



*Universidad de Jaén*

*Facultad de Ciencias de la Salud*

## Trabajo Fin de Grado

# Efectos de la suplementación con HMB en deportistas: una revisión bibliográfica

Alumno: Hidalgo del Moral, Ángela

Tutor: Martínez Ramírez, María José

Dpo: Ciencias de la salud

**Mayo, 2016**

# ÍNDICE

Resumen.....	3
Abstract.....	4
1. Introducción.....	5
1.1 El deporte en la actualidad.....	5
1.2 Concepto de ayuda ergogénica.....	6
1.3 Proteínas.....	7
1.4 Leucina.....	9
1.5 HMB.....	9
1.5.1 Fisiología del HMB.....	9
1.5.2 Beneficios del HMB en ancianos.....	10
1.5.3 Beneficios del HMB en pacientes con cáncer.....	10
1.5.4 HMB y su comercialización.....	11
2. Justificación del tema.....	11
3. Objetivos del estudio.....	12
3.1 Objetivos principales Y objetivo secundario.....	12
4. Material y métodos.....	12
4.1 Estrategias de búsqueda.....	12
4.2 Criterios de inclusión.....	13
4.3 Criterios de exclusión.....	13
4.4 Resultados de la búsqueda.....	14
4.5 Valoración de la calidad de los estudios.....	14
5. Resultados.....	16
5.1 Análisis de artículos.....	16
5.2 Tabla 2 y Tabla 3.....	23
6. Discusión.....	26
6.1 Comparación entre artículos.....	26
6.2 Importancia de la nutrición en fisioterapia.....	28
7. Conclusión.....	30
8. Glosario de ejercicios.....	31
9. Bibliografía.....	34

# RESUMEN

**OBJETIVO:** determinar la eficacia de la suplementación de HMB en sujetos deportistas.

**MÉTODO:** Se realiza una revisión bibliográfica para agrupar los artículos que estudian los efectos del HMB en deportistas. La búsqueda se realizó en la base de datos de PubMed, utilizando las palabras clave como "*HMB*", "*high intensity interval*" y "*β-hydroxy-β-methylbutyric*". Todos los artículos pasaron por unos criterios de inclusión/exclusión y su calidad fue validada por la escala PEDro.

**RESULTADOS:** Del total de 15 artículos encontrados, el estudio se ha realizado analizando 6 de ellos, los cuales pasaron los criterios de inclusión. Tres de ellos tenían una calidad alta, dos una calidad muy alta y otro con calidad moderada.

**CONCLUSIÓN:** Existen ciertas discrepancias en cuanto a los resultados entre unos artículos y otros. Es necesario un mayor número de estudios para llegar a una conclusión definitiva sobre los diferentes beneficios que podría aportar el HMB tanto al ámbito deportivo como a otros ámbitos de la salud.

# ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To investigate the efficacy of HMB supplementation in trained populations.

**METHOD:** A review was performed to group the studies who examine the effects of HMB athletes. The studies were found in PubMed database using the following keywords: "HMB", "High intensity interval" and "b-hydroxy-b-methylbutiric" included. Studies were included if they fulfilled the inclusion criteria and articles were evaluated based on their level of evidence with the PEDro scale.

**RESULT:** From 15 identified studies, six met the inclusion criteria. One intervention was supported by a moderate level of evidence, three of the interventions had high level of evidence and two articles had very high level of evidence.

**CONCLUSION:** There are some discrepancies in the results esome articles and others. Further studies are needed to determine the effect of HMB supplementation in the sport scope and others areas of health.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.2 El deporte en la actualidad

A lo largo del siglo xx el deporte mundial ha sufrido una magnífica transformación desde la reimplantación de los Juegos Olímpicos hasta el momento actual. A lo largo de estos años los expertos estadísticos de cada disciplina deportiva han hecho multitud de estudios valorando la evolución de las mejores prestaciones mundiales y haciendo una estimulación de un teórico tope máximo, que no debería ser superable. A pesar de ello siguen cayendo año tras año nuevos récords mundiales en todos los deportes (Ramírez Parenteau 2004).

La nutrición en el deporte es, actualmente, un campo de conocimiento que se encuentra en expansión. Cada vez hay una mayor exigencia a los deportistas para que obtengan mejores resultados, tanto deportivos como estéticos, y esta presión añadida puede llevar consigo ciertas consecuencias. En ocasiones realizan actividades al límite de su rendimiento y en estos casos la necesidad de una correcta y adaptada nutrición se hace evidente.

En el mundo del deporte de alta competición, donde pocos milímetros o una centésima de segundo puede ser la diferencia entre la fama o el olvido en la carrera de un atleta, los suplementos nutricionales se están convirtiendo en una parte inseparable del deporte. Miles de millones de euros se gastan en todo el mundo en suplementos y "ayudas ergogénicas".

Uno de los problemas que sufren los deportistas es conocido por el nombre de sobrentrenamiento. El sobrentrenamiento, es una condición orgánica especial que cabe considerar como "prepatológica". De agravarse y persistir, puede llegar a desarrollar una condición patológica auténtica. Entre sus manifestaciones esenciales destacan la disminución objetiva de las prestaciones deportivas, de la aptitud y condición física y a través de condicionantes psicológicas adicionales, manifestaciones de índole psicósomática y tendencias depresivas (Garnés Ros & Mas Rodríguez 2005).

Frente a este problema los recursos con los que cuentan los deportistas son limitados, sobre todo si descartamos los elementos constituidos como dopaje (posibilidad de desarrollar algo más sobre dopaje). Las estrategias que deben llevarse a cabo deberán ser legales, no dopantes y que no pongan en peligro la salud del deportista.

## 1.2 Concepto de ayuda ergogénica

Las ayudas ergogénicas (del griego *ergón* que significa trabajo) teóricamente permiten al individuo realizar más trabajo físico del que sería posible sin ellas (Wootton 1988). El término *ergogénesis* significa producción de energía. Si una determinada manipulación mejora el rendimiento a través de la producción de energía, se denomina *ergogénica* y si lo reduce *ergolítica*, por tanto, una ayuda ergogénica es toda aquella sustancia o fenómeno que mejora el rendimiento. Los agentes ergogénicos (*ergo*=fuerza, *génicos*=generadores, o sea "sustancias generadoras de fuerza") y las sustancias que pueden tener acción antioxidante, acción antirradicales libre y por lo tanto, ayudan a evitar el daño tisular y el imparable proceso del envejecimiento (López, 2.004).

En el deporte, una "ayuda ergogénica" puede ser definida como una técnica o sustancia empleada con el propósito de mejorar la utilización de energía, incluyendo su producción, control y eficiencia. Son procedimientos que básicamente ayudan a potenciar alguna cualidad física, como la fuerza, la velocidad, la coordinación, ayudan a disminuir la ansiedad, los temblores, el control del peso, el aumento de la agresividad, la mejora de la actitud competitiva, y la demora de la fatiga o aceleración de la recuperación del organismo.

En general, algunas ayudas son positivas para los deportistas, sin embargo, otras son inefectivas y hasta perjudiciales al ser administradas sin control por personas sin formación, y sin conocimientos médicos (sustancias farmacológicas consideradas como *doping*). La investigación nutricional ha realizado estudios sobre grupos de deportistas, aportando pruebas sobre la efectividad de la aplicación de suplementos selectivos en las dosis adecuadas según el tipo de actividad y con resultados en la mejora del rendimiento deportivo. La utilización de suplementos nutricionales va encaminada al logro de diferentes objetivos entre los que podríamos destacar los siguientes:

- \* Realización de actividades prolongadas y de entrenamientos.
- \* Acelerar procesos de recuperación.
- \* Regulación hidroeléctrica y termorregulación.
- \* Corrección de la masa corporal.
- \* Orientar el desarrollo de la masa muscular.
- \* Reducir el volumen de la ración diaria durante la competición.
- \* Orientación cualitativa de la ración precompetición.
- \* Para situaciones de gran estrés. (Ramírez Parenteau 2004)

En el mercado se dispone de una amplia gama de sustancias tales como: proteínas, aminoácidos, creatina, L-carnitina y extractos tisulares, carbohidratos, vitaminas, minerales, derivados de distintas plantas.... Todos estos productos no están sujetos a los controles normales que se le hacen a los medicamentos ya que se registran como productos dietéticos o alimentos.

Sumando a este hecho la publicidad engañosa que en ocasiones podemos observar en televisión, en internet, en folletos, incluso en farmacias, encontramos un problema a la hora de saber de qué están compuestos estos preparados exactamente.

