleza pueden incluir levantamiento de pesas, gimnasia y ejercicios de acondicionamiento metabólico (FEITO et al., 2018).

La modalidad combina ejercicios de halterofilia, gimnasia, entrenamiento de fuerza y acondicionamiento metabólico, presentando características de entrenamiento concurrente (GLASSMAN, 2007; FEITO et al., 2018).

En el contexto deportivo, las modalidades competitivas basadas en ejercicios funcionales de alta intensidad han pasado a contar con una preparación física estructurada para desarrollar capacidades específicas de rendimiento. Así, la práctica competitiva puede analizarse como un deporte y no solo como un formato de sesión de entrenamiento.

De este modo, actualmente se observa una mayor organización de la programación del entrenamiento, buscando desarrollar las capacidades físicas deficitarias de los atletas o grupos de practicantes. Así, variables como la fuerza, la resistencia muscular, la capacidad aeróbica, la potencia y las habilidades específicas han pasado a planificarse de manera más sistematizada dentro del deporte.

Además, muchos programas actuales de entrenamiento funcional de alta intensidad han pasado a utilizar bloques específicos de fuerza, potencia y resistencia muscular, con control del

volumen, la intensidad, la densidad y la progresión de la carga. En diversos casos, ejercicios tradicionales del entrenamiento de fuerza, como la sentadilla, el peso muerto, el press de banca, el press de hombros y los remos, han pasado a incorporarse de manera estructurada a la preparación deportiva de la modalidad.

3.2.2 Formatos de organización del entrenamiento en el HIFT

AMRAP

El formato AMRAP (As Many Rounds/Repetitions As Possible, tantas rondas o repeticiones como sea posible) consiste en realizar el mayor número posible de repeticiones o rondas en un determinado período de tiempo.

La evolución del rendimiento en los AMRAP puede producirse mediante el aumento del número de rondas, series o repeticiones completadas en el tiempo establecido, manteniendo las cargas y la calidad de ejecución. Cuando este progreso aumenta el volumen de trabajo de fuerza relevante para los músculos implicados, puede ampliar la exposición a estímulos asociados con la hipertrofia. La estructura AMRAP, por sí sola, no constituye evidencia de un efecto hipertrófico.

For Time

El formato For Time se caracteriza por realizar una tarea previamente establecida en el menor tiempo posible. La reducción del tiempo para el mismo trabajo externo representa un aumento de la densidad.

La evolución en los entrenamientos For Time puede implicar el mantenimiento de cargas y repeticiones con un menor tiempo de ejecución, lo que caracteriza un aumento de la densidad como forma de sobrecarga. También puede producirse mediante la utilización de cargas mayores en tareas equivalentes. La posible relación con la hipertrofia depende del esfuerzo muscular, del volumen y de la tensión mecánica, no del cronómetro ni del formato en sí.

EMOM

El EMOM (Every Minute On the Minute, al inicio de cada minuto) consiste en ejecutar un determinado ejercicio o secuencia de movimientos cada minuto. En este modelo, el practicante debe completar el trabajo propuesto dentro del minuto establecido, utilizando el tiempo restante como recuperación antes del inicio de la siguiente serie.

La progresión dentro de un EMOM puede producirse mediante el aumento de la carga, de las repeticiones por minuto, del número de series o de los minutos sostenidos, según la estructura del entrenamiento. Estas alteraciones pueden modificar la sobrecarga de fuerza y, cuando generan un volumen y un esfuerzo muscular suficientes, constituir vías plausibles para las adaptaciones hipertróficas.

La reducción del tiempo disponible para la recuperación también puede aumentar la densidad y la exigencia del entrenamiento; sin embargo, no se debe equiparar automáticamente una mayor fatiga con un mayor estímulo hipertrófico.

Chipper

Los Chippers generalmente presentan un elevado volumen de repeticiones distribuidas entre diferentes ejercicios realizados de manera continua.

La evolución en un Chipper puede expresarse mediante el aumento de las cargas, la ampliación del volumen de trabajo o la finalización de una tarea equivalente en menos tiempo. Son progresiones distintas: las dos primeras pueden modificar directamente la exposición al trabajo de fuerza; la última representa un aumento de la densidad como forma de sobrecarga.

