



**UNIDAD 5**

**LESIONES MUSCULARES. NUTRICIÓN,  
SUPLEMENTACIÓN Y APLICACIÓN EN  
LOS PROCESOS DE RECUPERACIÓN**

*Luis Hebert Palma Pulido*

## LESIONES MUSCULARES. NUTRICIÓN, SUPLEMENTACIÓN Y APLICACIÓN EN LOS PROCESOS DE RECUPERACIÓN

---

Unidad Central del Valle del Cauca  
<https://orcid.org/0000-0001-8751-1636>  
lpalma@uceva.edu.co

**Luis Hebert Palma Pulido** 

### CONCEPTOS GENERALES

**D**esde hace varios años, la nutrición ha generado grandes aportes en lo que respecta a la salud y su relación con el deporte. Cuando se habla de atletas, se deben tener presentes cuidados extras, ya que “el deportista profesional, a diferencia del aficionado, no juega, él trabaja, no práctica el deporte por afición, ofrece sus servicios a un empresario mediante un salario”. (1) Es por ello que el mantenimiento de la buena salud es un factor importante en los deportistas, independientemente del deporte que practiquen.

Son varias las capacidades que se pueden ver afectadas al ocurrir una lesión, entre ellas la fuerza, flexibilidad, velocidad, resistencia, entre otras, esto, impide la ejecución de gestos motrices realizados de forma correcta. Además de esto, un factor negativo que puede aparecer después de que se evidencia una lesión, es el aumento de la masa grasa, este hecho ocurre por la inactividad deportiva, al presentar cambios en el gasto energético total diario de un individuo GETD. El GETD, “representa la energía que el organismo consume” (2), y esta energía se puede ver alterada por varios factores, entre ellos, por las actividades que se realizan a diario, en este caso, el deportista disminuirá la actividad que realizaba regularmente y por tal motivo, se le debe prestar mucha atención a los nutrientes que ingiere a diario, ya que una mala planificación de la alimentación en los procesos de rehabilitación, pueden generar un incremento de masa grasa. Es por ello, que se deben implementar estrategias no solo a nivel del entrenamiento, sino también en lo que respecta a la nutrición, con el objetivo de evitar la



aparición del exceso de grasa. Otros factores que se pueden ver alterados después de una lesión, son aquellos relacionados con los procesos inflamatorios, sistema inmunológico, atrofia muscular en los segmentos indemnes, entre otros. Para contrarrestar esto, la nutrición, no solo en lo que refiere a los alimentos, sino también a suplementos, juegan un papel importante, ya que pueden incrementar los factores negativos o favorecer los positivos. Es por ello que se debe trabajar de la mano con el médico, la nutricionista, el entrenador y el psicólogo en cada fase de la progresión funcional.

Uno de los factores que más perjudica al deportista que sufre una lesión, es la pérdida de masa muscular, esta, según Wall, Morton & Van Loon (3), lleva rápidamente a una disminución en la fuerza funcional. Estos autores también describen que, después de una lesión, la sensibilidad a la insulina disminuye y se incrementa la masa grasa.

En este capítulo, se abordarán temáticas, donde la nutrición juega un papel importante como coadyuvante en los procesos recuperatorios después de ocurrida una lesión. Entre ellos las estrategias nutricionales y de suplementación para evitar el incremento de la masa grasa, nutrientes que estimulen síntesis de proteínas y, por consiguiente, disminución de la atrofia muscular y mantenimiento de la fuerza.

En la figura 73, se evidencia de forma resumida, el consumo de proteína y algunos suplementos que pueden mejorar el proceso de recuperación. En el trascurso del capítulo se profundizará en este aspecto.

*Figura 74. Consumo de proteína y suplementación en procesos de recuperación durante la fase de rehabilitación.*

<b>NUTRITIONAL CONSIDERATIONS</b>	
Dietary protein intake= 1,6-2,5 g/kg/day	
<b>PROTEIN SPECIFICS:</b> meal dose=20-40 g (depending upon leucine content); frequency=every » 3-4 h (4-6 meals daily);	
<b>TYPE=</b> quickly digested, high leucine content, but considering slowly digested proteins, (e.g. casein) prior to sleep.	
<b>ADDITIONAL SUPPLEMENTS:</b> HMB (3 g/day); creatine (10 g/day for 2 weeks, then 5 g/day; fish oil (4 g/day) (weeks 0-8)	

Fuente: Benjamin T. Wall, James P. Morton & Luc J. C. van Loon (4).

## **ESTRATEGIAS PARA EVITAR EL INCREMENTO DE LA MASA GRASA**

Uno de los factores que más preocupa a la parte médica, incluso al mismo deportista es al aumento de la grasa y variaciones en el somatotipo, ya que pasar de una clasificación mesomorfo a meso-endomorfo o peor aún a endomorfo, puede afectar de forma negativa no solo el proceso de recuperación, además de ello la adquisición de capacidades perdidas y la forma deportiva en general.

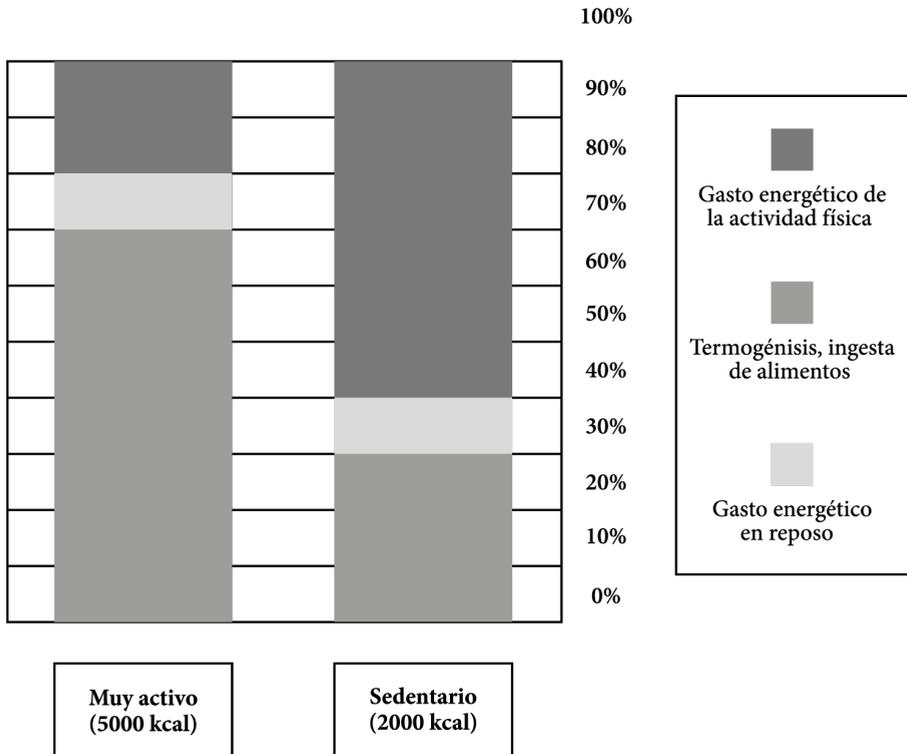
Lo primero que se debe realizar en un deportista o cualquier tipo de persona que desee implementar cambios en la alimentación, es tener un diagnóstico de la energía que necesita y consume, esto se llama balance energético, “este balance es la diferencia que existe entre el ingreso de energía (ingesta de alimento) y su egreso (gasto), para mantener un nivel constante de energía almacenada, principalmente en forma de adiposidad” ,(5), lo anterior indica que una ingesta menor al consumo de energía que se requiere, se llamará balance energético negativo y un consumo de alimentos mayor a la energía que se utiliza, llevará el nombre de balance energético positivo. Para conocer la cantidad de energía que requiere la persona, según sus actividades diarias, debe realizarse un diagnóstico y para ello, una forma sencilla es, determinar el GEDT.

