

EFFECTOS DE LA LEUCINA EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y
RENDIMIENTO DEPORTIVO EN PERSONAS FÍSICAMENTE ACTIVAS

POR:
PAULINA ALEJANDRA ROJAS RIVERA
DONATO IGNACIO BADILLA MARTÍNEZ

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del
Desarrollo para optar al grado académico de Licenciado/a en Nutrición y
Dietética

PROFESORAS GUÍA:
CAMILA BIZAMA
DIAMELA CARÍAS
CONSTANZA NEIRA

Noviembre, 2021
Concepción

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	6
MARCO TEÓRICO	7
1. Suplemento deportivo	7
2. Leucina	11
3. Composición corporal y rendimiento deportivo	12
4. Leucina, rendimiento deportivo y composición corporal	13
HIPÓTESIS	15
OBJETIVOS	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
MATERIALES Y MÉTODOS	17
Diseño de investigación	17
Definición de variables de estudio	17
Unidad de análisis	18
Criterios de selección	18
Recolección de datos	19
Plan de análisis	20
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	36
CONCLUSIÓN	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

RESUMEN

Introducción: La leucina es un aminoácido ramificado esencial para los humanos, por lo cual, debe ser consumida en la dieta. Los altos niveles de leucina promueven la síntesis de proteína, la inhibición de la autofagia y disminuye la fatiga muscular. Es por esto, que es de alto interés en el ámbito deportivo para utilizar como suplemento ergogénico y mejorar composición corporal y rendimiento deportivo. **Objetivo:** Establecer el efecto de la suplementación con leucina sobre la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas. **Materiales y métodos:** Se realizó una revisión narrativa, mediante la búsqueda exhaustiva en diferentes bases de datos como PubMed, Scielo, Elsevier y Nutrients Journal. Se incluyeron artículos primarios que cumplieran con los criterios de inclusión, en los cuales se evaluaba el efecto de la suplementación con leucina sobre la composición corporal y rendimiento deportivo en personas físicamente activas. Las variables analizadas fueron: tiempo de suplementación, formato de suplemento y dosis. **Resultados:** Se seleccionaron un total de 6 estudios para incluirlos en la revisión narrativa. Estos estudios mostraron, mayoritariamente, que la suplementación con leucina no mejoraba la composición corporal ni el rendimiento deportivo. **Conclusión:** Los hallazgos de esta revisión narrativa son poco concluyentes, por lo cual, es necesario realizar más estudios respecto a la suplementación con leucina en sus distintos formatos y dosis.

Palabras clave: Leucina, rendimiento deportivo, composición corporal.

INTRODUCCIÓN

Los suplementos nutricionales son productos que se consumen por vía oral en distintos formatos, ya sean polvos, pastillas, bebidas, geles, entre otros y se encuentran en diversos productos los cuales pueden ser, por ejemplo, aminoácidos, proteínas, vitaminas, hierbas, ácidos grasos esenciales y probióticos (1). Sin embargo, todos tienen un componente dietético que sirve para mejorar la dieta, composición corporal o rendimiento deportivo, es por esto que deportistas amateurs y de élite los consumen buscando el efecto ergogénico que producen. No obstante, de todos los que se encuentran en el mercado pocos de ellos cuentan con evidencia científica (1).

La leucina es un aminoácido ramificado clasificado como esencial debido a que el organismo no tiene la capacidad de sintetizar por sí mismo, por ende, debe ser consumido a través de la dieta para cubrir los requerimientos. Los altos niveles de ingesta de leucina estimulan mTORC1, el cual corresponde a un complejo que se encarga de regular procesos biológicos como la síntesis de proteínas y la inhibición de la autofagia (2); en consecuencia, en los procesos de crecimiento muscular que están vinculados con la mejora del rendimiento deportivo y la composición corporal (2).

Algunos estudios indican que la suplementación con leucina después de la realización de entrenamiento de resistencia aumenta la activación de mTORC1 lo que se traduce en una mayor síntesis de proteína; a la vez, se ha demostrado que suplementos enriquecidos con leucina disminuyen la

expresión de IL-6, la cual está relacionada con la degradación y la atenuación de síntesis proteica, además de una recuperación más rápida en todo el cuerpo y una disminución en la fatiga muscular general (3,4).

En este contexto, un estudio realizado en ratas concluyó que una ingesta prolongada de leucina sin entrenamiento de resistencia que la acompañe no promueve la hipertrofia del músculo esquelético, sino más bien, induce la reparación o regeneración de dicho músculo (5). Sin embargo, los resultados de otras investigaciones muestran que en sujetos entrenados el efecto de la suplementación con leucina no es significativo (6).

Dado que la evidencia no es concluyente, y la leucina es un suplemento altamente utilizado, surge la necesidad de realizar una revisión y análisis de la literatura, acerca del papel de la suplementación con leucina y sus efectos en la composición corporal y el rendimiento deportivo.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto de la suplementación con leucina sobre la composición corporal y rendimiento deportivo en personas físicamente activas?

MARCO TEÓRICO

1. Suplemento deportivo

Un suplemento deportivo se define como un producto el cual se ingiere por vía oral y contiene un ingrediente dietario destinado a complementar la dieta del deportista con el fin de aumentar su rendimiento o modificar la composición corporal (1). Estos ingredientes dietéticos generalmente pueden ser vitaminas, minerales, enzimas, aminoácidos, hierbas o productos botánicos y metabolitos (7). Además, para poder ser catalogado como suplemento deportivo este debe cumplir con el siguiente criterio: debe encontrarse en forma de tableta, cápsula, geles, formato líquido o polvos y no debe ser representado como un alimento convencional (8).

Los suplementos deportivos se pueden dividir en 3 grupos; el grupo nº1 alimentos deportivos, el cual está constituido por geles, barritas, bebidas, aminoácidos esenciales y proteínas en polvo; el grupo nº2 suplementos médicos, el cual está compuesto por vitaminas y minerales, y finalmente el grupo nº3 suplementos ergogénicos, en el cual se encuentran suplementos como la creatina monohidratada, cafeína y beta-alanina (7).

Dentro de los suplementos deportivos podemos encontrar que el uso de bebidas isotónicas se da en deportes de resistencia con una duración mayor a 60 minutos y su finalidad es rehidratar y reponer los depósitos de glucógeno

y electrolitos del deportista mediante el aporte de sales minerales (sodio, cloro y potasio) y una mezcla de carbohidratos (7). La composición típica de una bebida isotónica contiene 5-8% de carbohidratos, de 10-35 mmol/L de sodio y de 3 a 5 mmol/L de potasio (9).