Por lo tanto, el interés de esta revisión no está en el formato Chipper en sí, sino en las variables del entrenamiento que pueden manipularse progresivamente durante su ejecución y preparación.

3.3 Relación entre el entrenamiento funcional de alta intensidad y la hipertrofia muscular

La presente discusión establece relaciones mecanísticas entre los estímulos presentes en el entrenamiento funcional de alta intensidad y los mecanismos asociados con la hipertrofia muscular descritos en investigaciones sobre entrenamiento de fuerza. No se pretende inferir que los métodos de la modalidad sean superiores ni que cada sesión produzca necesariamente

hipertrofia. La plausibilidad depende de la carga, del esfuerzo muscular local, del volumen efectivamente realizado, de la progresión de los estímulos y de la recuperación. La proximidad al fallo puede integrar este conjunto de estímulos, aunque alcanzar el fallo no es una condición obligatoria para la hipertrofia (GRGIC et al., 2022).

El punto central de esta revisión es que la evolución del practicante en el entrenamiento funcional de alta intensidad puede exigir manipulaciones de variables también estudiadas en el entrenamiento de fuerza: aumento de la carga, del volumen de series y repeticiones, del esfuerzo muscular y, en determinadas condiciones, de la densidad. La presencia de ejercicios de fuerza con tensión mecánica y volumen adecuados constituye una vía mecanísticamente plausible para las adaptaciones hipertróficas (SCHOENFELD, 2010; GRGIC et al., 2022). Así, el análisis considera los estímulos efectivamente realizados, sin atribuir automáticamente un efecto hipertrófico a la modalidad.

Estructuras como AMRAP, EMOM, For Time y Chipper funcionan como contextos de organización y evaluación del rendimiento, no como agentes hipertróficos independientes. A medida que el atleta evoluciona, puede completar más series o repeticiones, utilizar cargas mayores o sostener más trabajo de fuerza; estos cambios acercan la discusión a las variables tradicionalmente relacionadas con la hipertrofia. Schoenfeld, Ogborn y Krieger (2017) respaldan la relación entre el volumen semanal del entrenamiento de fuerza y la hipertrofia, pero no investigaron directamente la progresión en estos formatos del entrenamiento funcional de alta intensidad.

El aumento progresivo de las cargas utilizadas en los ejercicios puede elevar la exigencia de producción de fuerza y la tensión mecánica muscular, mientras que el incremento de series y repeticiones puede ampliar el volumen de entrenamiento. Además, la evolución de la capacidad física y del rendimiento deportivo puede permitir al practicante realizar mayores volúmenes de trabajo, utilizar cargas más elevadas y sostener el mismo trabajo externo en períodos de tiempo más cortos, aumentando la densidad y configurando diferentes formas de sobrecarga progresiva. Estas adaptaciones pueden producirse como consecuencia de la evolución en el deporte, incluso cuando el objetivo principal no es la hipertrofia muscular. De este modo, la progresión del rendimiento puede proporcionar una mayor exposición a estímulos tradicionalmente asociados con las adaptaciones hipertróficas, aunque no es posible asegurar que la magnitud de estos estímulos sea suficiente para producir hipertrofia muscular (ACSM, 2009).

La progresión de las cargas en ejercicios multiarticulares, como las sentadillas y los levantamientos, constituye un ejemplo particularmente relevante: al mantener la amplitud de

movimiento y la ejecución, las cargas mayores pueden aumentar la exigencia de producción de fuerza. La tensión mecánica es un mecanismo central en la discusión de la hipertrofia muscular, aunque la respuesta también depende del volumen, del esfuerzo y de la recuperación (SCHOENFELD, 2010; PHILLIPS, 2014).

Los ejercicios realizados con el peso corporal, como la sentadilla a una pierna (pistol squat) y la flexión en posición invertida (handstand push-up), pueden representar desafíos relevantes de fuerza relativa. Su posible contribución a la hipertrofia depende de la tensión efectivamente impuesta a la musculatura, del esfuerzo y de la progresión del entrenamiento. La evidencia de hipertrofia con diferentes intensidades de carga en el entrenamiento de fuerza aporta plausibilidad a esta interpretación, pero no constituye una demostración directa de los efectos hipertróficos de estos movimientos específicos (SCHOENFELD et al., 2017).