Los resultados que arroja el GEDT, son muy diferentes en cada persona, ya que el peso, talla, deporte practicado y su intensidad son diversos en cada individuo, (ver gráfica 1). El GEDT, para Vargas, Lancheros & Barrera (6), está compuesto por la tasa de metabolismo basal, o Gasto Energético en Reposo (GER), efecto térmico de los alimentos y el nivel de actividad física, el primero se determina por medio de ecuaciones predictivas y determina la energía mínima que requiere el cuerpo para realizar sus funciones vitales, ésta TMB, que regularmente corresponde al 60-75% del gasto energético total en un adulto sedentario. El nivel de actividad física, para Barele (7), equivale en personas sedentarias al 15 y 30%, sin embargo, en deportistas esto puede aumentar hasta el 50%.



.....

Figura 75. Comparación gasto energético persona sedentaria vs activo.



Fuente. Tomado y adaptado de Barele 2008 (7)

Para determinar la TMB, se utilizan diversas fórmulas, entre ellas la Harris-Benedict (1918):

Hombres:  $66 + [(13,75 \times \text{peso (kg)}) + [5 \times \text{talla (cm)}] - [6,76 \times (\text{años})]$

Mujeres:  $665.9 + [9.56 \times \text{peso (kg)}] + [1.84 \times \text{talla (cm)}] - [4.67 \times (\text{años})]$ , (8)

Después de obtenida la TMB, se debe identificar el nivel de actividad física, la Food and Nutrition Board (9), esta sugiere que, de acuerdo al género y el nivel de actividad que realice la persona, la TMB se debe multiplicar por un factor.



Tabla 28. Requerimientos de energía de acuerdo al género y actividad.

Nivel de actividad		Factor de actividad (X TMB)	
Hombres		Mujeres	
<b>SUAVE</b>			
1,3		1,3	
<b>SUAVE</b>			
1,6		1,5	
<b>MODERADA</b>			
1,7		1,6	
<b>INTENSA</b>			
2,1		1,9	
<b>MUY INTENSA</b>			
2,4		2,2	

Fuente. Tomado y adaptado Food and Nutrition Board 1989 (9)

Por último, se encuentra el efecto térmico de los alimentos (ETA), en este aspecto se aclara que, “la intensidad y la duración del ETA están determinadas por la cantidad y composición de los alimentos consumidos. El incremento en el gasto energético varía de 5-10% para carbohidratos, 0-5% para grasas, y de 20- 30% para proteínas. El consumo de una dieta mixta produce un incremento en el gasto energético equivalente al 10% de la energía contenida en los alimentos” (10). Ese 20-30% mencionado, es muy importante al momento de buscar opciones para la utilización de energía, cuando el nivel de actividad no es muy alto, como el caso de una persona lesionada, que se ve imposibilitado para la realización de algún deporte o actividad física.

Continuando con el GEDT (7), especifica que también se debe tener en cuenta el costo del entrenamiento, este se halla con la siguiente fórmula:

$$CE: \text{peso} \times \text{Mets} \times (\text{tiempo de la actividad en minutos}/60)$$

.....

Los mets equivalen a la intensidad del trabajo. Recordar que un met equivale a una unidad metabólica en reposo, es decir, la energía que consume una persona en estado de reposo, esto es, 3,5 ml de O<sub>2</sub>/kg de peso/min.

$$\text{Ejemplo: } 70 \times 5 \times (45/60) = 262,5 \text{ kcal.}$$

Después de obtener un diagnóstico del GEDT, se puede iniciar un plan nutricional. Se debe tener presente que estos resultados varían demasiado entre una persona y otra, incluso dichos cambios, se pueden dar en el mismo individuo si la actividad física cambia.

Una de las principales estrategias que se debe tener en cuenta a la hora de evitar el incremento de masa grasa, sin llegar a un déficit calórico, es el incremento de proteína. Actualmente, existe mucha evidencia que está a favor de ello, en el Journal International Society Sports Nutrition (JISSN), gran cantidad de científicos publican artículos relacionados con nutrición y suplementación deportiva, una de ellas, es la realizada por Antonio et al,(11) donde se cuenta que 48 deportistas ingirieron dos protocolos de consumo de proteína, uno 2,3 gramos y el otro 3,4 gramos/kg/día. Los resultados obtenidos evidenciaron cambios en la composición corporal y más aún en la masa disminución de la masa grasa, en aquellos que consumieron dosis más altas de proteína, se debe tener en cuenta que dosis por encima de 4 gramos/kg/día, no presenta diferencias significativas en la composición corporal. Aunado a esto, Manore (12), menciona que, en ocasiones, de acuerdo a la necesidad de la persona, el porcentaje del macronutriente proteína puede pasar del 20% al 35% en lo que respecta a las calorías diarias totales.