Otro suplemento del grupo de los alimentos deportivos son las barras de proteína, este suplemento es consumido con la finalidad de aportar de manera fácil nutrientes para así retrasar la fatiga durante la práctica deportiva o potenciar la recuperación del deportista post ejercicio. Este tipo de suplemento suele contener de 40-50 gramos de Carbohidratos, de 5-10 gramos de proteína, fibra y muy poca grasa, además de aportar micronutrientes como vitaminas y minerales (7).

Por otro lado, los geles deportivos son usados como fuente de carbohidratos de rápida absorción en deportes de resistencia para evitar la fatiga durante la ejecución de este. La composición típica de un gel deportivo contiene de 20-25 gramos de hidratos de carbono y entre un 1-4% del valor diario recomendado de Sodio y Potasio, además algunos formatos de geles traen estimulantes como cafeína o extractos de té verde para retrasar aún más la fatiga (7).

En cuanto a los suplementos proteicos, un estudio mostró que su consumo tiene como objetivo estimular la síntesis de proteínas musculares, esto en sinergia con la realización de ejercicios de fuerza o resistencia y una dieta

adecuada, todo esto con la finalidad de mantener o aumentar la masa muscular y en consecuencia el rendimiento (10). La presentación típica de este suplemento es en formato polvo, aunque también puede venir en formato líquido y su composición en una porción suele contener entre 20 - 40 gramos de proteína (7).

Las proteínas en polvo suelen contener suero de leche, caseína y otros tipos de proteínas de leche, generalmente, una proteína de buena calidad aporta entre 0,7-3 gramos de Leucina además de un equilibrado aporte de aminoácidos esenciales (7).

Dentro de los suplementos deportivos tenemos los aminoácidos esenciales que corresponden a la fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano, valina y arginina, en algunas de sus funciones se encuentran la regeneración de tejidos, crecimiento, contracción muscular y regular ácidos y bases en el organismo (11). El interés por los mismos en la ayuda ergogénica es que se ha observado que poseen un efecto anabólico en el músculo, además del incremento de la oxidación de estos mismos y disminuyen la síntesis de lactato en deportes de larga duración, el cual está relacionado con la capacidad de resistencia en deportistas (12).

Luego, existen los suplementos médicos dentro de los cuales se encuentran las vitaminas y minerales, que son indispensables para mantener un adecuado estado fisiológico y más aún si se habla de un deportista el cual

busca su máximo rendimiento deportivo. Los micronutrientes más utilizados en el ambiente deportivo son las vitaminas del complejo B, vitaminas liposolubles como la vitamina D y algunos minerales como el hierro (7). La razón de esto es porque los micronutrientes recién nombrados, tienen funciones a nivel neuromuscular, metabólico y de oxigenación las cuales son indispensables para un deportista (7).

Adicionalmente, se encuentran los suplementos ergogénicos dentro de los cuales está la creatina que corresponde a un metabolito con una dimensión molecular parecida a la de los aminoácidos, esta se sintetiza principalmente en el hígado, páncreas y riñones (13). En el deporte su importancia se relaciona con el aumento de masa muscular esquelética y fuerza (13).

También, se encuentra la cafeína la cual es un compuesto con mucha importancia en el deporte y actividad física debido a que mejora el desempeño físico, sin embargo, quedan muchos aspectos por investigar respecto a este tema, como, por ejemplo, qué sucede al combinarlo con otras sustancias o cómo afecta a la calidad de sueño, que podría ser contraproducente con la actividad física (14).

En cuanto a la beta alanina tomada como suplemento, contribuye al aumento de la síntesis de carnosina en las fibras musculares de tipo 1 y 2, la cual podría retrasar la aparición de fatiga muscular (15).

2. Leucina

La leucina es un aminoácido de cadena ramificada considerado como esencial para el ser humano debido a su importante implicancia a nivel fisiológico. Suele ser uno de los más abundantes en los alimentos proteicos de alto valor biológico (16). Se encuentra principalmente en legumbres, huevos, carnes rojas, nueces y leche (26). Además, en suplementos deportivos como los mencionados anteriormente.

Se ha demostrado que la leucina en conjunto con la valina y la isoleucina conforman un tercio de la proteína muscular y de estas, es el aminoácido que tiene una tasa más alta de oxidación (28). Además, desempeña una función importante en la síntesis de proteínas a través de la activación de la vía de señalización de la rapamicina (mTOR) en el músculo esquelético y tejido adiposo, y mejora la homeostasis energética mediante el aumento de la biogénesis mitocondrial y la oxidación de ácidos grasos con la finalidad de proporcionar la energía necesaria para la síntesis proteica (26).

En cuanto a su ingesta, aproximadamente un 80% de la leucina consumida a través de la dieta es utilizada para la síntesis proteica, mientras que el resto se convierte α -cetoisocaproato (α -KIC) y β -hidroxi β -metilbutirato (HMB) en el músculo esquelético los cuales son utilizados para producción de energía (26). Por esta razón, tiene un interés en el ámbito deportivo debido a que se podría utilizar como ayuda ergogénica (1).

3. Composición corporal y rendimiento deportivo

La composición corporal corresponde a todo lo que conforma al cuerpo humano, es decir, músculo esquelético, tejido adiposo, masa ósea, sangre y otros (24). Este, se mide a través de distintas técnicas siendo el DEXA la más certera, sin embargo, la más utilizada hoy en día es la antropometría, que se basa en una visión bicompartimental del cuerpo (masa grasa y masa libre de grasa), junto con el peso, la talla, los pliegues cutáneos y el índice de masa corporal (25). Según los resultados de estas mediciones podemos obtener una clara imagen de la salud y condición física del deportista.

Por otro lado, el rendimiento deportivo se define como el conjunto de recursos que tiene un deportista y cómo los utiliza para obtener mejores resultados con el menor esfuerzo en situaciones determinadas (18). Dentro de este, hay factores de la capacidad del rendimiento deportivo que influyen en la práctica del entrenamiento, estos son: capacidades táctico cognitivas, capacidades sociales, condición física (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad), factores hereditarios, de constitución física y sanitarios, capacidades físicas y técnica (capacidades coordinativas y destrezas motoras) (18). Para mejorar la capacidad de rendimiento deportivo son necesarios estímulos de carga, dentro de estos encontramos: duración, volumen, frecuencia, densidad e intensidad del estímulo y objetivos, contenidos, medios y métodos de entrenamiento (18).