Por otro lado, también deben considerarse algunas limitaciones. La elevada variabilidad de los estímulos, la ausencia de control sistemático del volumen y de la progresión de carga, además de la presencia simultánea de componentes aeróbicos y metabólicos, pueden dificultar la cuantificación y la optimización de los estímulos hipertróficos. Esta interpretación deriva de la importancia atribuida al control de las variables del entrenamiento de fuerza en la literatura, no de evidencia directa de inferioridad del HIFT frente a los programas tradicionales (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2017).

Además, en muchas situaciones, la fatiga acumulada durante los entrenamientos puede comprometer el mantenimiento de la tensión mecánica a lo largo de las series y las sesiones. La ausencia de un control más preciso de variables como el intervalo de recuperación, la proximidad al fallo muscular y la magnitud de la tensión mecánica aplicada en cada ejercicio también puede dificultar la optimización del estímulo hipertrófico (SCHOENFELD, 2010).

Los estudios sobre entrenamiento funcional de alta intensidad presentan diferentes resultados de aptitud física y composición corporal, pero la evidencia disponible no permite afirmar de manera consistente un aumento de la masa muscular o hipertrofia como efecto directamente demostrado de la modalidad. Persisten lagunas en las investigaciones que evalúan la hipertrofia muscular como resultado principal (CLAUDINO et al., 2018; FEITO et al., 2018).

La evolución de la densidad constituye una importante expresión de la progresión del rendimiento en el entrenamiento funcional de alta intensidad. A medida que el practicante desarrolla sus capacidades físicas y técnicas, se hace posible superar limitaciones que anteriormente reducían el ritmo de ejecución, permitiendo realizar una mayor cantidad de trabajo en el mismo intervalo de tiempo. En formatos como el AMRAP, esta evolución puede traducirse en un aumento del número de series y repeticiones de ejercicios de fuerza, incluso

manteniendo las cargas absolutas, elevando el volumen-carga y la exposición muscular al trabajo bajo tensión mecánica. La mayor acumulación de trabajo también puede ampliar la fatiga muscular y el estrés metabólico, favoreciendo condiciones en las que parte de las repeticiones se realizan cerca del fallo muscular. De este modo, las adaptaciones inicialmente relacionadas con el rendimiento deportivo pueden proporcionar estímulos potencialmente favorables a la hipertrofia, aunque la magnitud de estas adaptaciones musculares no puede determinarse únicamente por la evolución del rendimiento. Se trata de una interpretación mecanística de esta revisión, no de un efecto causal directamente demostrado en estudios de AMRAP.

4. Conclusión

La evolución del rendimiento en el entrenamiento funcional de alta intensidad puede implicar manipulaciones de variables reconocidas como relevantes para la hipertrofia muscular, sobre todo la carga, el volumen de trabajo de fuerza y la intensidad del esfuerzo. La densidad también puede progresar como forma de sobrecarga, sin que su elevación aislada garantice una mayor hipertrofia. Esta revisión se fundamenta en los mecanismos fisiológicos de la hipertrofia muscular y considera que las adaptaciones dependen de las características de los estímulos aplicados, no exclusivamente de la modalidad de entrenamiento.

Además, la modalidad presenta elementos potencialmente favorables a la hipertrofia muscular, incluidos ejercicios con elevados niveles de tensión mecánica, demandas significativas de estrés metabólico y una elevada exigencia muscular en diferentes patrones de movimiento. Los ejercicios multiarticulares con cargas elevadas y los movimientos gimnásticos con altas exigencias de fuerza pueden proporcionar estímulos mecánicos compatibles con mecanismos relacionados con la hipertrofia muscular.

La evolución dentro de la modalidad se produce frecuentemente mediante progresiones relacionadas con las variables clásicas del entrenamiento de fuerza, como el aumento del volumen de series y repeticiones, la mejora de la densidad del entrenamiento y el aumento de la carga levantada para una misma cantidad de repeticiones, elevando la capacidad de trabajo. Además, el aumento de la fuerza máxima puede elevar la tensión mecánica producida incluso con las cargas relativas submáximas utilizadas durante los entrenamientos.

Sin embargo, el método no parece presentar, de manera general, un control sistemático de las variables clásicas relacionadas con la hipertrofia muscular, como la progresión estructurada de la carga, el control preciso del volumen semanal y el seguimiento adecuado de

la tensión mecánica. En muchos casos, principalmente durante los primeros meses de práctica, la complejidad técnica de los ejercicios y la fatiga central pueden limitar el mantenimiento de la tensión mecánica a lo largo de las sesiones.