Se puede pensar que el consumo de proteína en ciertas cantidades solo es recomendable para personas muy activas, la realidad es otra, incluso en pacientes con problemas renales el consumo de este macronutriente se debe realizar, esto con el fin de evitar que el sistema inmunológico también se vea afectado. “En pacientes con Enfermedad Renal Crónica (ERC) en Hemodiálisis (HD), la ingesta de proteína puede aumentar hasta 1,2 g/kg de peso para favorecer un adecuado balance en el cuerpo y así evitar el desgaste calórico-energético y lograr un adecuado estado nutricional” (13). Por este motivo, una persona que está realizando las diferentes fases de rehabilitación, debería ingerir aproximadamente 1,6 a 2,5 gramos/kg/día. Martínez, Rodríguez, Moreno, Roche & Vicente (14), realizaron un plan nutricional involucrando 1,7 y 2,0 gramos/kg/peso/día a una tenista y un futbolista correspondientemente, ambos deportistas presentaban una

⋮

tendinopatía crónica. Los resultados relacionados con la masa grasa y muscular evidenciaron datos positivos, mostrando una disminución en el tejido adiposo y un incremento en la masa muscular al terminar el proceso de rehabilitación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que, el consumo de proteína juega un papel muy importante en el mantenimiento de la masa muscular e incluso en la disminución de la masa grasa, ya que como se mencionó anteriormente (10), la masa grasa en un grupo que consuma una dieta alta en proteína, genera posibles cambios en el gasto de energía tanto en reposo como durmiendo. Aunado a esto, los expertos Jager y et al (15), describen que el consumo de proteína debe ser de 1,4 a 2,0 gramos/kg/día en personas activas.

Ahora bien, conociendo la cantidad de proteína que se debe consumir aproximadamente en procesos de recuperación, después de una lesión, en lo que respecta a gramos/kg de peso/día, el dato a saber a continuación, es la cantidad de proteína por porción en cada comida. Este se divide en dos momentos “el primero hace referencia a la ingesta habitual durante el día, que equivale aproximadamente a 20 gramos, mientras que el segundo, corresponde al momento después de entrenar, aquí se debería ingerir 40 gramos”, (16). Es decir, después de una sesión de trabajo, el consumo de proteína deberá ser de 40 gramos, mientras que, en los otros momentos del día, cada porción de alimentos, deberá llevar 20 gramos.

Para tener una idea clara del consumo de proteína en alimentos, se recomienda descargar la tabla de composición de los alimentos de Novartis de Medical Nutrition, o similares. Estas tablas dan un dato aproximado de los alimentos con sus gramos de carbohidratos, grasas y proteínas e incluso minerales. Un ejemplo claro es el pollo, en esta tabla se evidencia que 100 gramos de esta ave posee solo 20,5 gramos de proteína, mientras que del lomo de cerdo, con esta misma cantidad, solo se obtienen 16 gramos de proteína.

Otro factor importante en un deportista que ha sufrido una lesión y no desea incrementar el tejido graso, es la distribución de los macronutrientes y el subtipo de los mismos. La energía que necesita el cuerpo a partir de los carbohidratos se debe encontrar entre el 50% y 65% (17). Esto varía en algunos deportistas y momentos del macrociclo como, por ejemplo, competencias. Atletas donde la resistencia aeróbica prima, como maratonistas, ciclistas, entre otras, deberán incrementar estos porcentajes de carbohidratos en ciertos



momentos del plan de entrenamiento con el fin de incrementar las reservas de glucógeno.

Cuando las actividades deportivas disminuyen en intensidad y volumen, como sucede en periodos de vacaciones o en las primeras fases de la rehabilitación o progresión funcional, las necesidades de los macronutrientes deben modificarse e igual el subtipo de ellos, con el objetivo de evitar que el tejido adiposo aumente. Normalmente los deportistas se exceden en las grasas saturadas, trans y azúcares, al mismo tiempo el consumo de proteínas de alto valor biológico, grasas mono y poli-insaturadas es muy pobre, esto es un común denominador en muchos países, ya que la cultura de una buena alimentación no es la ideal, sea por aspectos económicos o por un entorno social y familiar inadecuado. En la imagen 2, se observa la distribución de los macronutrientes.

*Tabla 29. Distribución de Macronutrientes con los subtipos correspondientes.*

Macronutrientes	AMDR (% De energía)		
	Niños (1-3 años)	Niños (4-18 años)	Adultos
Proteínas	10-20	10-20	14-20
Grasa total	30-40	25-35	20-35
A.G. Poliinsaturados N 6 (Ácido Linoleico)	5-10	5-10	5-10
A.G. Poliinsaturados N 3 (Ácido Linolenico)	0,6-1,2	0,6-1,2	0,6-1,2
Carbohidratos	50-65	50-65	50-65
<b>Componentes Dietéticos que requieren prevención de exceso de ingesta</b>			
A.G Saturados		< 10%	<10%
A.G Trans		< 1%	< 1%
A.G Monoinsaturados			Hasta completar
Colesterol			< 300 mg
Azúcares adicionados			< 15%

Fuente. Tomado y adaptado de Universidad de Antioquia 2009 (17)



En lo que respecta al consumo de carbohidratos de acuerdo al peso, la tabla 30 evidencia la dosificación teniendo en cuenta las necesidades del deportista. Aquí la dosis varía bastante entre un tipo de atleta y otro, por tal motivo, se debe ser cuidadoso al planificar la alimentación en momentos de rehabilitación, ya que aquí las necesidades de carbohidratos son menores con relación a la misma persona en competencia o en entrenamientos

Tabla 30. Necesidades de carbohidratos según práctica deportiva. Normales.

<b>Deportista recreacional</b>	<b>3-5 gr/kg/día</b>	<b>Bajo-moderado. &gt; 1 hora o ejercicio de baja intensidad</b>
<b>Entrenamiento bajo o moderado</b>	5-7/gr/kg/dia	1-3 horas con ejercicio de moderada a alta intensidad. Maratón
<b>Entrenamiento intenso</b>	7-10/gr/kg/dia	> 4-5 horas. Tour de france
<b>Entrenamiento muy intenso</b>	10-12/gr/kg/dia	Ironman

Fuente. Tomado y adaptado de Barele (18), adaptado de Burke 2001.

Además de las necesidades de carbohidratos, a diario se debe tener presente el uso de estos durante la actividad. Para ello, Peinado, Rojo & Madrid, (19), sugieren que en ejercicios con una duración máxima de 45 minutos y de moderada o baja intensidad, el uso de carbohidratos debe ser nulo. Este punto es muy importante ya que, en las primeras fases de rehabilitación, la gran mayoría de las sesiones son muy pasivas, y por ende el uso de azúcares durante la realización del trabajo debería ser mínimo o inexistente.

Para poner en práctica lo mencionado anteriormente, a continuación, se realizará un ejemplo en gramos del consumo de proteínas, carbohidratos y grasas al día, en un deportista de alto rendimiento en competencia y el cambio que deberá realizar en el proceso de rehabilitación.

Deportista que pesa 70 kg y practica fútbol. Por sobre entrenamiento presentó un desgarro que lo mantendrá fuera de competencia durante

.....

aproximadamente 4 meses. Para ello se crea un plan nutricional con el objetivo de no aumentar el tejido adiposo. Este plan consiste en:

Consumir 1,8 gramos/kg/día de proteína

Ingerir 3 a 4 gramos /kg/día de carbohidratos

Grasas 1 gramo/peso/día

Teniendo en cuenta el peso del deportista, el total de gramos por el peso sería 126 gramos de proteína, que equivalen a 504 kcal. Para carbohidratos el total de gramos sería 210 a 280 gramos que corresponden a 840 o 1020 kcal. Por último, las grasas deberán tener un total de 70 gramos, esto en kcal hace referencia a 630.