Dependiendo del deporte o entrenamiento que se practique existe una variación en la composición corporal, debido a que requieren diferentes estímulos según lo exija cada deporte, por ejemplo, un estudio realizado en jugadores de fútbol, volleyball y rugby profesional demuestra que las áreas musculares y grasas son significativamente diferentes entre este tipo de deportistas (29). Dentro de las diferencias entre los 3 tipos de deportistas recién nombrados, se puede mencionar que los deportistas con mayor altura generalmente son los voleibolistas y en cuanto a la composición corporal de cada uno, los que cuentan con un mayor IMC (índice de masa corporal) son los jugadores de rugby, seguidos por los beisbolistas y futbolistas, esto debido a que cada deporte necesita unas determinadas condiciones para que el desarrollo de este sea lo mejor posible (29).

4. Leucina, rendimiento deportivo y composición corporal

Debido a que la leucina está involucrada en el proceso de síntesis de proteína, homeostasis de energía y oxidación de ácidos grasos (16), su suplementación se utiliza para mejorar el rendimiento deportivo y la composición corporal a través de la recuperación muscular y pérdida de masa grasa (4).

De acuerdo con lo anterior, un estudio en adultos sanos demostró que la suplementación con leucina estimula la síntesis de proteína post prandial y un aumento de masa muscular luego de una intervención de 6 semanas y por lo tanto, puede prevenir la sarcopenia en sujetos de tercera edad (19). Además, otro estudio realizado en personas sanas de entre 20-40 años demostró que

la suplementación con leucina aumentó la activación de mTOR luego de la realización de ejercicios de resistencia (30).

En adultos obesos con dietas hipocalóricas y entrenamiento de resistencia para la pérdida de masa grasa, se ha observado que la suplementación con proteína enriquecida en leucina preserva la masa muscular y también podría, como en el artículo anterior, prevenir la sarcopenia con el pasar de los años (20). Por lo tanto, se observa una correlación entre leucina, rendimiento deportivo y composición corporal. Sin embargo, en otro estudio se observó que a pesar de que la leucina demuestra estos efectos, generalmente está combinada con otros aminoácidos o componentes, por lo que se necesita más información para verificar los resultados (28).

De acuerdo con lo anteriormente expuesto surge la necesidad de realizar la siguiente revisión bibliográfica para resumir el efecto de la suplementación con leucina sobre el rendimiento deportivo y la composición corporal en personas físicamente activas y aclarar si realmente tiene un efecto beneficioso.

HIPÓTESIS

La suplementación con leucina tiene un efecto positivo sobre la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Establecer el efecto de la suplementación con leucina sobre la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas.

Objetivos específicos

- Establecer los efectos de la suplementación con leucina sobre la composición corporal.
- Determinar la dosis necesaria de un suplemento de leucina para generar una mejora en la composición corporal.
- Determinar la dosis necesaria de un suplemento de leucina para generar un aumento en el rendimiento deportivo.
- Comparar los efectos de la suplementación con leucina en el rendimiento de ejercicios de resistencia vs entrenamiento de fuerza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica narrativa, la cual corresponde a un tipo de estudio detallado y selectivo que puede ser crítico o no, que tiene como principal objetivo indagar, describir y discutir, dentro de un punto de vista teórico y situado en un determinado contexto (21). En relación con esto, se analizaron los efectos de la suplementación con leucina en la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas.

Definición de variables de estudio

Las variables de estudio que se definieron fueron:

- 1) Composición corporal, la cual corresponde a la cuantificación de los componentes que constituyen el cuerpo humano, es decir, masa muscular, ósea y grasa además del tejido visceral (23).
- 2) Rendimiento deportivo que compone todos los recursos del deportista y como los usa para realizar la actividad con el menor esfuerzo posible (18).
- 3) Consumo y dosis de leucina, que corresponde a la forma de presentación del suplemento y cantidad de leucina consumida.
- 4) Tiempo de suplementación, que es el periodo de tiempo medido en días, desde que inicia hasta que termina la suplementación (3).

Unidad de análisis

La unidad de análisis corresponde a ensayos clínicos aleatorizados, que evaluaron el efecto de la suplementación con leucina sobre la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas.

Criterios de selección

1. Criterios de inclusión:

- a) Estudios primarios que incluyen individuos sanos (adolescentes, adultos y adultos mayores), físicamente activos que se suplementan con leucina o mezcla de aminoácidos enriquecidos con leucina.
- b) Estudios primarios en los cuales se evaluaron los efectos de la suplementación con leucina o mezcla de aminoácidos enriquecidos con leucina en cuanto al rendimiento deportivo y composición corporal.
- c) Estudios primarios con una antigüedad máxima de 5 años.

2. Criterios de exclusión

- a) Estudios primarios que evalúen otro tipo de suplementos.
- b) Estudios primarios que incluyan pacientes con dietas restrictivas.
- c) Estudios primarios que incluyan personas con patologías crónicas no transmisibles.

Recolección de datos

Se seleccionó una variedad de estudios en diferentes bases de datos mediante una búsqueda exhaustiva, la cual incorporó las siguientes palabras clave: *leucine, body composition, endurance, leucine supplementation y sport performance*. Todas las palabras claves fueron previamente verificadas con los descriptores en ciencias de la salud.

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed, Scielo, Elsevier y Nutrients Journal, con los siguientes términos y operadores booleanos [Leucine supplementation] AND [Body Composition] AND [Sport Performance], la cual entregó 30 resultados. Posteriormente, se aplicó el filtro de artículos basados en humanos dentro de los últimos cinco años, en inglés y en español, quedando un total de 25 artículos. Tras analizar los resúmenes y títulos de los distintos estudios encontrados en las diferentes fuentes de información, se seleccionaron un total de 11 artículos. Una vez definidos, se eligieron 6 estudios que cumplían con los criterios de inclusión señalados anteriormente (figura 1).

Plan de análisis

Se resumieron cada uno de los estudios primarios incluidos en la revisión y se analizaron y discutieron los hallazgos más importantes, para responder a la pregunta de investigación. Igualmente se incluyó una tabla resumen que incorporó autor, año, país, participantes, variables y resultados clave, de los artículos seleccionados.