Los suplementos nutricionales pueden llegar a tener efectos nocivos sobre la salud cuando se utilizan a dosis inadecuadas. La ingestión indiscriminada de vitaminas no está exenta de riesgos. También los concentrados de aminoácidos y suplementos proteicos, si se ingieren en cantidades elevadas, pueden producir una excesiva pérdida de calcio por la orina, con el consiguiente riesgo de desarrollo de osteoporosis y lesiones del riñón (Sanchez Oliver 2012)

Según un estudio estadístico publicado por la Universidad de Granada en el año 2012 sobre el consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios, el abuso de estas sustancias se ha extendido hasta los deportistas amateur que frecuentan el gimnasio. En este estudio se evalúa el consumo de suplementos nutricionales y dietéticos entre un grupo de usuarios de gimnasios de Sevilla. Dicho estudio basado en la realización de un cuestionario previamente diseñado y valorado el contenido llegó a la siguiente conclusión. "Del total de la muestra, el 56'14% han consumido en alguna ocasión algún suplemento. Entre estos el 57'6, lo hacía buscando mejorar su aspecto físico; el 16'7%, lo hacía para cuidar su salud, y el 13'2%, buscaban aumentar su rendimiento deportivo" (5).

En el estudio también aparecían los suplementos nutricionales más demandados, los cuales son, en orden decreciente, las proteínas, L-carnitina, bebida deportiva, creatina y complejo vitamínico fueron los más consumidos.

### **1.3 Proteínas**

Las proteínas y los aminoácidos se encuentran entre los suplementos más populares para la mejora del rendimiento. Dado que los aminoácidos y las proteínas son esenciales para la síntesis estructural de la musculatura y están involucrados en numerosas vías metabólicas asociadas con el ejercicio, se ha sugerido que los atletas requieren proteínas adicionales, ya sea en su dieta o como suplementos. A pesar de que se dispone de datos clínicos limitados sobre los efectos beneficiosos de la suplementación con proteínas, este tipo de suplementos es muy común en el deporte.

Un debate considerable ha tenido lugar sobre la seguridad y la validez del aumento de la ingesta de proteínas, tanto para el control de peso como para la síntesis muscular. El consejo de consumir dietas con alto contenido de proteínas por parte de algunos profesionales de la salud, medios de comunicación y algunos libros de dietas, se da a pesar de la falta de datos científicos sobre la seguridad de aumentar el consumo de proteínas. El nivel aceptado de requerimiento de proteína es de 0'8g x Kg x P y se basa en los requerimientos estructurales ignorando el uso de proteínas para el metabolismo energético. Las cuestiones clave son la velocidad a la que el tracto gastrointestinal puede absorber los aminoácidos de las proteínas de la dieta (1'3 a 10g/h) y la capacidad del hígado para producir urea para la excreción del exceso de nitrógeno. (Bilsborough & Mann 2006)

En el artículo anteriormente nombrado de Bilsborough también se habla de los peligros del exceso de proteínas. Esto ocurre cuando la ingesta de proteínas supone un porcentaje mayor al 35% de la ingesta total de energía y puede venir acompañado de hiperaminoacidemia, hiperamonemia, náuseas, hiperinsulinemia, diarrea e incluso la muerte (el "síndrome de la inanición de conejo").

Existen 13 aminoácidos considerados no esenciales ya que el organismo puede sintetizarlos a partir de otros denominados esenciales (ver Tabla 1) ya que el organismo no puede producirlos y por lo tanto su aporte desde la dieta se hace imprescindible (Nacleiro).

**Tabla 1. Clasificación de aminoácidos según sean esenciales o no esenciales.**

Aminoácidos Esenciales	Aminoácidos no Esenciales
<b>Leucina</b>	Alanina
<b>Isoleucina</b>	Arginina
<b>Valina</b>	Glutamina
<b>Lisina</b>	Taurina
<b>Treonina</b>	Cisteína
<b>Metionina</b>	Tirosina
<b>Fenilalanina</b>	Histidina-1
<b>Triptofano</b>	Glicina
	Ácido Aspartico
	Ácido Glutámico
	Serina
	Prolina
	Hidroxiprolina
	Aspargina

Al calcular los requerimientos proteicos de los deportistas, los fisiólogos del esfuerzo han descubierto que sólo necesitan algunas proteínas más que los demás, para reparar las pequeñas roturas fibrilares que tienen lugar en el entrenamiento, obtener energía (en muy pequeñas cantidades) para la actividad y fomentar el crecimiento de nuevo tejido muscular.

En general, señalar los requerimientos exactos de proteínas es un tema sujeto a discusión, porque la mayoría de los atletas ya suelen ingerir, con sus comidas normales, más proteínas de las que necesitan (Nancy Clark 2006).

A pesar de esto, es importante considerar que la determinación de las necesidades de proteínas no es simplemente una cifra exacta ya que existen otros factores a tener en cuenta relacionados con la digestibilidad y utilización de las proteínas o aminoácidos, que ejercen una influencia en su biodisponibilidad.

1. Composición de la proteína (perfil o relación de los aminoácidos aportados).
2. Tiempo en que se realiza la ingesta con relación a las actividades realizadas con anterioridad y posterioridad.
3. Ingesta de otros nutrientes antes y junto con las proteínas.

## 1.4 Leucina

Los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) leucina, isoleucina y valina, constituyen más de un tercio de la proteína muscular. De estos, el BCAA más investigado es leucina, debido a sus grandes efectos, incluyendo: un papel importante en el metabolismo de proteínas, homeostasis de la glucosa, acción de la insulina, y la recuperación del ejercicio. Desde hace 35 años, se ha sabido que la leucina tiene propiedades anti-catabólicas. (Wilson et al.2008)

## 1.5 BETA-HIDROXI BETA-METILBUTIRATO (HMB).

El HMB, un metabolito de la leucina aminoácido esencial, es uno de los últimos suplementos dietéticos promovidos para mejorar las ganancias en fuerza y masa magra del cuerpo asociados con el entrenamiento de resistencia. A diferencia de las hormonas anabólicas que inducen hipertrofia del músculo mediante el aumento de la síntesis de proteínas musculares, HMB se reivindica para influir en la fuerza y la masa corporal magra, al actuar como un agente anti catabólico, minimizando la descomposición de proteínas y el daño a las células que pueden ocurrir con el ejercicio intenso. (Slater and Jenkins 2000).

El metabolito de leucina, HMB, se ha utilizado ampliamente como una ayuda ergogénica; particularmente entre los culturistas y atletas de fuerza / potencia, que lo utilizan para promover el rendimiento del ejercicio y la hipertrofia del músculo esquelético. Aunque numerosos estudios han apoyado la eficacia de HMB en el ejercicio y las condiciones clínicas, se han producido una serie de resultados contradictorios. (Wilson et al. 2008).

### 1.5.1 Fisiología del HMB

Sobre la base de varios estudios en animales, la hipótesis de que el metabolito de la leucina HMB es producido en el cuerpo a través de otro metabolito,  $\alpha$ -cetoisocaproato (KIC).

El HMB se produce a partir de KIC por la enzima KIC-dioxigenasa y, al menos en el cerdo, se produce exclusivamente a partir de la leucina. La alta concentración de sustrato requerido por la enzima dioxigenasa en comparación con la concentración hepática de KIC, sugiere que la producción de HMB en el cuerpo puede ser una reacción de primer orden controlada por la enzima y las concentraciones de KIC.

Si los humanos se supone que tienen acciones enzimáticas similares, a los observados en cerdos, 70Kg de peso en una persona producirá 0'2 - 0'4g HMB/día en función del nivel de leucina en la dieta. En una ingesta de leucina de 20 a 50g/día (que se utilizan terapéuticamente) el aumento de las concentraciones de leucina y KIC podría dar como resultado que la producción de HMB alcanzara cantidades de gramos por día. (Nissent et al. 1996).

## 1.5.2 Beneficios del HMB en ancianos

Una pérdida asociada con la edad de la masa muscular, especialmente en los últimos años, conduce a una pérdida de resistencia y funcionalidad y en última instancia afecta a la calidad de vida. Las razones de esto pueden incluir la pérdida de la mala alimentación, falta de ejercicio o el uso, una reducción de las unidades motoras activadas, y / o la pérdida de contráctil o propiedades mecánicas. Hasta la fecha, no existe un mecanismo claro ha sido identificado por el cual el músculo se pierde durante envejecimiento. (Vukovich MD et al. 2001).

El factor que parece ser más eficaz en el mantenimiento de los músculos del cuerpo está participando en la formación regular de ejercicios de resistencia. El entrenamiento de resistencia en los adultos mayores es un medio viable de mantener la masa muscular del cuerpo. Sin embargo, sólo una fracción de la población de edad avanzada participa activamente en el entrenamiento de resistencia progresiva. El proceso es lento, requiere mucho tiempo y, finalmente, puede causar una mayor cantidad de daño muscular y la proteólisis inducida por el ejercicio. Está claro que una estrategia debe ser encontrado que aumentaría la efectividad del ejercicio (Vukovich MD et al. 2001).

Este trabajo se encuentra enfocado a los efectos del HMB en el deporte. Por otro lado la utilización de suplementos de HMB puede ser beneficioso en otros ámbitos fuera del deporte. Hasta la fecha pocos son los estudios que investigan los efectos del HMB en personas mayores para determinar si la suplementación diaria de HMB podría mejorar los cambios asociados con la edad en el recambio de proteínas y la masa corporal magra en personas de edad avanzada. La escasa literatura científica sobre este tema y la dificultad a la hora de encontrar los artículos completos hace evidente la necesidad de un mayor número de investigaciones. Las encontradas hasta el momento parecen ser positivas en cuanto a efectos beneficiosos del consumo de HMB en personas mayores.