Se debe aclarar que, por cada gramo de carbohidratos y proteína se obtienen 4 kcal, mientras que para las grasas este resultado es 9., (20), (21).

El total de kcal que consumirá el deportista en las fases de rehabilitación, principalmente en las primeras, ya que es en estas, donde la movilidad se ve más limitada, será de 1974 a 2154. Estas deben estar distribuidas en 5 comidas. Cada porción de alimentos deberá tener 20 gramos de proteína y después de la sesión de rehabilitación se deberán ingerir de 30 a 40 gramos. Los carbohidratos se dosificarán en un máximo de 10% simples y el resto deberá ser complejos. Las grasas serán principalmente poliinsaturadas (omegas 3 y 6).

## **NUTRICIÓN, FUERZA E HIPERTROFIA MUSCULAR**

Además de un incremento de la masa grasa, otro aspecto que preocupa al equipo interdisciplinar que lleva a cabo el proceso de rehabilitación de un deportista, es la pérdida de fuerza y de la masa muscular. Se sabe que el músculo en estado de quietud se atrofia aproximadamente 0,5% por día (3), Wall y et al, evidenciaron que en períodos cortos de desuso muscular que podrían variar entre 1 y 2 semanas, se puede observar una pérdida sustancial de la masa y la fuerza del músculo esquelético, además de ello, esto se ve acompañado de una respuesta temprana de señalización molecular catabólica (22), aunado a esto, la pérdida de tejido muscular oscila entre 150 y 400 gramos.

⋮

.....

La pérdida de masa muscular y la fuerza también se ven afectadas. La fuerza se pierde hasta tres veces más que el tejido muscular (23). Tanto así que después de solo dos semanas de inmovilización, la masa muscular disminuye en un 8%, mientras que la fuerza se perdió en un 23% (24). Esta pérdida de fuerza es una “alteración en el reclutamiento de unidades motoras y la poca estimulación dinámica del músculo, lo que lleva a que la funcionalidad del segmento inmovilizado durante ese periodo, se pierda en gran proporción” (22).

El hecho de estar involucrado en un proceso de rehabilitación, genera muchos cambios en el organismo y cuando se habla de síntesis de proteínas, el cuerpo puede generar una resistencia anabólica, que para (25), significa una disminución de la síntesis de proteína basal y se da por una reducción de la respuesta en dicha síntesis al momento de la ingesta de proteínas.

La fuerza se puede entender como el “presupuesto necesario para la ejecución de un movimiento, siendo por tanto una capacidad condicional desde el punto de vista de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte”. (26), o más concretamente como “la capacidad de tensión que puede generar cada grupo muscular a una velocidad específica de ejecución contra una resistencia” (27), de igual forma, se menciona que la fuerza es esencial en cualquier función humana. (28)

Después de una lesión muscular se pierde casi el 50% de la contracción isométrica. “Tras la lesión, se forma un hematoma que posteriormente se organiza. Luego se forman nuevos vasos sanguíneos desde la periferia y aparecen fibroblastos que comienzan a sintetizar colágeno. Cuando se produce una sección muscular que se repara mediante cicatrización, parte del tejido (el fragmento distal a donde se encuentra el axón) pierde su inervación, con lo que se pierde definitivamente parte de la fuerza muscular”. (29).

Para concluir, se puede decir que, después de una lesión en un tejido blando, se genera una disminución en la síntesis de proteínas y una pérdida en la masa muscular, esto debido a los procesos normales por los que el organismo pasa para iniciar el proceso de recuperación y debido a la poca movilidad que se genera, no solo de segmento lesionado sino de todo el cuerpo. Viedma (30), describe que esto conlleva a que el trofismo muscular cambie y se empiece a evidenciar una atrofia, dado que la capacidad de un músculo para producir fuerza depende de su sección transversal, del número de fibras musculares y de los puentes cruzados disponibles.

.....

Teniendo en cuenta que después de una lesión, se disminuye la masa muscular, se pierde fuerza y, además, se reduce la capacidad de generar síntesis de proteína, el objetivo en un proceso de progresión funcional o rehabilitación, no es solo recuperar la propiocepción y retomar la forma deportiva en el caso de atletas, o de nuevo ejecutar tareas básicas del diario vivir en personas que no lo son, otras variables importantes que deben ser tenidas en cuenta por las personas encargadas de estos procesos son:

Evitar la aparición de lesiones de los otros segmentos por sobreuso.

Recuperar la propiocepción perdida.

Fortalecer estabilizadores pasivos y activos.

Disminuir al máximo con nutrición y ejercicio la atrofia muscular.

Recuperar niveles de fuerza perdidos.

Para los últimos dos puntos mencionados anteriormente y, desde el punto de vista que se ha hablado en el transcurso del capítulo, se puede decir que el consumo de proteína es muy importante de la misma forma, algunos suplementos nutricionales deberán ser incluidos en estos procesos para optimizar la recuperación de cada individuo.

En cuanto a la proteína, se debe tener presente que en la actualidad no solo es el consumo de pollo, pavo, carnes, pescados, entre otras. Existen opciones que brindan diversos laboratorios en preparados de proteínas y que funcionan en cada individuo, sin derivar procesos negativos en la salud, por el contrario, se utiliza para mejorar procesos anabólicos y de recuperación, incluso puede afectar positivamente la salud en general, ya que uno entre tantos beneficios es mejorar los niveles de glutatión (principal antioxidante del cuerpo). Este tema se explicará a continuación con el fin de esclarecer la realidad de estos productos.

Lo primero que se debe saber de este tipo de productos que se conocen como preparados de proteínas o whey protein, es que ningún batido sustituye una comida principal, este error lo cometen cantidad de personas y por ningún motivo se recomienda. Como lo dice el nombre, solo son batidos de proteína, lo que significa que carecen de otros macronutrientes y micronutrientes esenciales para el cuerpo, y solo en algunos casos, estos preparados contienen macro y micronutrientes, de igual forma estos no alcanzan a suplir alimentos que se consumen normalmente.