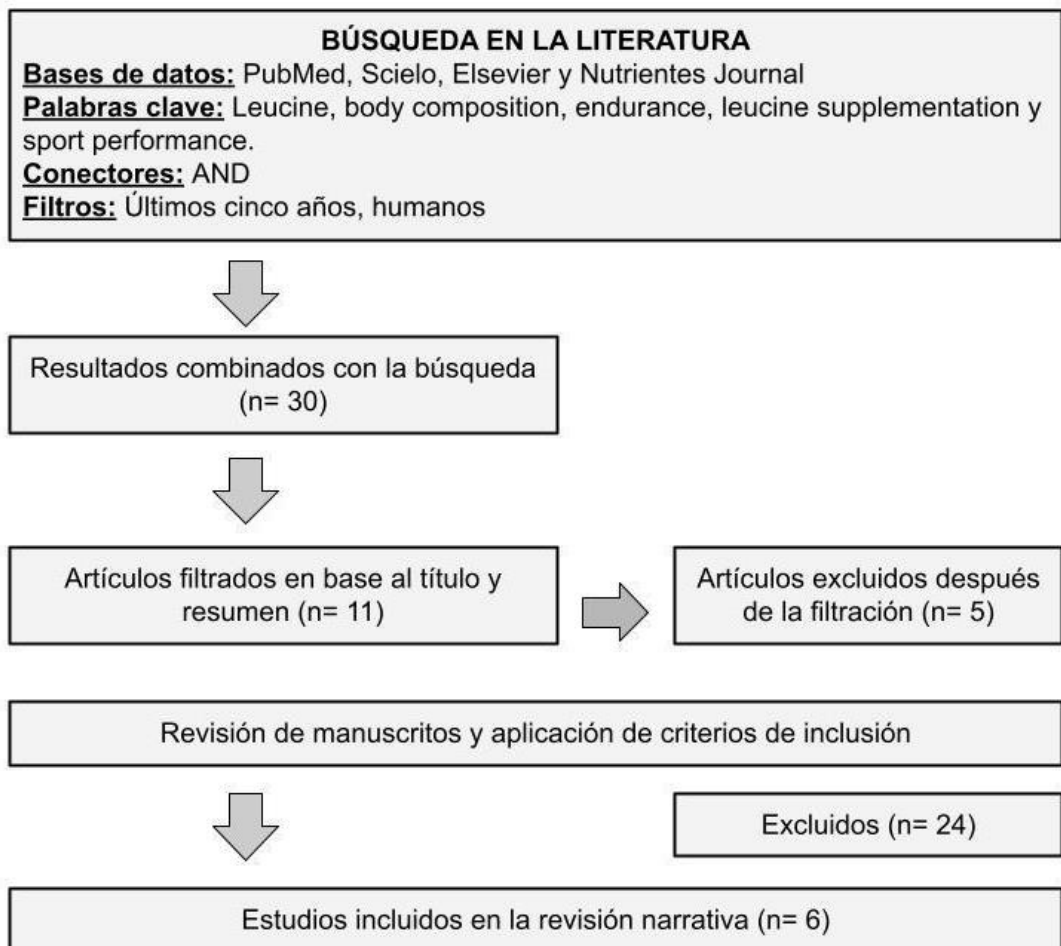


Figura 1. Selección de los artículos para revisión narrativa.

RESULTADOS

A continuación, se describen 6 artículos primarios que formaron parte de la revisión. En la tabla 1, se presenta un resumen de las características de dichos estudios, así como los resultados más importantes. De todos los estudios seleccionados, 2 eran estudios doble ciego, controlados y aleatorizados, 2 correspondían a estudios doble ciego controlados, 1 correspondía a un estudio aleatorizado, doble ciego y con medidas repetidas, y por último, 1 era una revisión sistemática y metaanálisis, en los cual se evaluó el efecto de la suplementación con leucina sobre la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas.

Funderburk et al. (2019) (31), publicaron un estudio doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo, donde se evaluaron a 36 mujeres entre 45-65 años, en etapa perimenopáusica o menopáusica. Se dividieron en dos grupos de 18 integrantes, por lo tanto, 18 consumían 5 gramos de leucina en cápsula y 18 consumían placebo (pectina de manzana) en cápsula.

Antes de comenzar el estudio, se les pidió a las participantes que no realizaran entrenamiento de resistencia al menos 6 meses antes, además de no consumir suplementos ergogénicos al menos un mes previo a la intervención. También, se les realizó una evaluación sobre la fuerza muscular donde tuvieron que sacar una repetición máxima de prensa de pierna y de press banca para poder determinar la fuerza del tren inferior y superior, respectivamente. Luego, comenzó la intervención que tuvo una duración de

10 semanas con entrenamientos de resistencia 3 veces por semana, en la cual, las participantes ingerían el suplemento inmediatamente después de terminar la sesión.

Una vez terminada la intervención se observó que, si bien la fuerza y la composición corporal habían mejorado, no había diferencia entre el grupo placebo y con suplementación con leucina. Se concluyó que no hubo cambios significativos asociados a la suplementación con leucina.

Aguiar et al. (2017) (17) publicaron un estudio aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo, donde evaluaron los efectos de la suplementación con leucina libre en cuanto a cambios en la masa muscular esquelética y fuerza, luego de someter a los participantes a un programa de entrenamiento de resistencia de 8 semanas de duración.

Se evaluaron 20 jóvenes universitarios previamente no entrenados en donde se excluyeron participantes que fueran vegetarianos, que tuvieran un periodo menor a 6 meses sin ingerir algún suplemento ergogénico o esteroides anabólicos, que no proporcionaron una descripción detallada de su alimentación diaria, con farmacoterapia la cual pudiera afectar tanto la ganancia de masa muscular como la capacidad de entrenar, con entrenamiento de resistencia en los últimos 6 meses y sin aprobación médica para realizar actividad física.

Los participantes de este estudio comenzaron con un programa de orientación de una semana previo a la aleatorización (leucina - placebo) con la finalidad de asegurar la familiarización de los participantes con el programa de entrenamiento al que serían sometidos.