## 1.5.3 Beneficios del HMB en pacientes con cáncer

El balance de nitrógeno negativo y la pérdida de músculo esquelético son comunes en pacientes con lesiones críticas y pueden contribuir a la morbilidad, la mortalidad y la utilización de recursos. Juven, un suplemento enteral que es una combinación de beta-hidroxi-beta-metilbutirato (HMB), arginina (ARG), y la glutamina (GLN) se ha demostrado para restaurar muscular en el síndrome de caquexia de inmunodeficiencia adquirida (SIDA) y pacientes con cáncer. Más recientemente HMB se ha demostrado para atenuar la pérdida muscular inducida por el cáncer por la disminución de la proteólisis muscular. (Kuhls DA 2007)

A pesar de que las investigaciones que se han realizado muestran beneficios en sus conclusiones es necesario un mayor número de artículos para comparar los resultados.

### 1.5.4 HMB y su comercialización

Los suplementos de HMB son de fácil obtención. Suelen ir junto a otras sustancias como la Creatina, el Magnesio, el Potasio y muchas otras.

Al escribir en la barra del buscador de google "suplementos de HMB" aparecen hasta 318000 resultados. La mayoría de los resultados son anuncios publicitarios para la venta de este producto. Se vende en diferentes envolturas y se puede encontrar en polvo, en cápsulas, con sabor y sin sabor. El eslogan de un panfleto encontrado en una farmacia lo define como: "Consigue el músculo que quieres en menos tiempo: más fuerza y tamaño muscular, más resistencia muscular, reduce el tiempo de recuperación y evita calambres. Con: HMB, Mg y K."

Los botes de 250g pueden costar entre 12'99\$ y 24'94\$ dependiendo de la marca y los componentes añadidos. En diferentes Blogs podemos encontrar consejos sobre la manera correcta de tomar HMB aunque en algunos de ellos avisan que los efectos a largo plazo tanto en el rendimiento como en la seguridad sobre la salud requieren una mayor investigación.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

En esta última década se han superado numerosos récords mundiales en diferentes pruebas deportivas. Al mismo tiempo también se han destapado casos muy sonados de deportistas de élite los cuales han sido juzgados por dopaje. Esto lleva a reflexionar sobre hasta donde alcanzan los límites del cuerpo humano y si estos pueden superarse de alguna forma no dañina para el deportista y legal.

Como fisioterapeutas, en ocasiones, deportistas o pacientes acuden a consulta con dudas sobre nutrición que esperan que puedan ser resueltas por los propios fisioterapeutas.

La elección de este tema se debe a la actual necesidad de encontrar la eficacia de sustancias que tengan la capacidad de mejorar el rendimiento deportivo y que no sean perjudiciales para la salud a corto y largo plazo para quienes la ingieran. El HMB como ayuda ergogénica, es una sustancia la cual actualmente se encuentra comercializada como tal, pero cuyos estudios científicos difieren sobre su eficacia. Por este motivo el interés de poder llegar a una conclusión sobre si realmente es beneficiosa y recomendable para los deportistas.

# 3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

## 3.1 Objetivos principales

Demostrar la eficacia del HMB para la mejora del rendimiento deportivo y en la capacidad de recuperación tras el ejercicio físico.

## 3.2 Objetivos secundarios

Encontrar la forma más eficaz de suplementación con HMB

# 4. MATERIAL Y MÉTODOS

## 4.1 Estrategia de búsqueda

La base de datos en la cual se ha realizado la búsqueda ha sido en Pubmed, entre los meses de diciembre y enero. Los criterios de búsqueda han sido siempre los mismos:

- Tipo de artículo: Ensayo clínico
- Fecha de la publicación: 10 últimos años
- Estudios realizados en: humanos
- Idioma en el que se redacta el artículo: Inglés

Se han realizado un total de 7 búsquedas de las que se han obtenido resultados satisfactorios en 3 de ellas.

- "*Intensity interval training hidroximetilbutirico*": esta búsqueda no fue efectiva ya que aparecían miles de artículos y se tuvo que cambiar de palabras clave.

- "*Hmb supplementation exercise*": aparecieron 52 resultados, tras los criterios de búsqueda se quedaron en 3. Dos de ellos por los criterios de exclusión<sup>1</sup> fueron descartados quedando como válido 1 artículo.

- "*High intensity interval hmb*": apareció 1 artículo el cual no pasó los criterios de búsqueda.

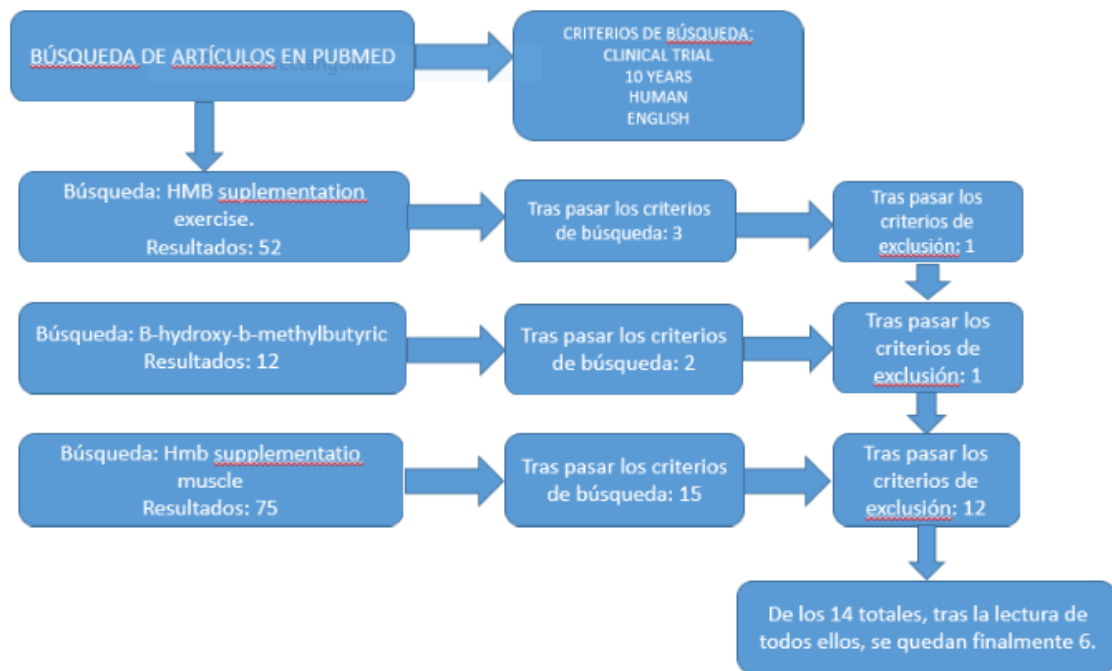
- "*High intensity interval  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyric*": aparecieron dos artículos y ambos pasaron los criterios de búsqueda. De estos dos artículos era el seleccionado anteriormente y el segundo fue descartado por los criterios de exclusión. En total ningún artículo fue válido.

- " *$\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyric*": aparecieron 12 artículos que tras los criterios de búsqueda se quedaron en dos. De estos dos uno no pasó los criterios de exclusión por lo que quedó un artículo válido.

- "*High intensity training ergogenic nutritional supplements*": aparecieron 32 resultados de los cuales solo 5 pasaron los criterios de búsqueda pero ninguno de ellos pasó los de exclusión.

- "hmb supplementation muscle": de 75 resultados, 15 pasaron los criterios de búsqueda y en total 12 artículos se quedaron como válidos.

**Figura 1. Relación de las búsquedas satisfactorias y artículos encontrados.**



## 4.2 Criterios de inclusión

1. Relación con el tema: HMB + ejercicio físico
2. Tener como objetivo: evaluar la efectividad de la suplementación con HMB
3. Tener al menos una de estas medidas: fuerza, recuperación y daño muscular
4. Encontrarse dentro de los criterios de búsqueda
5. Sujetos: deportistas

## 4.2 Criterios de exclusión

1. No tener relación con el tema
2. No evaluar la efectividad de HMB
3. No tener en cuenta ninguna de estas medidas: fuerza, recuperación y daño muscular
4. No encontrarse dentro de los criterios de búsqueda
5. No ser en sujetos deportistas
6. No tener texto completo o no ser gratuitos.

### 4.3 Artículos con los cuales se realiza el estudio

De los 12 artículos que se han obtenido con la estrategia de búsqueda, tras aplicar los criterios de exclusión anteriormente mencionados, se aceptan un total de 6 artículos para realizar el estudio.