⋮

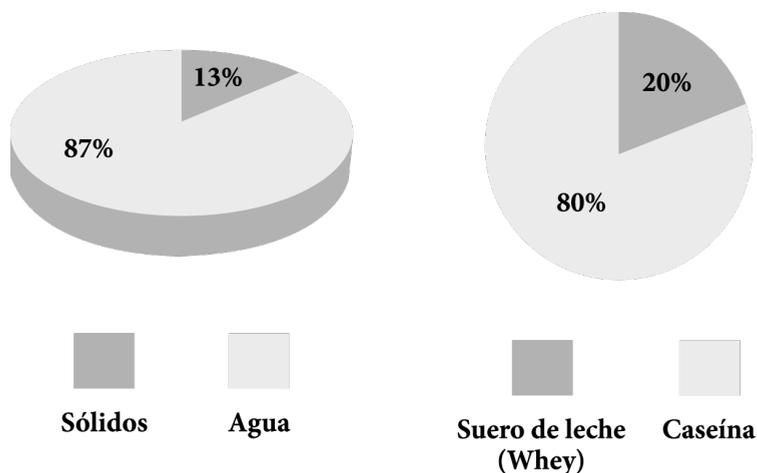


Cuando se habla de suero de leche o whey protein, muchos piensan que es leche normal de vaca, otros lo relacionan con algo dañino o tóxico y algunos creen que solo está diseñada para grandes culturistas. La realidad es muy diferente, tanto así que este tipo de suplemento funciona muy bien a nivel deportivo y con enfoque de salud, incluso, hace parte de la categoría A de la Australian Government, Australian Sports Comisión, 2014. (31)

Para entender por qué actualmente se ofrecen suplementos de suero de leche, se debe conocer lo siguiente:

La leche posee un 13% de sólidos y 87% de agua (gráfica 2 (a)), el 13% está compuesto aproximadamente por: 4,8% lactosa, 3,9% grasas, < de 1% minerales y de 3 a máximo 6 % proteínas (32). La proteína de la leche se divide en (gráfica 2 (b)): suero de leche o whey protein 20% y caseína 80%, (33). Las dos son proteínas completas, pero su valor biológico difiere entre ellas, por tal motivo, cada una posee funciones diferentes, además de ello, la proteína de suero está compuesta principalmente por  $\beta$ -lactoglobulina y  $\alpha$ -lactalbúmina, las cuales comprenden el 50% y 20%, respectivamente (34), mientras que la caseína, es una fosfoproteína producida por cuatro genes que codifican para las caseínas  $\alpha$  s1,  $\alpha$  s2,  $\beta$  y  $\kappa$ , estas se organizan en forma de micelas o unidades solubles, (35).

Figura 76. (a) Composición de la leche. (b) Composición de suero y caseína en la leche.



Fuente. Adaptado Hemant, Mayur, Pooja & Nayana 2011. (32)



## PREPARACIÓN DE LAS PROTEÍNAS DE SUERO.

Esta preparación consiste en extraer de la leche sus proteínas y aislarlo de todo (carbohidratos, grasas, minerales, cenizas, entre otras), dependiendo del proceso al que sea sometido, así mismo será la calidad de la proteína. A continuación, en la tabla 31 se describen los procesos para la obtención de proteínas de suero.

*Tabla 31. Tipos de preparados de proteínas de suero.*

<b>Descripción del producto</b>	<b>Concentración de proteína</b>	<b>Contenido de grasa, lactosa y otros minerales</b>
Proteína de suero aislada	90-95%	No posee
Proteína de suero concentrada	Rangos del 25 al 89%. Más común 80%	Contiene algunas cantidades. A mayor porcentaje de proteína, menos contenido de grasa y lactosa
Proteína de suero hidrolizada	Puede variar. Hidrólisis usada para dividir enlaces peptídicos y hacerla más pequeña para una mejor digestión. Reduce el potencial alérgico	Puede variar de acuerdo a la concentración

Fuente. Tomado, Keri 2004 (36)

En la figura anterior se observan los procesos a los que es sometida la leche para la extracción del suero. Seguido a ello, se explicará brevemente cada uno.

Proteína de suero concentrada: Se realiza por medio de ultrafiltración (técnica de separación fisicoquímica), esto permite la separación selectiva de proteínas de suero, de lactosa, sales y agua en condiciones suaves de temperatura y pH, (32). Este proceso, hace que los solutos de alto peso molecular y sólidos suspendidos sean retenidos por la membrana y finalmente removidos como concentrado (33). Sin embargo, este tipo de

.....

proceso, llamado concentración, todavía contiene lactosa, grasa y minerales, lo que significa que su pureza no es tan alta, claro está que, a mayor concentración, menor será la cantidad de estas partículas y más alto su valor proteico, (31).

**Proteína de suero aislada:** pasa por un proceso más intenso y exigente, es la forma más pura de proteína de suero y contiene 90% o más de proteínas con un mínimo de lactosa (<1%) y prácticamente sin grasa. Los aislamientos se procesan para eliminar la grasa y la lactosa (32). Un proceso de aislamiento muy utilizado es el aislado no desnaturalizado microfiltrado, por medio de este se puede obtener una excelente calidad de la proteína de suero.

**Proteína hidrolizada:** Los hidrolizados de proteínas de suero, son proteínas que se conocen como predigeridas, es decir, su absorción es más fácil, pero su costo es generalmente más alto, (31), este tipo de proteína puede ser menos alergénico que otras formas de suero de leche y son muy utilizadas en algunas fórmulas específicas para cierto tipo de personas, (37). De forma general, este proceso de hidrólisis descompone las cadenas de proteínas en pequeñas fracciones llamadas péptidos, para que su absorción sea más rápida y mejor.

Estos batidos de proteína se deben ingerir en agua, después de una sesión de trabajo muscular, resistencia aeróbica y rehabilitación. El objetivo de hacerlo en ese momento es que la absorción de este tipo de proteína es muy rápida (aproximadamente 60 minutos), en comparación con otro alimento. Su consumo debe estar direccionado junto a los otros alimentos, en el cumplimiento diario en gramos, que corresponde a cada persona.

Otro suplemento muy utilizado y que en la actualidad la evidencia científica avala su consumo, tanto para deportistas como para individuos que no lo son, es la creatina. “La creatina o N-aminoiminometil-N-metil glicina es un aminoácido que se forma a partir de glicina, metionina y arginina en el hígado, los riñones y el páncreas, además de la reserva corporal del músculo, también se encuentran altos niveles en el cerebro”. (19)

Las funciones de la creatina son diversas, entre ellas tenemos, incremento en las vías de señalizaciones anabólicas, resíntesis de PCr, neuroprotector, optimizar la disponibilidad de aminoácidos, inhibición de la glucólisis y un posible aumento del rendimiento neuromuscular, (38).

Dentro de las funciones principales a nivel muscular relacionadas con procesos anabólicos se pueden encontrar:

.....

Incremento en la hidratación celular: Esto activa las proteínas kinasas activadas por mitógeos (MAPK). El encogimiento celular es catabólico.