Luego de la realización del programa de orientación, todos los participantes fueron sometidos al mismo protocolo de entrenamiento el cual estaba enfocado en músculos del cuádriceps, específicamente el vasto lateral y recto femoral. En este caso se usó el recomendado por el Colegio Americano de Deporte 2009, el cual consiste en un programa de 8 semanas, 2 días a la semana y conlleva 3 series de 8-12 repeticiones con 1 minuto de descanso entre series y ejercicio.

En cuanto a la suplementación, al total de 20 participantes se les separó aleatoriamente en dos grupos iguales, cada grupo contaba con 5 hombres y 5 mujeres. Inmediatamente post entrenamiento al grupo suplementado se le entregó un batido que contenía 3 g de leucina, por otro lado, al grupo placebo se le entregó un batido el cual contenía 3 g de almidón de maíz.

Para la evaluación y análisis de la composición corporal se utilizó un ecógrafo. Este se utilizó para la medición del área transversal del músculo esquelético, específicamente de los músculos vasto lateral y recto femoral para ver si ocurría alguna variación en cuanto al tamaño. Las imágenes se obtuvieron 48 horas antes de la realización del primer entrenamiento del programa y 48

horas después del último entrenamiento, con la finalidad de evitar cualquier influencia errónea de la hinchazón muscular causada por el entrenamiento de resistencia.

Para la evaluación de la ganancia de fuerza los investigadores registraron la carga de entrenamiento semanal para cada ejercicio. Esta se fue ajustando cada 15 días según el número de repeticiones realizadas al final de la tercera serie de cada ejercicio. A partir de esto, se fueron añadiendo 2 kg cada vez que se superaban las 12 repeticiones en la tercera serie.

Al finalizar el periodo de 8 semanas, se observó que las diferencias en cuanto a ganancia de masa muscular y fuerza al comparar los resultados de ambos grupos, tanto el suplementado con leucina como el placebo, fueron similares.

En relación con lo antes expuesto, la suplementación con leucina no mejoró la masa muscular ni la fuerza durante un programa de entrenamiento de resistencia en individuos jóvenes no entrenados previamente.

Takegaki et al. (2020) (3) llevaron a cabo un estudio aleatorio, doble ciego y controlado con placebo, donde evaluaron el efecto de la suplementación con aminoácidos enriquecidos con leucina sobre la señalización anabólica y catabólica en el músculo esquelético después de la realización de ejercicios de resistencia.

Se evaluaron a un total de 20 participantes, todos hombres entre 20 y 40 años. Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión, ser alérgico a la soya, entrenamiento habitual de ejercicios de resistencia (más de una vez a la semana), ingesta habitual de suplementos o aminoácidos, enfermedad ortopédica o lesiones en extremidades inferiores, antecedentes de enfermedades o afecciones cardiovasculares y el uso de fármacos antitrombóticos.

Previo a la asignación de los grupos (suplementado - placebo) se les indicó no realizar ningún tipo de actividad física intensa durante una semana previa a las pruebas, esto con la finalidad de no mermar los resultados. Para la conformación de los grupos se realizó una secuencia de asignación aleatoria para evitar posibles sesgos.

En cuanto a la evaluación de la repetición máxima, fueron utilizadas dos máquinas, extensión de cuádriceps y curl de piernas. Las pruebas realizadas para la medición de este parámetro fueron basadas según el procedimiento recomendado por la National Strength & Conditioning Association, el cual consistía luego de un calentamiento de una serie de 10 repeticiones a un nivel del 40-60% de la repetición máxima estimada y tres repeticiones al 60-80% de la repetición máxima. Luego del calentamiento se realizaron, de tres a cuatro intentos posteriores con un peso progresivamente creciente hasta que los participantes fracasaron. Cabe destacar que los participantes descansaron 3 minutos entre cada intento.

Para el protocolo de estudio todos los sujetos recibieron la noche anterior una cena estándar, con la finalidad de evitar diferencias entre los participantes. Luego de esta comida se les indicó ayunar hasta las 8:00 am para un correcto proceso de toma de muestras de sangre para la medición de los niveles de glucosa, lactato, insulina y aminoácidos en plasma. Además, a los participantes se les realizó una biopsia muscular la cual se obtuvo de la porción lateral del músculo vasto lateral.

Luego de la toma de muestras a cada participante se le entregó un batido suplementado con 2,5 g de aminoácidos y leucina o placebo, dependiendo de a qué grupo fue asignado. Inmediatamente después de la ingesta, los sujetos fueron sometidos a un programa de entrenamiento el cual consistió en dos ejercicios, extensión y flexión de rodilla, de los cuales se debían realizar 3 series de 10 repeticiones cada una al 70% de la repetición máxima con un descanso de 3 minutos entre series.

Una vez finalizado el programa de entrenamiento, cada participante volvió a ingerir el mismo suplemento y se volvieron a tomar muestras de sangre y nuevamente se repitió el proceso a los 15, 30, 45, 60 y 90 minutos. Además, se tomaron dos nuevas muestras de biopsia de la porción lateral del músculo vasto lateral a los 10 y 90 minutos post término del programa de entrenamiento.

Al momento de comparar los resultados obtenidos luego de la intervención se observó que los participantes del grupo suplementado con aminoácidos enriquecidos con leucina tuvieron un aumento en la señalización de las vías anabólicas del músculo esquelético en comparación con el grupo placebo. Sin embargo, no se observaron diferencias en cuanto a la producción de citoquinas proinflamatorias ni en el catabolismo muscular producido por el ejercicio de resistencia.

En relación con lo antes expuesto, se puede concluir que la suplementación con aminoácidos enriquecidos con leucina mejoró la síntesis de proteínas, la cual tiene directa relación con la ganancia de masa muscular. No obstante, no se atenuó el catabolismo muscular ni la respuesta inflamatoria producida por el entrenamiento de resistencia.

Mobley et al. (2017) (6) publicaron un estudio doble ciego y controlado con placebo en donde evaluaron los efectos de la suplementación con leucina, soja y suero de leche en cuanto a la composición corporal y ganancia en fuerza en estudiantes universitarios durante un periodo de 12 semanas.

Se reclutaron participantes masculinos sanos, no entrenados y en edad universitaria. Los criterios de exclusión que usaron para la selección de los participantes fueron, haber participado en algún programa de ejercicio regular durante al menos 6 meses antes del inicio del estudio, consumir una dieta alta

en proteínas (> 2g/kg), estar utilizando o haber utilizado durante 6 meses previos al inicio del estudio potenciadores anabólicos como proteína en polvo, creatina o esteroides anabólicos y tener alguna condición médica u ortopédica que le impidiera realizar actividad física.