#### 4.4 valoración de la calidad de los estudios

- La valoración de la calidad metodológica de los artículos encontrados se analizó con la escala PEDro. Esta es una escala que cuenta con un total de 11 ítems con una única respuesta de "si" o "no". El primer ítem es el único que tiene validez externa, el resto es evaluado con 1 (presente) o 0 (ausente) formalizando el total en un rango de 0 - 10 puntos. Los ítems son los siguientes: ([www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/](http://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/))

1. Los criterios de elección fueron especificados
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos
3. La asignación fue oculta
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes
5. Todos los sujetos fueron cegados
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención a tratar"
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Las siglas con las que se va a trabajar en la siguiente tabla son:

- Asignación aleatoria Aa
- Asignación oculta: Ao
- Grupos homogéneos: Gh
- Cegamiento del sujeto: Gs

- Cegamiento terapeuta: Gt
- Cegamiento evaluador: Ge
- Seguimiento: S
- Análisis por intención de tratar: At
- Análisis entre grupos: Ag
- Medidas de puntuación: Mp

La valoración de los estudios incluidos se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2. Valoración de la calidad de los estudios por la escala PEDro**

Artículos	Aa	Ao	Gh	Gs	Gt	Ge	S	At	Ag	Mp	Total
<b>Nunan et al 2010.</b>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	7 Calidad alta
<b>Wilson et al 2014.</b>	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	8 Calidad muy alta
<b>Thomson et al 2009</b>	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	7 Calidad alta
<b>O'Connor et al 2007.</b>	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5 Calidad moderada
<b>Portal et al 2011.</b>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9 Calidad muy alta
<b>Wilson et al 2013.</b>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	7 Calidad alta

# 3. RESULTADOS

## 1. Exercise- Induced muscle damage is not attenuated by b-hydroxy-b methylbutirate and x-ketoisocaproic acid supplementation

**Autores/año de publicación:** David Nunan, Glyn Howatson, Ken A. Van Someren. 2010.

**Población/edad:** 14 varones de 30 +/-7 años

**Organización:** se organizan dos grupos de 7 personas, un grupo placebo y otro al que será suministrado HMB+KIC (3gd21 HMB y 0'3 gd21 KIC)

**Objetivo:** examinar los efectos de suplementación oral de HMB y un ácido-ketoisocaproia sobre los daños musculares inducidos por el ejercicio físico después de una serie de ejercicio excéntrico sesgado.

**Medidas:** Se midieron la contracción isométrica y concéntrica, la actividad de CK en suero, el comienzo retardado del dolor muscular (DOMS), el rango de movimiento (ROM) y el grosor del miembro. Las variables dependientes han sido investigadas en una serie de estudios similares y se midieron antes de las 24, 48 y 72 horas después del ejercicio, para un total de 14 días.

**Entrenamiento:** Los sujetos realizaron carrera de bajada intermitente en cinta rodante diseñado para provocar daño muscular. El protocolo consistió en 5 series de 8 minutos de carrera cuesta abajo (12% de gradiente) separados por 2 minutos de caminar sobre gradiente 0%.

**Resultados:** No hubo diferencia significativa entre el grupo que ingería HMB+KIC y los tratamientos de placebo durante la contracción isométrica durante el periodo de 72 horas. Sin embargo, hubo una tendencia a la recuperación más rápida en el HMB+KIC tras la contracción isométrica pero no sobre el VEIMD. Hubo una disminución significativa en ambos de la contracción concéntrica durante el periodo de 72 horas. La CK (creatina quinasa) aumentó significativamente después del ejercicio en el grupo que consumía HMB+KIC.

**Discusión:** los efectos de la suplementación de HMB+KIC evaluados en este estudio contrastan con los datos anteriores del mismo laboratorio, que encontró la suplementación con HMB y KIC para el día 14 reduce significativamente la cantidad de la CK, el DOMS, circunferencia e integridad física y atenúa la disminución en el daño muscular después de una sola sesión de ejercicio de resistencia excéntrica sesgada. No está claro por qué hay una discrepancia en los resultados dado que se repitió la misma estrategia de suplementación en el estudio actual que en el realizado anteriormente.

**Conclusión:** existe cierta tendencia para una recuperación más rápida de la función isométrica con HMB y KIC. A pesar de esto no se reducen los signos y síntomas asociados con VEIMD (Índice de daño muscular inducido por ejercicio físico) después de una carrera de 40 minutos de carrera cuesta abajo. Dada la naturaleza limitada y equívoco de la investigación existente en esta zona, se requiere más investigación para dilucidar los efectos y mecanismos de HMB y la suplementación KIC de EIMD.

## 2. The effects of 12 weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid supplementation on muscle mass, strength, and power in resistance-trained individuals: a randomized, double-blind, placebo controlled study

**Autores/año de publicación:** Jacob M. Wilson · Ryan P. Lowery · Jordan M. Joy · J. C. Andersen · Stephanie M. C. Wilson · Jeffrey R. Stout · Nevine Duncan · John C. Fuller · Shawn M. Baier · Marshall A. Naimo · John Rathmacher. 2014.

**Población/edad:** 24 hombres de 21'6+/-0'5 años.

**Organización:** 24 hombres entrenados empezaron el estudio pero 4 de ellos lo abandonaron. En total quedaron 9 en grupo placebo y 11 en grupo suplementado. Antes del estudio, los participantes fueron asignados al azar a recibir o bien 3g diarios de HMB-FA o un placebo dividido igual en tres porciones a partes iguales. La primera porción se les dio 30 min antes del ejercicio y después en la comida y en la cena. Si no había entrenamiento se tomaba con el desayuno. Ni los investigadores ni los sujetos sabían a qué participantes fue asignado el grupo placebo y el de HMB-FA.

**Valores medidos:** La masa muscular, la composición corporal, la fuerza, la resistencia, y en reposo la testosterona plasmática, el cortisol, y la creatina quinasa (CK).

**Objetivos:** el objetivo principal de este estudio fue investigar los efectos de 12 semanas de suplementación con HMB-FA en individuos entrenados en la fuerza durante un programa monitorizado de entrenamiento donde se medirá principalmente la resistencia en el músculo esquelético, la hipertrofia, la composición corporal y la fuerza.

**Objetivo secundario:** fue determinar si el HMB-FA es capaz de prevenir la descomposición típica en el rendimiento a partir de un ciclo de fatiga aguda llevada a cabo en la novena y décima semana del estudio.

Se investigó los efectos de 12 semanas de la suplementación con HMB-FA sobre la hipertrofia del músculo esquelético, la composición corporal, la fuerza, y el poder en individuos entrenados. También se determinó los efectos de HMB-FA sobre el daño muscular y el rendimiento durante un ciclo de fatiga aguda.

Se realizó un estudio de intervención aleatorizado doble ciego controlado con placebo y dieta.

**Entrenamiento:** Fase 1 fue un entrenamiento de resistencia de 8 semanas de periodización. Fase 2 fue un ciclo de fatiga aguda de 2 semanas y la Fase 3 fue un combinado de dos semanas. La masa muscular, fuerza y potencia se examinaron en las semanas 0, 4, 8, y 12 para evaluar los efectos crónicos de HMB-FA; y la evaluación de estos, como así como el cortisol, la testosterona, y la creatina quinasa (CK) era realizado en las semanas 9 y 10 del ciclo de fatiga aguda. La fuerza se evaluó a través de un máximo de una repetición 1RM en las pruebas de cuclillas, press de banca y peso muerto. La potencia se evaluó durante el pedaleo máximo (test de Wingate modificado<sup>1</sup>) y salto vertical. Se pasó una escala de recuperación percibida (PRS).

---

<sup>1</sup> Prueba anaeróbica Wintage (WANT): se utiliza un ergonómetro. Durante el calentamiento, los participantes pedalearon en un ritmo constante de 60rpm, durante 5 minutos con una carga ligera de

**Resultados:** HMB-FA dio lugar a una mayor fuerza total (Press de banca, sentadillas y peso muerto) sobre el grupo control en el entrenamiento de 12 semanas, un mayor aumento de la potencia de salto vertical. La suplementación con HMB-FA dio lugar a un aumento de la masa corporal y la masa corporal magra en comparación con el grupo placebo. El grupo HMB-FA también experimentó una disminución significativa en la grasa corporal. Durante el ciclo de fatiga aguda, HMB-FA disminuyó el aumento de CK y el cortisol por encima del grupo placebo. La suplementación con HMB-FA mejora la percepción de los sujetos de su recuperación tras los entrenamientos en comparación con el grupo placebo que la percepción de la recuperación era menor. No hubo diferencias en los análisis de sangre y de hematología entre ambos grupos al igual que no se observaron diferencias en el análisis de orina.

**Conclusión:** los resultados sugieren que la suplementación con HMB-FA en combinación con entrenamiento de alta intensidad, incrementa la hipertrofia muscular, la fuerza y mejora la percepción de la recuperación tras el entrenamiento. Por otra parte, cuando se enfrenta a mayor frecuencia de entrenamiento, el HM-FA puede prevenir bajadas típicas en el rendimiento, las cuales son características de la fatiga aguda.