La creatina puede activar el factor de crecimiento y diferenciación asociado a la proteína -1 del suero GASP-1 Growth and Differentiation Factor-Associated Serum Protein-1 en hombres. GASP-1 ha sido definido como una proteasa que se une directamente a la miostatina y la inhibe, de este modo, puede contribuir a disminuir el catabolismo muscular., (38)

Incremento de la fuerza y energía por la misma resíntesis de PCr.

Activa vía de señalización anabólica como AKT/mTOR, IGF-1/AKT.

Son muchos más los beneficios de la creatina, sin embargo, las citadas anteriormente, tienen una relación estrecha con una lesión, ya que todas esas funciones se ven afectadas, incrementando los procesos catabólicos.

Cuando se habla de dosis, se debe conocer lo que piensa uno de los entes más grandes del mundo en cuanto a nutrición y suplementación deportiva se refiere, este es la International Society of Sports Nutrition (JISSN). En este caso, la JISSN, en el artículo realizado por Kreider y et al, (39), se menciona que la creatina es segura tanto a corto como a largo plazo, incluso consumiendo hasta 30 gramos al día, en diferentes poblaciones, de igual forma, se pueden proporcionar importantes beneficios para la salud, asegurando la baja ingesta habitual de creatina en la dieta, (3 g/ día) durante toda la vida. Por tal motivo, en periodos de rehabilitación, donde el catabolismo muscular es inminente por la inmovilización del segmento lesionado y por el proceso de reestructuración que el cuerpo genera normalmente, el consumo de creatina debería realizarse. Para ello la JISSN entrega una fase de protocolo muy conocida para los consumidores, esta es:

Durante 7 días consumir 0,3 g/kg de peso/día y seguido a ello, 2 a 3 meses 3-5 gramos/día, tomados 4 a 5 veces al día. (34) Para mantener los niveles después de esta fase, es ideal seguir consumiendo 3 g/día.

Otro suplemento que ayuda a mejorar los procesos anabólicos es el  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB). Este es un metabolito de la leucina, producido a partir del ácido  $\alpha$ -cetoisocaproico, (40) y en general posee dos funciones importantes, la primera es incrementar la síntesis proteica a través de la expresión del Factor de Crecimiento Insulínico-1 y de la vía de señalización de la proteína mTOR, la segunda es disminuir la proteólisis del

.....

músculo esquelético por la inactivación de la actividad y expresión de la vía ubiquitina-proteasoma y caspasas

La dosificación según la JISSN, en un artículo realizado por Wilson, et al, (41), afirma que la duración y tiempo de este suplemento debe ser el siguiente:

Su consumo debe iniciar hasta dos semanas antes de realizar intensidades altas en el entrenamiento, sin embargo, cuando ocurre una lesión, el consumo del HMB debe ser acorde al inicio del proceso de recuperación, esto con el fin de disminuir los procesos catabólicos y ser coadyuvante en los anabólicos.

Existe HMB Ca y HMB libre (FA), el FA se asimila un poco más rápido.

El consumo con el HMB FA debe ser 3 g, 30 minutos antes del entrenamiento.

El consumo con el HMB Ca debe ser 3 g, 60 minutos antes del entrenamiento.

Se han realizado investigaciones hasta con 6 g y no provoca toxicidad ni compromete la salud. Sin embargo, la dosis estándar es de 3 g, pues con ello se obtienen los beneficios que se buscan y que se han mencionado anteriormente.

La vitamina D, en especial la D3 (1,25-dihidroxitamina), que es su forma hormonalmente activa, regula un poco más de 900 variantes en los genes. Cuando se consume esta vitamina por encima del rango de referencia normal, que es 100 nmol/L, la función del músculo esquelético mejora, disminuye el tiempo de recuperación del entrenamiento, aumenta la producción de fuerza y potencia e incrementa la producción de testosterona., (42).

Algunas funciones según la JISSN (38) de la vitamina D son:

Inhíbe la miostatina.

Aumenta la diferenciación y proliferación miogénica.

Mejora la reparación del tejido esquelético.

Mejora la sensibilización del calcio en el retículo sarcoplasmático.

Puede mejorar el tamaño de las fibras musculares tipo II.

Es coadyuvante en el aumento de testosterona total y libre.

.....

Disminución de la aromatización de testosterona y un incremento en la unión de andrógenos.

La dosificación correspondiente ideal varía según la persona. Para el Instituto de Medicina, lo ideal de 400-800 UI / día, para niños, adultos y personas mayores de 70 años (43). la Endocrine Society (ES), recomienda una ingesta un poco más alta, con dosis de 400-1000 UI/día para bebés, 600-1000 UI/día para niños, y 1500-2000 UI/día para adultos, con el fin de mantener las concentraciones adecuadas de vitamina D de 75 nmol/L. (44)

Además de la creatina, HMB y vitamina D, existen otras ayudas como BCAA 'S, glutamina, arginina, entre otros, que son importantes consumirlos durante los procesos de reparación de tejidos.

Los aminoácidos de cadena ramifica o Branched Chain Amino Acids, son la valina, leucina e isoleucina, todos esenciales, es decir, deben consumirse en la dieta. La evidencia argumenta que los BCAA 'S no incrementan la síntesis de proteína de forma directa, esto es verdad, ya que el trabajo de ellos es disminuir el catabolismo y por ende el daño muscular inducido por el ejercicio, al igual que estimular vías de señalización anabólicas. Palacios, et al, (45) y Wolfe, (46), describen como los BCAA 'S funcionan en el organismo. El objetivo metabólico primordial de consumir BCAA 'S es maximizar el estado anabólico. Así pues, se afirma ampliamente que los BCAA inducen un estado anabólico al estimular la síntesis de proteínas musculares. Sin embargo, para ello, debe existir una disponibilidad abundante de todos los aminoácidos esenciales, esto se da después de comer o ingerir un batido de proteína, ya que es un requisito para generar una estimulación significativa de la síntesis de proteínas musculares, dicho de otra forma, la síntesis de proteínas musculares estará limitada por la falta de disponibilidad de cualquiera de los aminoácidos esenciales, esto es muy importante, pues al hablar de BCAA 'S, se habla de solo 3 aminoácidos. En resumen, se puede decir que estos aminoácidos tienen la capacidad de proteger el músculo, pero difícilmente pueden incrementar la síntesis de proteínas de forma directa y significativa sin ayuda de los otros aminoácidos esenciales.

La leucina, un aminoácido perteneciente a los BCAA 'S, actúa estimulando vías de señalización anabólica, más específicamente mTOR, (47).