Otro punto importante es que variables como el volumen, la densidad y la tensión mecánica no siempre se introducen de manera sistematizada dentro de la modalidad, principalmente porque el objetivo central del entrenamiento funcional de alta intensidad se relaciona con el desarrollo de la condición física general, buscando que el individuo sea capaz de responder a diferentes demandas fisiológicas, sin especialización exclusiva en una única capacidad física. A pesar de ello, esta limitación puede reducirse parcialmente cuando la programación se orienta específicamente hacia las adaptaciones hipertróficas, tanto en centros de entrenamiento funcional de alta intensidad como en la preparación de atletas competitivos.

De este modo, se concluye que la progresión del rendimiento en el entrenamiento funcional de alta intensidad puede presentar características compatibles con los mecanismos y las variables asociados con la hipertrofia muscular. Se destaca, sin embargo, que esta progresión no siempre se planifica con una finalidad hipertrófica y puede producirse como consecuencia de las adaptaciones promovidas por el entrenamiento. El desarrollo de la fuerza, de la resistencia muscular, de la capacidad cardiorrespiratoria y de la eficiencia técnica puede permitir al practicante utilizar cargas más elevadas, realizar un mayor volumen de trabajo y aumentar la densidad de las sesiones. Estos cambios, cuando van acompañados de una tensión mecánica y un volumen de entrenamiento adecuados, pueden ampliar la exposición a estímulos potencialmente hipertróficos. Así, aunque la hipertrofia no constituye necesariamente el objetivo central de la modalidad, su práctica puede proporcionar condiciones favorables para el desarrollo muscular, sin que la mejora del rendimiento, por sí sola, permita determinar la magnitud de las adaptaciones hipertróficas resultantes.

A pesar de las limitaciones presentadas, el entrenamiento funcional de alta intensidad reúne ejercicios de fuerza y estímulos potencialmente compatibles con mecanismos asociados con la hipertrofia muscular. Sin embargo, las revisiones disponibles no permiten concluir que la modalidad promueva de manera consistente un aumento de la masa muscular como resultado específico (CLAUDINO et al., 2018; FEITO et al., 2018).

Por último, se destaca la necesidad de nuevos estudios que investiguen específicamente los efectos del entrenamiento funcional de alta intensidad sobre la hipertrofia muscular y las variables del entrenamiento implicadas en este proceso.

Referencias

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

CLAUDINO, J. G. et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. Sports Medicine - Open, v. 4, n. 11, 2018.

DAMAS, F. et al. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. The Journal of Physiology, v. 594, n. 18, p. 5209-5222, 2016.

DAMAS, F.; LIBARDI, C. A.; UGRINOWITSCH, C. The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. European Journal of Applied Physiology, v. 118, n. 3, p. 485-500, 2018.

FEITO, Y.; HEINRICH, K.; BUTCHER, S.; POSTON, W. High-Intensity Functional Training (HIFT): definition and research implications for improved fitness. Sports, v. 6, n. 3, p. 76, 2018.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GLASSMAN, G. Understanding CrossFit. CrossFit Journal, n. 56, p. 1-2, 2007.

GRGIC, J. et al. Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. Journal of Sport and Health Science, v. 11, n. 2, p. 202-211, 2022.

KRIEGER, J. W. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 24, n. 4, p. 1150-1159, 2010.

MORTON, R. W. et al. Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. Journal of Applied Physiology, v. 121, n. 1, p. 129-138, 2016.

PHILLIPS, S. M. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. Sports Medicine, v. 44, Suppl. 1, p. S71-S77, 2014.

SCHOENFELD, B. J. et al. Strength and hypertrophy adaptations between low- versus high-load resistance training: a systematic review and meta-analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 31, n. 12, p. 3508-3523, 2017.

SCHOENFELD, B. J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: a systematic review and meta-analysis. Journal of Sports Sciences, v. 35, n. 11, p. 1073-1082, 2017.

SINGER, A. et al. Give it a rest: a systematic review with Bayesian meta-analysis on the effect of inter-set rest interval duration on muscle hypertrophy. Frontiers in Sports and Active Living, v. 6, art. 1429789, 2024. DOI: https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1429789.