### 3.Effects of nine weeks of b-hydroxy-b-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men.

**Autores/año de publicación:** Jasmine S. Thomson, Patricia E. Watson, David S Rowlands. 2009.

**Población/edad:** 34 hombres; 24 +/-4 años

**Organización:** sujetos entrenados en resistencia de al menos un año de experiencia. Dos grupos los cuales uno de ellos toma 3g de HMB y el otro es el grupo placebo durante 9 semanas de entrenamiento de resistencia. Cada cápsula contenía 0,5 g de HMB o placebo. Los sujetos debían consumir 6 cápsulas al día divididas en 3 dosis. El estudio fue un doble ciego y los sujetos fueron asignados al azar por un tercero. 12 de estos sujetos se retiraron durante la prueba. 22 sujetos cumplieron todos los criterios del estudio, dejando al final el tamaño de la muestra de 9 en el grupo placebo y 13 en el grupo HMB.

**Objetivos del estudio:** demostrar el efecto causado por la suplementación de HMB en la fuerza y la composición corporal de deportistas.

**Medidas:** El efecto de HMB en la fuerza se determinó usando el método 1 repetición máxima (1 RM) para la parte inferior del cuerpo (extensión de piernas) y la parte superior del cuerpo (press de banca, predicador curl de bíceps) al inicio del estudio y después del periodo de suplementación. La composición del cuerpo se evaluó mediante los pliegues cutáneos y bioeléctrica el análisis de impedancia (BIA). A la llegada a la laboratorio, la altura y el peso se midieron. Los pliegues cutáneos fueron tomada usando un calibrador de pliegues cutáneos. Los modelos predictivos para el agua corporal total (y,

---

1Kg. Esta se siguió con dos prácticas de 3 segundos, durante la que se impuso la carga de la prueba real para acostumbrarse a la resistencia. Para la prueba real debían pedalear tan rápido como fuera posible durante 30 segundos contra la resistencia constante de 0'075Kg por Kg de peso de cada participante.

por lo tanto, la masa grasa y la masa libre de grasa) se calcularon a partir de mediciones de resistencia y BIA (analizador de impedancia bioeléctrica de frecuencia única).

**Entrenamiento:** El programa de entrenamiento de resistencia consistió en 3 sesiones por semana con al menos 1 día de descanso del entrenamiento de la resistencia entre cada sesión de ejercicio. Se llevaron a cabo 9 ejercicios de fuerza por período de sesiones, con 3-4 ejercicios elegidos para aislarlos en diferentes grupos musculares de la siguiente manera: en el pecho, superiores espalda, hombros, brazos, abdomen, y piernas, con 2-3 series por ejercicio, 5-15 repeticiones por establecer y 30-90 segundos de el tiempo de recuperación entre las series. Alternado entre sesiones superior e inferior del cuerpo ejercicios.

**Resultados:** sobre la fuerza la suplementación, el HMB aumentó sustancialmente la fuerza en la prueba de extensión de la pierna 1RM. En cambio, el efecto en los ejercicios de *press* de banca o curl de bíceps no era clara, y el efecto sobre la fuerza total de la elevación combinada fue trivial. La suplementación con HMB sobre la composición corporal muestra un aumento de la masa corporal y la masa libre de grasa insignificante. Hay una probable disminución del pliegue subescapular. pero los restantes resultados de los demás pliegues muestran posibles reducciones de trivial a pequeña magnitud. Durante la duración del estudio, la ingesta media de energía y el consumo de grasas aumentó en el grupo de HMB. No hubo diferencias evidentes entre grupos con respecto a los cambios en la ingesta de carbohidratos y proteínas a lo largo de la duración del estudio

**Conclusión:** este estudio muestra que en los hombres entrenados, los suplementos de HMB junto con el entrenamiento de resistencia pueden tener resultados significativamente mejores en la fuerza del tren inferior, si bien, en el tren superior no se muestra mejora. Es poco probable, pero son posibles pequeñas reducciones en la masa grasa. A pesar de que son pequeñas reducciones en la masa grasa, el HMB puede ser de interés para los deportistas que practiquen en culturismo. Fuera de este ámbito, los pocos beneficios aportados por el HMB combinado con el alto costo del suplemento, sugieren que el HMB es de reducido valor.

#### 4. Effects of six weeks of hydroxymethylbutyrate (HMB) and HMB/Creatine supplementation on strength, power, and anthropometry of highly trained athletes.

**Autores/año de publicación:** Donna M. O'Connor and Melissa J. Crowe. 2007.

**Población/edad:** 30 varones; 25 +/- 1'5 años.

**Organización:** 30 jugadores de rugby se dividieron en 3 grupos. 8 fueron asignados al grupo placebo, 11 al grupo que tomaría como suplemento HMB (3g por día) y el tercero formado por otros 11 jugadores a los que se le administraría HMBCr (12g por día compuesto por 3g de HMB, 3g de Cr más 6g de Hidratos de Carbono).

**Objetivo:** investigar los efectos de 6 semanas de suplementación de HMB y HMBCr en la fuerza y resistencia muscular, fuerza de las piernas y la antropometría de jugadores de la liga de rugby de élite.

**Medidas:** se evaluó la fuerza muscular, la resistencia y la antropometría.

**Entrenamiento:** Los sujetos se sometieron a las pruebas de referencia en un mínimo de 2 ocasiones durante un período de 5 días, seguidas de 6 semanas de suplementación y de la repetición de las pruebas. La fuerza muscular se evaluó mediante la prueba de 3 repeticiones de fuerza máxima (3RM). Los ejercicios fueron cuatro: *press* de banca, peso muerto, *press* de hombros con mancuernas y el remo en prono con mancuernas (*prone row*). del miembro superior se evaluó con el número máximo de dominadas hasta el agotamiento. El miembro inferior se evaluó con una prueba ergométrica en bicicleta. Los sujetos pedalearon a ritmo moderado durante 3-4 minutos para calentar antes de realizar un esfuerzo máximo de 10 segundos. La antropometría se evaluó por masa corporal, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos utilizando los procedimientos recomendados por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. Se midieron 8 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, íliaca cresta, supraespinal)

**Resultados:** todos los parámetros medidos no difirieron significativamente entre los tres grupos con la excepción del grupo control, que registró significativamente mayor fuerza en peso muerto en comparación con los grupos de HMB y HMBCr antes de la administración de los suplementos. No hubo diferencias significativas en fuerza y resistencia, potencia de las piernas o parámetros de antropométrica entre el grupo control, el HMB y el grupo HMBCr como resultado de la suplementación en el período de 6 semanas.

**Conclusión:** la suplementación tanto con HMB como con HMBCr no mostraron HMBCr en atletas sometidos a entrenamiento de resistencia en forma aislada que no están participando al mismo tiempo en otros componentes de entrenamiento.

## 5. The effect of HMB supplementation on body composition, fitness, hormonal and inflammatory mediators in elite adolescent volleyball players: a prospective randomized, double-blind, placebo-controlled study

El efecto de la suplementación con HMB sobre la composición corporal, condición física, mediadores hormonales e inflamatorios en adolescentes de élite jugadores de voleibol: un estudio prospectivo, aleatorizado, doble ciego, estudio controlado con placebo.

**Autores/año de publicación:** Shawn Portal; Zvi Zadi; Jonathan Rabinowitz; Ruty Pilz-Burstein; Dana Adler-Portal; Yoav Meckel; Dan M. Cooper; Alon Eliakim; Dan Nemet. 2011.

**Población/edad:** 15 hombres y 14 mujeres; 13'5-18 años

**Objetivo:** el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con HMB sobre la composición corporal, la fuerza, las capacidades (anaeróbica y aeróbica), las hormonas anabólicas (hormona del crecimiento, la insulina y la testosterona) y las hormonas catabólicas (cortisol) y mediadores inflamatorios (interleukina-6) en el nivel del equipo de voleibol de élite.

**Organización:** En este estudio prospectivo aleatorizado, doble ciego y controlado con placebo, se estudió el efecto de la suplementación de HMB (3g/día) en la fuerza muscular, en las capacidades aeróbica y anaeróbica, hormonas anabólicas y catabólicas y mediadores inflamatorios en la élite del voleibol adolescente durante las 7 primeras semanas de la temporada.

**Medidas:** todas las mediciones se realizaron bajo el entrenamiento

**Entrenamiento:** La potencia se evaluó con el test de salto vertical junto a una pared donde el sujeto pasa a saltar tras una posición en semicucullas para, tras el impulso, tocar la pared en el punto más alto. La fuerza se evaluó levantando 6RM con miembro superior e inferior. Con miembro superior levantando peso con la espalda recta y los brazos a la altura media del pecho. Las piernas se evaluaron en posición sentada de prensa con el asiento de atrás ligeramente en ángulo. Para la fuerza isocinética se utilizó un dinamómetro isocinético para medir objetivamente la fuerza muscular. Tras el calentamiento que consistía en seis contracciones progresivas en el esfuerzo los sujetos realizaban cinco contracciones voluntarias máximas en cada velocidad. La potencia tanto anaeróbica como aeróbica se midieron con la prueba Wintage (WAnt) y la prueba de Course-Navette respectivamente.