Teniendo en cuenta lo citado anteriormente, durante el proceso de recuperación de una persona, después de ocurrida una lesión, es importante

⋮

ingerir cierta cantidad de proteína y otras ayudas con el objetivo de disminuir el catabolismo muscular y estimular procesos anabólicos, el uso de BCAA'S es primordial, estos protegen la masa muscular en periodos donde le catabolismo actúa y además, gracias a la leucina, se activan vías de señalización anabólicas. La dosis recomendada es algo amplia entre autores, 50-200 mg/kg de peso o 6-a 12 g no obstante, una cantidad manejada en varias investigaciones y con buenos resultados es la de 100 mg/kg/día (49). El consumo de este suplemento debe realizarse durante y después de la actividad física, ya que la leucina eleva la insulina (47) y esta puede bloquear la utilización de componentes energéticos durante a actividad física. El ratio utilizado debe ser 2:1:1, esto indica que la leucina debe tener el doble de mg con respecto a los otros aminoácidos.

Un aminoácido que tiene efectos de cicatrización es la arginina, este aminoácido es no esencial, sin embargo, en algunos momentos de la vida, y de acuerdo a ciertas necesidades, se debe consumir en la dieta volviéndose condicionalmente esencial. La arginina favorece la cicatrización de las heridas por dos mecanismos, el primero es a través de la producción de Óxido Nítrico por sus efectos sobre la microcirculación y la perfusión de los tejidos, y el segundo, es la síntesis de prolina, que es fundamental para la producción de colágeno (19). La cantidad a consumir varía, encontrándose resultados positivos con solo 3 gramos al día en adultos, no obstante, la evidencia menciona que deberían ser de 9-17 y hasta 24 gramos/día. "Durante los procesos de cicatrización se incrementa la síntesis de proteínas en la zona de la herida. Si existe un déficit de aminoácidos, se reduce la síntesis de proteínas" (50), ese es el motivo por el que este aminoácido pasa de ser no esencial a ser semi-esencial.

La glutamina, otro aminoácido no esencial, pero que al igual que la arginina, su consumo en algunos periodos es muy importante. Uno de los momentos donde se debe ingerir este aminoácido es después de una cirugía o cuando existe un daño en algún tejido. Su consumo disminuye las complicaciones infecciosas y mejora el balance nitrogenado. (19)

La glutamina tiene gran importancia en la cicatrización, ya que es parte crítica para la síntesis de nucleótidos en las células, incluyendo los fibroblastos, las células epiteliales y los macrófagos. Además, mejora la función inmune después de una cirugía mayor, trauma y sepsis (51). La dosificación es de 0.1 g/kg de peso corporal, pero la eficacia de la suplementación de L-glutamina

.....

ha suscitado muchas dudas y controversias, en algunos estudios se realizan ingestas fijas (20-30 g / día) o variables (0.3 - 0.5 g/kg de peso corporal).

En humanos y modelos animales, la suplementación aguda con L-glutamina por vía oral, aumenta en plasma entre 30 y 120 minutos después de la ingestión (48), por tal motivo se recomienda, si es previo a una actividad, tomarla 60 a 90 minutos antes o después de la misma. La dosificación correspondiente se debe ingerir en dos o tres tomas al día.

Se debe tener en cuenta que en una lesión, los procesos de cicatrización y el efecto inflamatorio del cuerpo juegan un papel importante. Para ello, se debe disminuir el consumo de alimentos que generen mayor trauma sobre la herida o dificulte su restructuración de forma rápida o normal, entre ellos están los granos refinados, las grasas saturadas y trans, gaseosas, Omega 6, carnes procesadas y bebidas alcohólicas. (52)

Los procesos inflamatorios son puestos en acción después de una lesión. Los eicosanoides son mediadores químicos, con una vida media muy corta que se unen a receptores específicos y activan vías intracelulares, poseen un papel importante en diferentes procesos como respuesta a la infección de la actividad inflamatoria y del sistema inmunológico (19). Otro factor, es el aumento de citocinas proinflamatorias que inician su función en estos procesos, estas citocinas son IL-1, IL-2, IL-6, IL-7 y FNT y tienen una relación directa con la fisiopatología de los síndromes dolorosos, (53) además de esas citocinas, también se producen prostaglandinas (PG), tromboxanos (TX) y prostaciclina que se forman por la actividad de la ciclooxigenasa (COX) (19). El ácido araquidónico, u omega 6, puede activar estas vías inflamatorias. Por lo anterior, es muy importante dentro de la planificación nutricional, implementar el uso de productos y alimentos que no sean precursoras de inflamación, ya que el cuerpo lo realiza de forma natural y no se justifica maximizar estos procesos. Dentro de las dietas, una que funciona es la mediterránea, esta es rica en vegetales, legumbres, frutos frescos y secos, cereales, bajo en grasas saturadas, constante en vino y aceite de oliva, (54) además, es importante el consumo de pescados, principalmente de mar, antioxidantes como el resveratrol 300 mg (300), vitamina C 800-3000 mg, según PIDs. (55)

El ácido araquidónico, perteneciente a las grasas poliinsaturadas omega 6 (56) pueden incrementar los procesos inflamatorios, contrario a esto, el omega 3, tiene un efecto antiinflamatorio, esto gracias a la producción de

.....

resolvinas y protectinas, mediadores que actúan de forma antagónica a la inflamación. La dosificación de omega 3 debe estar, según estudios clínicos entre 1.4 a 4 g/día (57) ideal con supervisión médica si su consumo es más de 3 gramos/día y aclarando que lo mínimo debería ser 400 a 500 mg/día (20).

Para terminar este capítulo, se debe mencionar que las vitaminas también son importantes en el proceso de recuperación de una lesión, como lo son Complejo B y E. Sin embargo, la vitamina C tiene una acción importante en la recuperación muscular. Estudios han evidenciado que un aporte diario de 500 mg de Vitamina C puede disminuir el daño muscular, al igual. Un estudio de Maxwell realizado en el año 1993, determinó una recuperación más rápida de la fuerza tras la ingesta diaria de 400 mg de vitamina C durante 21 días. (58)

Teniendo en cuenta lo mencionado en esta sección, se debe ser cuidadoso durante el proceso de rehabilitación de una lesión, no solo por la misma lesión y la pérdida de la movilidad, además de ello, se puede perder fuerza, incrementar procesos catabólicos y aumentar la masa grasa (58). Es por ello, que la nutrición y algunos suplementos que poseen muy buena evidencia científica, deben ser utilizados como estrategias para evitar aquellos factores negativos que pueden afectar negativamente el proceso de recuperación.



.....