En cuanto a los participantes del estudio, fueron 75 personas las finalmente seleccionadas. Posterior a esto los participantes fueron aleatoriamente asignados a cinco grupos experimentales, 15 personas fueron asignadas al grupo placebo, 14 personas al grupo suplementado con leucina, 17 al grupo suplementado con concentrado de suero de leche, 14 con concentrado de suero de leche hidrolizado y 15 al grupo suplementado con proteína de soya.

En cuanto al programa de entrenamiento, este consistió en un entrenamiento de cuerpo completo (sentadilla y press de banca), 3 veces a la semana y con una duración de 12 semanas. Para la medición de fuerza a los participantes se les pidió estar en un correcto estado de hidratación y además de tener un ayuno de 4 horas, la fuerza fue medida mediante la aplicación de 3 ejercicios, tirón isométrico de la mitad del muslo (IMPT), sentadilla y press de banca. Todos ejecutados como repetición máxima y con 3 intentos cada uno.

Con respecto a la suplementación de los participantes, este fue suministrado 2 veces al día y durante el tiempo de la intervención se fue verificando que los participantes fueran consumiéndolos correctamente.

Para la medición de la composición corporal de los participantes fue utilizado el método DEXA (densitometría ósea), además se tomaron muestras de sangre, un ultrasonido de ambas piernas, una biopsia muscular del músculo vasto lateral y también una biopsia percutánea de la porción adiposa del glúteo. Cabe mencionar que estas evaluaciones fueron repetidas al finalizar las 12 semanas de la intervención para así ver los resultados finales.

Al momento de comparar los resultados obtenidos al finalizar la intervención, se observó que las diferencias en cuanto a ganancia de fuerza en general y composición corporal de los participantes no tuvieron una variación significativa entre los participantes de cada grupo, por lo que se llegó a la conclusión de que la ganancia de fuerza y ganancia de masa muscular fue resultado del correcto programa de entrenamiento de resistencia, pero no consecuencia de la suplementación.

En relación con lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la suplementación ya sea con leucina, concentrado de suero de leche, concentrado de suero de leche hidrolizado, proteína de soya y leucina no trae beneficios adicionales significativos en cuanto a la ganancia de fuerza ni cambios en la composición corporal. Pero sí se observó que la suplementación con concentrado de suero de leche y concentrado de suero de leche hidrolizado trae consigo un aumento en la expresión de células satélites, lo cual puede promover a futuro mejores adaptaciones al entrenamiento.

Ispoglou et al. (2015) (32) publicaron un estudio doble ciego y controlado con placebo, en el cual se evaluaron a 36 participantes, hombres (n=11) y mujeres (n=14), de 65 a 75 años, de los cuales, 25 terminaron el procedimiento.

Para comenzar el estudio se verificó que los participantes tuvieran buena salud, no fumaran y vivieran de manera independiente. Luego, se dividieron en tres grupos. El grupo A se suplementó con un mezcla de aminoácidos enriquecidos con leucina en un 20%, el grupo B se suplementó con una mezcla de aminoácidos enriquecidos con leucina en un 40% y, por último, el grupo C recibió el placebo (lactosa). Todos los grupos recibieron los suplementos en forma de cápsulas indistinguibles las unas de las otras.

El periodo de suplementación fue de 3 meses consumiendo dos cápsulas diarias, desayuno y cena, para obtener como resultados primarios el total de masa magra y el desempeño físico.

Para evaluar la composición corporal los sujetos fueron pesados usando ropa ligera y sin ningún objeto extra, además del uso de un escáner de absorciometría de rayos X de energía dual para obtener datos más precisos. Por otra parte, para evaluar el desempeño físico se realizaron test de curl de brazos 30 segundos, 30 segundos de chair-stand test, prueba de agarre y 6 minutos de caminata.

Luego de la intervención, se volvieron a realizar las mediciones de composición corporal y desempeño físico para observar los cambios en los

distintos grupos y se observó que el grupo B (40% leucina), incrementó significativamente la masa magra comparado con sus resultados iniciales. Además, se observó que los grupos enriquecidos con leucina (A y B) tuvieron un aumento significativo en su desempeño físico comparado con los resultados iniciales. Sin embargo, no hubo una diferencia importante en cambios en la masa magra y el rendimiento deportivo entre el grupo enriquecido con 20% de leucina, respecto al grupo enriquecido con 40% de leucina (Grupo A y B, respectivamente) en los test realizados.

Jakubowski et al. (2020) (33) realizaron una revisión sistemática sobre la suplementación con ácido beta-hidroxi beta-metilbutírico (HMB), un metabolito derivado de la leucina. Los resultados indicaron que el HMB no produce una mejoría en la composición corporal y fuerza en sujetos jóvenes inducidos por el entrenamiento de resistencia. De un total de 1731 estudios, se removieron los duplicados, los realizados *in vitro*, artículos que no fuesen en inglés, y revisiones, dejando 1294 estudios, de los cuales se escogieron 303 estudios recuperados para la selección de texto completo con 14 estudios doble ciegos, aleatorios, controlados con placebo. Luego del análisis, se concluyó que la suplementación con HMB podría producir un pequeño aumento en la masa corporal total pero no aumenta significativamente la masa libre de grasa o la pérdida de grasa. Además, se observó que tampoco hubo mejoras significativas en la fuerza asociadas al HMB.

Otra observación fue que aquellos estudios con mejoras significativas asociadas al HMB podrían ser imparciales, por eso, los análisis sugieren que son poco reproducibles o tienen alto riesgo de imparcialidad. Por lo tanto, se concluye que la suplementación con HMB no tiene un efecto anabólico.