**Resultados:** La administración de HMB se asoció con un mayor aumento de la masa y la fuerza muscular determinado por el banco y la prensa de piernas. Una mayor fuerza isocinética significativa de flexores de la rodilla en ambas velocidades angulares de velocidad lenta y rápida. El HMB no tuvo ningún efecto sobre el salto vertical y en la fuerza isocinética de los extensores de rodilla y los flexores/extensores del codo. Si obtuvo buen resultado en la mejora de la capacidad anaeróbica y el WAnt, pero no tuvo efecto sobre la fatiga. Sobre la capacidad aeróbica no mostró diferencias significativas con el grupo placebo. Por último, tampoco hubo cambios en las hormonas anabólicas, catabólicas y los mediadores inflamatorios.

**Conclusión:** En este estudio se ha demostrado que la suplementación con HMB en jugadores de voleibol de élite adolescentes, hombres y mujeres, se ha asociado con un mayor aumento de la masa muscular, la fuerza y las propiedades anaerobias con ningún efecto en el salto vertical y sobre la capacidad aeróbica durante las primeras fases de la temporada de entrenamiento. Tampoco se muestran cambios hormonales y de mediadores inflamatorios. Se necesitan más estudios durante un mayor período de tiempo y/o e otros períodos de formación y en diferentes tipos de deportes a fin de optimizar los efectos beneficiosos de la suplementación con HMB en atletas.

## 6. b-Hydroxy-b-methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men

**Autores/año de publicación:** Jacob M. Wilson, Ryan P. Lowery, Jordan M. Joy, Joe A. Walters, Shawn M. Baier, John C. Fuller Jr, Jeffrey R. Stout, Layne E. Norton, Eric M. Sikorski, Stephanie M. C. Wilson, Nevine M. Duncan, Nelo E. Zanchi and John Rathmacher. 2013.

**Población/edad:** 20 hombres entrenados en la fuerza; 21'6 +/- 0'5

**Objetivo:** determinar los efectos de la suplementación a corto plazo con la forma de ácido libre del b-hidroxi b-metilbutirato (HMB-FA) en los índices de daño muscular, la degradación de proteínas, la recuperación y el estado de las hormonas después de un gran volumen sesión de entrenamiento de resistencia en atletas entrenados.

Fueron reclutados para participar en una resistencia de alto volumen sesión de entrenamiento centrado en sentadilla completa, press de banca y peso muerto. Los sujetos fueron asignados aleatoriamente para recibir 3 g / d de HMB-FA o un placebo. Inmediatamente antes de la sesión de ejercicio y 48 h post-ejercicio, suero de creatina quinasa (CK), 3-metilhistidina urinaria (3-MH), testosterona, cortisol y mediciones de la escala estado de recuperación percibida (PRS) se tomaron.

**Métodos:** el protocolo para la suplementación fue el siguiente: antes de la sesión de ejercicio, los sujetos fueron asignados al azar para recibir 3 g / d de HMB-FA (combinado con grado alimenticio sabores de naranja y edulcorantes) o un placebo (de calidad alimentaria sabores de naranja y edulcorantes) divididos en partes iguales en tres porciones dadas 30 minutos antes del ejercicio y de nuevo con el almuerzo y las cenas.

Al comienzo del estudio se realizaron unas pruebas para la base de referencia de la fuerza y la composición corporal. Se realizó una repetición máxima de la sentadilla completa, press de banca y peso muerto. Para determinar su composición corporal se realizó una absorciometría dual de rayos X. Las extracciones de sangre en reposo se obtuvieron tras 12 horas de ayuno antes del entrenamiento y a las 48 horas después del entrenamiento de resistencia ya que es cuando se han encontrado los picos de la creatina quinasa (CK) en sangre. También se realizaron recogidas de muestras de orina para analizarlas. Todas las hormonas se midieron en el mismo ensayo y en el mismo día para evitar variaciones inter-ensayo. La escala de estado de recuperación percibida (PRS)<sup>2</sup> se tomó antes y 48 h después de la sesión de entrenamiento.

**Entrenamiento:** Todos los sujetos participaron en una sesión de entrenamiento de alto volumen de resistencia la cual consiste en tres series de sentadillas completas, *press* de banca, peso muerto, flexiones, remo inclinado con barra, fondos en barras paralelas (*parallel dips*), *press* militar, *curl* con barra y extensiones de tríceps. En cada ejercicio se realizó tres series de doce repeticiones de máxima intensidad, con un período de descanso supervisado y cronometrado de 1 min entre las series. El volumen de entrenamiento para la sesión de ejercicio se calcula como el producto de los conjuntos totales, repeticiones y peso levantado durante cada ejercicio. A las 2 semanas antes y durante todo el estudio, los sujetos se ajustaron a una dieta que consiste en dividir el consumo en 25% de proteína, 50% de carbohidratos y 25% de grasa, el cual fue diseñado por un nutricionista profesional especializado en la nutrición deportiva.

**Resultados:** no hubo diferencia en la fuerza total (suma de la repetición máxima en los ejercicios de prensa d banco, cuclillas y peso muerto) entre los grupos. Antes de la sesión de ejercicio, los niveles de CK en suero fueron los mismos en el grupo placebo y en el de HMB-FA. Como resultado de la sesión, CK en suero en el grupo placebo aumentó

---

<sup>2</sup> La puntuación PRS consiste en valores entre 0 y 10, con 0-2 siendo muy mal recuperado y con la disminución prevista en el rendimiento, 4-6 siendo de baja a moderada recuperación y se espera un rendimiento similar, 8-10 que representa una alta recuperación percibida con incrementos esperados en el rendimiento.

significativamente mientras que en el grupo de HMB-FA mostró un aumento mucho más pequeño. La suplementación con HMB-FA también da lugar a una puntuación PRS mejor, indicando una recuperación más rápida de la intensa sesión de ejercicio y el potencial para un mejor rendimiento en las sesiones posteriores. No hubo diferencias notables en cuanto a la degradación de proteínas musculares. La creatina se mantuvo constante en el grupo placebo y se acercó a una tasa inferior en el grupo de HMB-FA.

**Conclusión:** los resultados indican que la suplementación de HMB-FA administrada antes del ejercicio atenúa los índices de daño muscular, provoca una recuperación más rápida y en un atleta aumenta la percepción mental de preparación física para entrenar en alto volumen ejercicios de resistencia que llevan a daños musculares. Estos hallazgos sugieren que los atletas que buscan acelerar la recuperación tras un alto volumen de entrenamiento, puede hacerlo consumiendo HMB-FA 30 minutos antes del entrenamiento.

**Tabla 3. Relación de artículos**

Autores/año	Tipo de artículo	Objetivos	Población	Resultado	Conclusión
David Nunan, Glyn Howatson, Ken A. Van Someren. 2010.		Evaluar la efectividad del HMB-KIC sobre el índice de daño muscular tras el ejercicio físico.	14 hombres 30 +/-7 años	P>0'05 Fuerza P<0'05 Recuperación	No hay tendencia significativa para una mejora en la fuerza pero existe cierta tendencia a una recuperación más rápida.
Jacob M. Wilson · Ryan P. Lowery · Jordan M. Joy · J. C. Andersen · Stephanie M. C. Wilson · Jeffrey R. Stout · Nevine Duncan · John C. Fuller · Shawn M. Baier · Marshall A. Naimo; John Rathmacher. 2014.		Evaluar el efecto de 12 semanas de HMB-FA sobre la resistencia, la hipertrofia, la composición corporal y la fuerza.  Evaluar su capacidad para prevenir la descomposición típica en el rendimiento.	24 hombres 21'6 +/-0'5 años	P<0'05 Fuerza P<0'05 Recuperación	Es efectivo para la mejora de la hipertrofia, la fuerza, la recuperación y evita la bajada del rendimiento físico.
Jasmine S. Thomson, Patricia E. Watson, David S Rowlands. 2009.		Evaluar el efecto de HMB en la fuerza y composición corporal.	34 hombres 24 +/-4 años	P<0'05 Fuerza	Existe un aumento de la fuerza del tren inferior exclusivamente. Sus pocos beneficios y su alto costo lo hacen un

					producto de reducido valor.
<b>Donna M. O'Connor and Melissa J. Crowe 2007</b>		Evaluar el efecto de 6 semanas de HMB y HMBCr en la fuerza total, fuerza de tren inferior, resistencia y antropometría de jugadores de rugby de élite.	30 hombres 25 +/-1'5 años	P>0'05 Fuerza	La suplementación con HMB o HMBCr no tuvo efecto sobre la fuerza, la resistencia o la antropometría en ambos grupos.
<b>Shawn Portal; Zvi Zadi; Jonathan Rabinowitz; Ruty Pilz-Burstein; Dana Adler-Portal; Yoav Meckel; Dan M. Cooper; Alon Eliakim; Dan Nemet. 2011.</b>		Evaluar el efecto del HMB sobre la composición corporal, las capacidades (aeróbica y anaeróbica), la fuerza, las hormonas y los mediadores inflamatorios.	15 hombres 14 mujeres 15'5 +/-2 años	P<0'05 Fuerza P>0'05 Recuperación? fatiga	Se demuestra que el HMB es efectivo provocando un mayor aumento de la masa muscular, la fuerza y la capacidad anaeróbica.
<b>Jacob M. Wilson, Ryan P. Lowery, Jordan M. Joy, Joe A. Walters, Shawn M. Baier, John C. Fuller Jr, Jeffrey R. Stout, Layne E. Norton, Eric M. Sikorski, Stephanie M. C. Wilson, Nevine M. Duncan, Nelo E. Zanchi and John Rathmacher. 2013.</b>		Evaluar el efecto de HMB-FA a corto plazo en los índices de daño muscular, la degradación de proteínas, la recuperación y las hormonas después de un gran volumen de entrenamiento.	20 hombres 21'6 +/-0'5 años	P>0'05 Fuerza P<0'05 Recuperación	El HMB-FA atenúa los índices de daño muscular pero tiene efecto sobre la fuerza total.

**Tabla 4. Resultados en cuando a los efectos sobre la fuerza y la recuperación.**

<b>Artículos</b>	<b>Fuerza</b>	<b>Recuperación</b>	<b>Total</b>
<b>David Nunan. 2010.</b>	0	1	1
<b>Jacob M. Wilson. 2014.</b>	1	1	2
<b>Jasmine S. Thomson. 2009.</b>	1	—	1
<b>Donna M. O'Connor. 2007.</b>	0	—	0
<b>Shawn Portal. 2011.</b>	1	—	1
<b>Jacob M. Wilson. 2013.</b>	0	1	1
<b>Total</b>	3/6	3/3	

*0 puntos son asignados si no existe una mejora significativa y 2 puntos son asignados cuando si existe una significativa mejora.*

# 6.DISCUSIÓN

## 6.1 Comparación de artículos

### 6.1.1 Estudios que utilizan HMB como suplemento.

**Jasmine S. Thomson et al. 2009.**

---

VS

**Shawn Portal et al. 2011.**

---

Ambos estudios utilizan como suplemento exclusivamente HMB con las mismas dosis pero diferentes periodos de tiempo. Shawn Portal evalúa el efecto de la suplementación con HMB durante 7 semanas, menos tiempo que Jasmine S. Thomson que lo hace durante 9 semanas. En cuanto a la población ambos estudios tienen un grupo relativamente bajo de sujetos con 29 y 34 respectivamente.

Esta no es la única diferencia ya que en cuanto a resultados se refiere, los dos llegan a conclusiones opuestas en su mayoría. Esto se puede deber a numerosos factores ya que a pesar de que ambos estudios son analizados en deportistas entrenados, el tipo de deporte (en consecuencia, el tipo de capacidades que se encuentran más y menos desarrolladas), la diferencia de edad de los individuos y el entrenamiento son variables que se deben tener en cuenta.

En lo que si coinciden ambos estudios es en el aumento de la fuerza del tren inferior que se ve reflejado en los resultados de ambos. Esto podría ser importante porque dependiendo del deporte que se realice, un aumento de la fuerza en el tren inferior podría significar un aumento de la resistencia y por lo tanto también músculos más fuertes que se recuperaran antes.

Siendo ambas conclusiones opuestas, ya que el estudio de 2009 desaconseja el uso de HMB ya que lo describe con pocos beneficios y un alto coste económico y el estudio de 2011 en cambio concluye con un mayor aumento de la fuerza y la capacidad anaeróbica; es difícil sacar una conclusión contundente sobre los posibles beneficios del HMB. Esto muestra la necesidad de un mayor número de estudios sobre la suplementación del HMB en deportistas del mismo nivel y deporte.

### 6.1.1 Estudios que utilizan HMB-FA como suplemento.

**Jacob M. Wilson et al. 2014**

---

VS

**Jasmine S. Thomson et al. 2009**

---

Los estudios que utilizan la administración de suplementos beta-hidroxi-beta-metilbutirato (HMB) en sujetos entrenados son limitados y no hay estudios a largo plazo que utilizan el ácido libre de HMB (HMB-FA).

Ambos estudios coinciden en que utilizan como suplemento el HMB complementado con FA y miden sus efectos tanto en la fuerza, en la recuperación y a nivel hormonal. En esta ocasión nos encontramos el mismo protocolo de medición de la fuerza y la recuperación. En los dos la fuerza es medida con los ejercicios de sentadillas, press de banca y peso muerta y la recuperación con la escala PRS. Esto es importante ya que la comparación entre resultados podrá ser más efectiva al existir menos variables que tener en cuenta. En cuanto a la población ambos tienen un número parecido de sujetos, 24 y 20 respectivamente, lo que es una baja muestra. El protocolo en base a la cantidad de suplemento y el momento de suministrarlo (30 minutos antes del ejercicio) es igual en los dos estudios.

A pesar de estas similitudes, en el resultado se encuentran algunas diferencias. En cuanto a la fuerza el estudio más actual, de 2014, muestra un aumento de la fuerza total en sus resultados. Al contrario que ocurre en los resultados del estudio de 2013 donde no se muestra una mejora de la fuerza total. En el aspecto fundamental en el cual los dos observan resultados similares es en el test de estado de la recuperación percibida (PRS), donde se muestra una mejora significativa percibida en la recuperación.

Como conclusión tras comparar ambos estudios, la suplementación con HMB-FA muestra una importante mejora en relación con la recuperación tras el entrenamiento y no estaría claro su efecto en cuanto a la fuerza. Esta conclusión está basada en la comparación de dos estudios, que aunque actuales, no son suficientes para demostrar los verdaderos beneficios del HMB-FA en deportistas.

### 6.1.3 estudios que utilizan HMB, HMBCr y HMB+KIC como suplemento

**David Nunan et al. 2010**

---

**VS**

**Donna M. O'Connor et al. 2007**

---

En estos dos estudios se ponen a prueba un total de 3 combinaciones diferentes de suplementos. HMB solo, HMB más creatina y HMB más el ácido ketoisocaproico.

La suplementación con HMB ya se ha visto en la primera comparación de estudios. Entre los dos analizados anteriormente no se podía obtener una clara conclusión sobre los efectos de HMB. En este apartado, en el estudio de Donna M. O'Connor se observan mejorías en el grupo suplementado con HMB. Hay que tener en cuenta que este estudio es de una menor duración que los anteriores que son de 9 y 7 semanas, siendo este de 6.

En este mismo estudio tampoco se observan resultados positivos en cuanto a la suplementación con HMBCr en la fuerza, la resistencia y la antropometría. En cambio, en el estudio de David Nunan si parece haber una tendencia a una recuperación más temprana con la suplementación de HMB+KIC. A pesar de esto, la conclusión de este estudio no es del todo válida ya que además de su baja muestra (14 sujetos), existen contradicciones en el propio estudio sobre los resultados.

Los distintos resultados de los tres tipos de suplementos pueden llevar a la conclusión de que ningún tipo de estas combinaciones de suplementación son eficaces. Es necesario un mayor número de estudios de cada producto para poder valorar de forma más objetiva el verdadero nivel de efectividad y comparar con cuál de los tres se obtienen mayores beneficios.

### 6.2 Importancia de la nutrición deportiva en la fisioterapia.

Esta revisión bibliográfica se realizó con el principal objetivo de dar a conocer el HMB como suplemento el cual se encuentra actualmente de moda entre los deportistas. Como profesionales que se encuentran trabajando en el mundo del deporte, los fisioterapeutas deben tener un amplio conocimiento no solamente reducido al campo de la rehabilitación o prevención de lesiones, si no también ampliado en otros aspectos como lo es el de la nutrición deportiva. Si algo es evidente en la práctica de la fisioterapia deportiva es en la confianza que el deportista deposita en el fisioterapeuta. No solo espera recuperarse antes, también espera que este le pueda resolver sus posibles dudas relacionadas con el deporte que practica.

Actualmente el tema de la nutrición, y sobre todo la nutrición deportiva, se encuentra en auge. Cada vez hay mayor cantidad y diversidad de productos con una mayor publicidad sobre suplementos que según las grandes empresas que los venden "te aumentan la fuerza y reducen el tiempo de recuperación".

Como fisioterapeutas no solo es importante conocer estos productos, también lo es conocer sus efectos ya sea para poder aconsejar de la manera más profesional y objetiva a los pacientes como para poder aprovechar sus posibles beneficios.

Uno de los efectos por los que el HMB es tan conocido es por la creencia de que es efectivo a la hora de aumentar la fuerza muscular y disminuir tanto el daño muscular como el tiempo de recuperación. Estas características serían útiles a la hora de tratar condeportistas. Con ayuda de estos suplementos combinados con un correcto ejercicio de la fisioterapia, se podría acortar el período de recuperación y el daño muscular tras los entrenamientos extenuantes lo que se reflejaría como un aumento del rendimiento del deportista. Otra de las características asociadas al HMB es su efecto beneficioso para el ralentizar la atrofia muscular en pacientes encamados, lo cual sería de nuevo una ayuda a la hora de que el fisioterapeuta trabaje con el paciente en su rehabilitación.

Existe muy poca investigación al respecto por lo que con este trabajo se espera dar respuesta a los objetivos marcados, los cuales principalmente se basan en conocer los efectos, beneficiosos o no, de la suplementación con HMB en deportistas.