Tabla 1. Características de los estudios incluidos en la revisión

Referencia (Autor, año, país)	Diseño de estudio	Participantes (N° de muestra, edad, género)	Variables 1.Formato suplemento 2. Dosis 3.Tiempo de intervención	Resultados claves
Funderburk et al. (2019) Estados Unidos. (31)	Estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo.	Número de muestra: n=36 Edad: 45-65 años Género: 36 F (100%)	1.Lecina aislada 2. 5 gramos 3. 10 semanas	-Hubo mejora en la fuerza muscular sin efectos adicionales por la suplementación con leucina.
Takegaki et al. (2020) Japón. (3)	Estudio aleatorio, doble ciego, controlado con placebo	Número de muestra: n=20 Edad: 20-40 años Género: 20 M (100%)	1.Aminoácidos enriquecidos con leucina 2. 5 gramos 3. 1 día	-Mejora en síntesis de proteína y ganancia de masa muscular, sin embargo, no atenúa la respuesta catabólica ni la inflamación producida por el entrenamiento.
Mobley et al. (2017) Estados Unidos. (6)	Estudio doble ciego y controlado con placebo.	Número de muestra: n=75 Edad: 21 años Género: 75 M (100%)	1.L-leucina y proteínas estandarizadas a Leucina 2. 3 gramos 3. 12 semanas	-No trae beneficios adicionales significativos respecto a la ganancia de fuerza ni cambios en la composición corporal

Ispoglou et al. (2015) Reino Unido. (32)	Estudio doble ciego y controlado con placebo	Número de muestra: n=25 Edad: 65-75 años Género: 14 F (56%)	1. Aminoácidos esenciales con Leucina 2. 0.21 g/kg/día 3. 12 semanas	-Grupo B (40% leucina) incrementó significativamente masa magra. - Los grupos A y B aumentaron significativamente el desempeño físico en comparación a los resultados iniciales. Sin embargo, no hubo diferencias importantes entre ambos grupos.
Aguiar et al. (2017) Brasil. (17)	Estudio aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo	Número de muestra: n=20 Edad: 18-30 años Género: 10 F (50%)	1. Leucina aislada 2. 3 gramos 3. 8 semanas	-La suplementación con Leucina no mejoró la masa muscular ni la fuerza durante un programa de entrenamiento
Jakubowski et al. (2020) Brasil. (33)	Revisión sistemática y metaanálisis	Número de muestra: - Edad: 18-50 años Género: F, M	1. HMB 2. 3 gramos 3. > 3 semanas	-La suplementación con HMB no tiene un efecto anabólico. -No hay mejoras significativas en composición corporal, fuerza y rendimiento deportivo

DISCUSIÓN

Conforme a la presente revisión narrativa, los resultados descritos sustentan que la suplementación con leucina no trae beneficios sobre la composición corporal y el rendimiento deportivo en personas físicamente activas.

De los estudios evaluados en esta revisión, 4 de ellos apuntan a que la suplementación con leucina en sus distintos formatos no otorga beneficios ni en la composición corporal ni en el rendimiento deportivo. No obstante, dentro de nuestra revisión, 2 de ellos mencionan mejoría en la composición corporal, no así en el desempeño físico.

Una limitante para realizar la comparación de los estudios revisados es que el formato y dosis en los cuales se suministraba la leucina son diversos, ya que algunos entregaron leucina aislada en determinadas dosis y otros, leucina combinada con otros aminoácidos o con proteína de suero de leche (whey protein). Así también, el tiempo de suplementación era diferente para cada estudio. Por lo tanto, no es concluyente con qué formato y tiempo de suplementación se podrían obtener más beneficios.

En una reciente revisión sistemática y metaanálisis, Jakubowski et al. (2020) (33), demostraron que no es conocido aún, si el efecto del HMB en la síntesis proteica es adicional a la respuesta esperada a la ingestión de proteínas o entrenamiento de resistencia, pero parecería poco probable mientras se

ingiera una dosis de leucina suficiente. Sin embargo, algunos estudios (33-36) han probado los efectos a largo plazo de la suplementación con HMB, en conjunto con proteína de alto valor biológico en la adaptación al entrenamiento de resistencia en que se pudo observar un aumento de la masa libre de grasa de manera segmentada, no en todo el organismo.

Dos de ellos (33,34) demostraron beneficios no significativos respecto a cambios en la composición corporal o mejora de fuerza causada por entrenamiento de resistencia con suplementación de HMB. No obstante, Niseen et al. (1996) (34) mostraron una pequeña mejoría en comparación al otro estudio, en el aumento de masa magra y fuerza cuando el HMB se combinaba con suplementos de proteína de suero de leche (whey protein) que contenían 37 g por servicio.

Con respecto a lo expuesto con anterioridad, es indispensable que a futuro se realicen más investigaciones relacionadas con la suplementación con leucina, ya que los resultados son inconclusos y no se tiene claridad del cual sería el formato o dosis correcta para obtener los beneficios en el ámbito deportivo.

CONCLUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión narrativa apuntan que los estudios tienen resultados poco concluyentes o significativos. Sin embargo, algunos estudios muestran una mejoría en la composición corporal bajo ciertas condiciones. Por lo tanto, es necesario seguir investigando respecto a la suplementación con leucina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santesteban Moriones V, Ibáñez Santos J. Ayudas ergogénicas en el deporte. *Nutr Hosp.* 2017;34(1):204–15.
2. Aguilar AG. Mecanismos moleculares de regulación de la vía mTORC1/p70S6K, autofagia y mitofagia: papel de TSC2. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid ; 2017.
3. Takegaki J, Sase K, Yasuda J, Shindo D, Kato H, Toyoda S, et al. The effect of leucine-enriched essential amino acid supplementation on anabolic and catabolic signaling in human skeletal muscle after acute resistance exercise: A randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group comparison trial. *Nutrients.* 2020;12(8):2421.
4. An YH, Kim J, Kim H-J, Lim K. Effects of leucine-enriched essential amino acid supplementation on muscular fatigue and inflammatory cytokines in wheelchair basketball players. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2020;24(2):38–46.
5. Lim CH, Gil JH, Quan H, Viet DH, Kim CK. Effect of 8-week leucine supplementation and resistance exercise training on muscle hypertrophy and satellite cell activation in rats. *Physiol Rep.* 2018;6(12):e13725.
6. Mobley C, Haun C, Roberson P, Mumford P, Romero M, Kephart W, et al. Effects of whey, soy or leucine supplementation with 12 weeks of resistance training on strength, body composition, and skeletal muscle and adipose tissue histological attributes in college-aged males. *Nutrients.* 2017;9(9):972
7. Edenfield KM. Sports supplements: Pearls and pitfalls. *Prim Care.* 2020;47(1):37–48
8. Soler Salazar A, Cardona García AM. Suplementos nutricionales en la industria del fitness. *Rev Nutr Clin Metab.* 2019;2(2):60–6.
9. Urdampilleta A, Gómez-Zorita S. From dehydration to hyperhydration isotonic and diuretic drinks and hyperhydratant aids in sport. *Nutr Hosp.* 2014;29(1):21–5.
10. Rabassa-Blanco J, Palma-Linares I. Efectos de los suplementos de proteína y aminoácidos de cadena ramificada en entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *Rev esp nutr humana diet.* 2017;21(1):55.
11. La Nutrición LASPEN. medigraphic Artemisa [Internet]. Medigraphic.com. [cited 2021 Jun 17]. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2007/spn072g.pdf>
12. Salinas-García ME, Martínez-Sanz JM, Urdampilleta A, Mielgo-Ayuso J, Norte Navarro A, Ortiz-Moncada R. Effects of branched amino acids