**Tabla 4. Universidades andaluzas en las cuales se imparte la asignatura de nutrición**

Provincia	Asignatura	Tipo	Créditos
<b>Córdoba</b>	Nutrición y Dietética en Fisioterapia	Obligatoria	3 ECTS
<b>Granada</b>	Nutrición y Salud	Optativa	6 ECTS
<b>Almería</b>	Salud deportiva y Técnicas de relajación desde la Fisioterapia	Optativa	6 ECTS
<b>Málaga</b>	Dietética y Nutrición	Optativa	6ECTS

1. *En el plan de estudios de las universidades de Jaén, Sevilla y Cádiz no aparecen asignaturas de nutrición ni asignaturas donde se vean en bloque.*
2. *En la guía de la asignatura de "Salud deportiva y técnicas de relajación desde la fisioterapia" de la Universidad de Almería aparece el bloque de "Nutrición y deporte".*

## 7. CONCLUSIÓN

Tras analizar los estudios relacionados con la suplementación de HMB junto con otros productos como el HMB en su forma de ácido libre (HMB-FA), con creatina y con el ácido ketoisocaproico; podemos concluir que:

1.No existen resultados claros en cuanto a los beneficios de dichas suplementaciones sobre la capacidad de la fuerza o reducir el daño muscular.

2.En cuanto a la recuperación, a pesar de que no todos los estudios realizan medidas sobre esta, parece que si existen diferencias significativas en cuanto a una mayor recuperación en los grupos suplementados en comparación con los placebo.

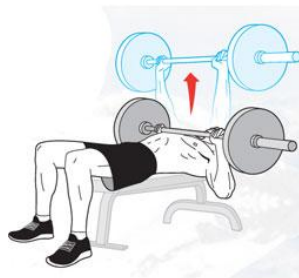
3. No se observa una diferencia clara entre los resultados obtenidos con diferentes tipos de suplementos en los cuales el HMB se encuentra implicado.

4. Se necesita un mayor número de estudios.

## 8. GLOSARIO DE EJERCICIOS

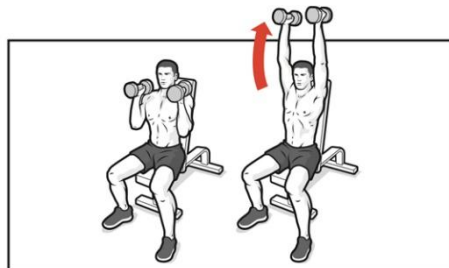
### PRESS DE BANCA

Es un ejercicio con pesas que trabaja principalmente la zona superior del cuerpo. Está pensado para el desarrollo de los músculos del pecho, los deltoides anteriores y los serratos anteriores, pero existe una variación para el tríceps.



### PRESS DE HOMBROS CON MANCUERNAS/PRESS MILITAR

Trabaja las fibras anteriores y medias del deltoides y el tríceps. Puede realizarse de pie o sentado sobre un banco.



### SENTADILLAS

Es uno de los ejercicios básicos del entrenamiento de fuerza. Trabaja directamente los músculos de muslo, cadera y glúteos.



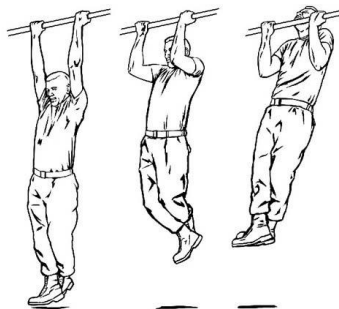
## PESO MUERTO

Es un ejercicio con pesas consistente en levantar una barra desde el suelo hasta la cintura. Se trabaja desde la musculatura de las piernas, espalda hasta miembros superiores.



## DOMINADAS

Consiste en levantar el cuerpo agarrado a una barra, partiendo de la posición de reposo en la que los brazos se encuentran totalmente estirados, elevar el cuerpo mediante la flexión de los brazos, hasta que la barbilla sobrepase a la barra sobre la cual se pende. Los principales músculos implicados en el movimiento son: músculo dorsal ancho, braquial, braquiorradial, bíceps braquial, redondo mayor, deltoides posterior, infraespinoso, redondo menor, trapecio, pectoral, romboides y porción larga del tríceps.



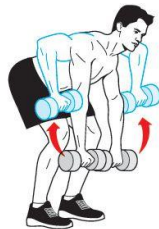
## CURL DE BÍCEPS (CURL SCOTT O PREDICADOR Y CURL CON BARRA)

Son los ejercicios que implican la activación del bíceps. Como el bíceps trabaja en el giro de muñeca o contracción del brazo, es fácil inducir que los diferentes tipos de curls incluyan flexiones de brazos así como giros de muñeca.



### BENT OVER ROWS/ REMOS CON BARRA

Se realiza con el tronco inclinado a 45 grados o más abajo y con agarre prono. Trabaja la espalda alta y media de forma completa, y además para estabilizarse deben activar los erectores espinales.



### PARALLEL DIPS/ FONDOS EN BARRAS PARALELAS

Se realizan agarrando unas barras paralelas (agarre más ancho para enfatizar en el pectoral, algo más estrecho para tríceps), y quedando suspendidos vamos subiendo y bajando flexionando los codos.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

Bilsborough, S., & Mann, N. (2006). A review of issues of dietary protein intake in humans. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 16(2), 129.

Clark, N. (2006). Guía de nutrición deportiva. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Kuhls, D. A., Rathmacher, J. A., Musngi, M. D., Frisch, D. A., Nielson, J., Barber, A., ... & Fildes, J. J. (2007).  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate supplementation in critically ill trauma patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 62(1), 125-132.

Naclerio, F. (2007). Utilización de las Proteínas y Aminoácidos como Suplementos o Integradores Dietéticos. *PubliCE Standard*.

Nissen, S., Sharp, R., Ray, M., Rathmacher, J. A., Rice, D., Fuller, J. C., ... & Abumrad, N. (1996). Effect of leucine metabolite  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training. *Journal of Applied Physiology*, 81(5), 2095-2104.

Oliver, A. J. S., León, M. T. M., & Hernández, E. G. (2008). Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. *Arch Latinoam Nutr*, 58(3), 221-7.

Parenteau Ramírez; Martín J. "Ayudas ergogénicas Legales y su utilidad" Jornadas médico Sanitarias sobre atletismo. 2004. Edita: Excma. Diputación Provincial de Huelva.

Ros, A. F. G., & Rodríguez, O. C. M. (2005). Ayudas ergogénicas en el deporte. *Lecturas: Educación física y deportes*, (86), 22.

Slater, G. J., & Jenkins, D. (2000).  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) supplementation and the promotion of muscle growth and strength. *Sports Medicine*, 30(2), 105-116.

Vukovich, M. D., Stubbs, N. B., & Bohlken, R. M. (2001). Body composition in 70-year-old adults responds to dietary  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate similarly to that of young adults. *The Journal of nutrition*, 131(7), 2049-2052.

Wilson, G. J., Wilson, J. M., & Manninen, A. H. (2008). Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on exercise performance and body composition across varying levels of age, sex, and training experience: A review. *Nutrition & metabolism*, 5(1), 1.

"Medicamentos y suplementos utilizados por los deportistas" Infac. Información Farmacoterapéutica de la comarca. Revista Digital [en línea] nº6 Julio (2006). Servicio Central de publicaciones del Gobierno Vasco. Servicio Vasco de Salud.

### Artículos del estudio:

Nunan, D., Howatson, G., & Van Someren, K. A. (2010). Exercise-induced muscle damage is not attenuated by  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate and  $\alpha$ -ketoisocaproic acid supplementation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(2), 531-537.

O'Connor, D. M., & Crowe, M. J. (2007). Effects of six weeks of beta-hidroxy-beta-methylbutyrate (HMB) and HMB/Creatine supplementation on strength, power, and anthropometry of highly trained athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 419-423.

Portal, S., Zadik, Z., Rabinowitz, J., Pilz-Burstein, R., Adler-Portal, D., Meckel, Y., ... & Nemet, D. (2011). The effect of HMB supplementation on body composition, fitness, hormonal and inflammatory mediators in elite adolescent volleyball players: a prospective randomized, double-blind, placebo-controlled study. *European journal of applied physiology*, 111(9), 2261-2269.

Thomson, J. S., Watson, P. E., & Rowlands, D. S. (2009). Effects of nine weeks of  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 827-835.

Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Andersen, J. C., Wilson, S. M., Stout, J. R., ... & Rathmacher, J. (2014). The effects of 12 weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate free acid supplementation on muscle mass, strength, and power in resistance-trained individuals: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *European journal of applied physiology*, 114(6), 1217-1227.

Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Walters, J. A., Baier, S. M., Fuller, J. C., ... & Duncan, N. M. (2013).  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate free acid reduces markers of exercise-induced muscle damage and improves recovery in resistance-trained men. *British Journal of Nutrition*, 110(03), 538-544.

**Páginas web de referencia:**

[www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/](http://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/) Consultada el día 09/04/16

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed> Consultada por primera vez 19/12/15 y por última vez 14/04/16