- in endurance sports: a review. *Nutr Hosp.* 2014;31(2):577–89.
13. Bonilla DA, Moreno Y. Molecular and metabolic insights of creatine supplementation on resistance training. *Rev colomb quím.* 2016;44(1):11–8.
 14. Pickering C, Grgic J. Caffeine and exercise: What next? *Sports Med.* 2019;49(7):1007–30.
 15. Huerta-Ojeda Á, Contreras-Montilla O, Galdames-Maliqueo S, Jorquera-Aguilera C, Fuentes-Kloss R, Guisado-Barrilao R. Efectos de la suplementación aguda con beta-alanina sobre una prueba de tiempo límite a velocidad aeróbica máxima en atletas de resistencia. *Nutr Hosp.* 2019;36(3):698–705
 16. Duan Y, Li F, Li Y, Tang Y, Kong X, Feng Z, et al. The role of leucine and its metabolites in protein and energy metabolism. *Amino Acids.* 2016;48(1):41–51.
 17. Aguiar AF, Grala AP, da Silva RA, Soares-Caldeira LF, Pacagnelli FL, Ribeiro AS, et al. Free leucine supplementation during an 8-week resistance training program does not increase muscle mass and strength in untrained young adult subjects. *Amino Acids.* 2017;49(7):1255–62.
 18. Weineck J. Entrenamiento total. Paidotribo Editorial; 2005
 19. Chanet A, Verlaan S, Salles J, Giraudet C, Patrac V, Pidou V, et al. Supplementing breakfast with a vitamin D and leucine-enriched whey protein medical nutrition drink enhances postprandial muscle protein synthesis and muscle mass in healthy older men. *J Nutr.* 2017;147(12):2262–71.
 20. Verreijen AM, Verlaan S, Engberink MF, Swinkels S, de Vogel-van den Bosch J, Weijs PJM. A high whey protein-, leucine-, and vitamin D-enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults: a double-blind randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2015;101(2):279–86.
 21. Zillmer JGV, Díaz-Medina BA. Revisión Narrativa: elementos que la constituyen y sus potencialidades. *J Nurs Heal.* 2018;8(1):2–3.
 22. Schoenfeld BJ, Ogborn D, Krieger JW. Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2016;46(11):1689–97.
 23. Kuriyan R. Técnicas de composición corporal. *Indian J Med Res.* 2018; 148 (5): 648–58.
 24. Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(1):19–28.
 25. Martínez EG. Body composition: its importance in clinical practice and

- some relatively simple techniques for evaluation [Internet]. Org.co. 2009 [cited 2021 Aug 29]. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v26n1/v26n1a11.pdf>
26. Leucina DE, Isoleucina VE. TABLA DE ALIMENTOS Y SU CONTENIDO [Internet]. Metabolicaschile.cl. [cited 2021 Aug 29]. Available from: <http://www.metabolicaschile.cl/archivos/Tabla%20de%20Alimentos/tabprop.pdf>
 27. Duan Y, Li F, Li Y, Tang Y, Kong X, Feng Z, et al. The role of leucine and its metabolites in protein and energy metabolism. *Amino Acids*. 2016;48(1):41–51.
 28. Mero A. Leucine supplementation and intensive training. *Sports Med*. 1999;27(6):347–58.
 29. Campa F, Piras A, Raffi M, Toselli S. Functional movement patterns and body composition of High-Level volleyball, soccer, and rugby players. *J Sport Rehabil*. 2019;28(7):740–5.
 30. Takegaki J, Sase K, Yasuda J, Shindo D, Kato H, Toyoda S, et al. The effect of leucine-enriched essential amino acid supplementation on anabolic and catabolic signaling in human skeletal muscle after acute resistance exercise: A randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group comparison trial. *Nutrients*. 2020;12(8):2421.
 31. Funderburk LK, Beretich KN, Chen MD, Willoughby DS. Efficacy of L-leucine supplementation coupled with resistance training in untrained midlife women. *J Am Coll Nutr* [Internet]. 2020;39(4):316–24. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07315724.2019.1650675>
 32. Ispoglou T, White H, Preston T, McElhone S, McKenna J, Hind K. Double-blind, placebo-controlled pilot trial of L-Leucine-enriched amino-acid mixtures on body composition and physical performance in men and women aged 65-75 years. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2016;70(2):182–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2015.91>
 33. Jakubowski JS, Nunes EA, Teixeira FJ, Vescio V, Morton RW, Banfield L, et al. Supplementation with the Leucine Metabolite β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) does not Improve Resistance Exercise-Induced Changes in Body Composition or Strength in Young Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* [Internet]. 2020;12(5):1523. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/nu12051523>
 34. Nissen S, Sharp R, Ray M, Rathmacher JA, Rice D, Fuller JC Jr, et al. Effect of leucine metabolite beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training. *J Appl Physiol*

[Internet]. 1996;81(5):2095–104. Available from:
https://journals.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1996.81.5.2095?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%3dpubmed

35. Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Almada AL. Effects of calcium α -hydroxy- α -methylbutyrate (HMB) supplementation during resistance-training on markers of catabolism, body composition and strength. *Int J Sports Med* [Internet]. 1999;20(8):503–9. Available from: <https://www.thieme-connect.com/DOI/DOI?10.1055/s-1999-8835>
36. Stahn AC, Maggioni MA, Gunga H-C, Terblanche E. Combined protein and calcium β -hydroxy- β -methylbutyrate induced gains in leg fat free mass: a double-blinded, placebo-controlled study. *J Int Soc Sports Nutr* [Internet]. 2020;17(1):16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12970-020-0336-1>