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Cardenal, M. Una propuesta sobre el concepto de deportista profesional. *Ministerio del Trabajo*. (2009), 1-26 pp.
2. Blasco, R. Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, (2015), 21: 243-255 pp.
3. Wall, B., Morton , J., & Van Loon, L. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: Nutritional considerations and exercise mimetics. *European Journal of Sport Science*. 2014, 15(1):53-62.
4. Benjamin T. Wall, James P. Mortonb & Luc J. C. van Loon. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: Nutritional considerations and exercise mimetics. *European Journal of Sport Science*. 2014. 15:15 1-11 pp
5. Basain, J., Valdes, M., Pérez, M., Marrero, R., Martinez, A., & Mesa, I. Influencia en el balance energético de los factores que regulan el control del apetito y la saciedad a corto plazo. *Rev Cubana Pediatric*. 2017, 89: 187-202 pp.
6. Vargas, M., Lancheros, L., & Barrera, M. Gasto energético en reposo y composición corporal en adultos . *Revista de la Facultad de Medicina*. 2011, 59: 43-58 pp.
7. Barele , A. *Conceptos básicos sobre nutrición humana y deportiva* . Córdoba : G-se. 2008.
8. Chmelnitsky , M., Donner, F., Guereni, C., & Berti, P. Comparison between equations for estimation of resting energy expenditure and indirect calorimetry in gymnasts. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo*. 2018, 12: 195-203 pp.
9. Food and nutrition board, R. Recommended Dietary Edition. National Academy Press. Allowances. 10<sup>th</sup>. Washington, DC. 1989.

- .....
10. Blasco R. Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones. *Rev Esp Nutr Comunitaria*. 2015 21: 243-251
  11. Antonio, J., Tobyn , S., Tobin, S., Orris, S., Scheiner, M., Gonzalez, A., & Peacock, C. A high protein diet (3.4 g/kg/d) combined with a heavy resistance training program improves body composition in healthy trained men and women a follow-up investigation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2015, 12: 39.
  12. Manore, M. Exercise and the institute of medicine recommendations for nutrition. *Current Sports Medicine Reports*. 2005, 4: 193-198 pp
  13. Martínez, A., Górriz, J., Bover, J., Segura, J., Cebollada, J., Escalada, J., Salvador, T. Documento de consenso para la detección y manejo. *Revista Nefrología*. 2014, 34(2):243-62.
  14. Martinez, Rodriiguez, Moreno, Roche, & Vicente. Planificación dietetica y rehabilitación a largo plazo de jugadofres profesionales de tennis y futbol mediante una aproximación mu8ltidisciplinar. *Motricidad. European Journal of Human Movement*. 2013. 31: 77-86
  15. Jäger, R., Kerksick, C., Bill , C., Cribb, P., Wells, S., Skwiat, T.,Antonio, J. International Society of Sports Nutrition. Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017, **14**:20.
  16. Phillips, S. A Brief Review of Critical Processes in Exercise-Induced. *Sports Med*. 2014, 44 (1): 71–77.
  17. Antioquia, U. d. Recomendaciones de ingesta y nutrientes para la población Colombiana. Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*. 2009
  18. Barele, A. (2008). *Nutrición aplicada a deportes de resistencia*. Córdoba: Grupo g-se.
  19. Peinado, Rojo, & Madrid. El azúcar y el ejercicio físico: su importancia en los deportistas. *Nutrición Hospitalaria*. 2013. 28: 48-56 pp.
  20. Garcia, P. P., & P. A. *Nutrientes específicos. Hacia una nutrición clínica individualizada*. España. Aula Médica. (2013)

.....

21. Otten J., Pitzel J., & Meyers L. . *Dietary Reference Intakes DRI The Essential Guide to Nutrient Requirements*. Washington: Institute of Medicine. The National Academies Press. 2006
22. Wall B, Dirks M, Snijders T, Senden J, Dolmans J, & Van Loon L. Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta Physiologica*. 2013. 20:600-611 pp
23. Farting, Krentz, & Magnus. Strength training the free limb attenuates strength loss during unilateral immobilization. *Journal of Applied Physiology*. 2009, 23.
24. Hortobagyi T, Dempsey L, Fraser D, Zheng D, Hamilton G, Lambert J, & Dohm L. Changes in muscle strength, muscle fibre size and myofibrillar gene expression after immobilization and retraining in humans. *The Journal of Physiology*. 2000, 524.1, pp. 293-304 pp.
25. Glover E, Phillips S, Oates B, Tang J, Tarnopolsky M, Selby A, Smith K, Rennie M. Immobilization induces anabolic resistance in human myofibrillar protein synthesis with low and high dose amino acid infusion. *The Journal of Physiology*. 2008, 586.24: 6049-6061 pp.
26. Garcia, Serrano, Martinez, & Cancela. La fuerza: una capacidad al servicio del proceso de enseñanza-aprendizaje de las habilidades motoras básicas y las habilidades deportivas específicas. *Revista de Investigación en Educación*. 2010. 8: 108-116 pp.
27. Naclerio J, Jimenez A, Alvar B, & Peterson M. Assessing strength and power in resistance training. *Journal of Human Sport & Exercise*. 2009. 4: 100-113 pp.
28. Delgado A. Traumatología de urgencias. Traumatismos musculares. 2007. *Medical & Marketing Communications*. Madrid. 2007.
29. Viedma A. Fuerza Máxima, Fuerza Explosiva y Fuerza Hipertrofia posibles adaptaciones de los Entrenamientos funcionales de alta intensidad. g-se. 2015.
30. Commission, A. s. *Australian Government, Australian Sports Commission*. 2014. Obtenido de Ausport <https://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements>

⋮

- .....
31. Naclerio. Qué dice la Ciencia Hoy Sobre la Ingesta de Proteínas en la Dieta: Últimas Revisiones Científicas. g-se. 2015.
  32. Hemant, H., Mayur, A., Pooja, S., & Nayana , S. Whey Protein . *Scholars' Research Journal*. 2011. 1:69-78 pp.
  33. Luis, R. Desarrollo por ultrafiltración de un concentrado proteico a partir de lacto suero. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de grado. Bogotá. 2010
  34. Guevara , L., & Cuartas , A. Kappa caseína de la leche: aspectos bioquímicos, moleculares, productivos y nutricionales . *Revista Médica Risaralda*. 2013. 20: 22-33 pp
  35. Keri, M. Therapeutic applications of whey protein . *Alternative Medicine*. 2004. 9:136-146 pp.
  36. Miguel, L. Proteínas en nutrición artificial: nutrición enteral . *Sociedad española de nutrición parental y enteral*. España. Gobierno de España 2006.
  37. Bonilla, D. Principios Metabólicos de los Efectos de la Suplementación con Creatina sobre el Rendimiento Deportivo. *Journal PubliCE*. 2013.
  38. Saremi A, Gharakhanloo R, Sharghi S, Gharaati M, Larijani B, & Omidfar K. Effects of oral creatine and resistance training on serum myostatin and GASP-1. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 2009. 317:25-30 pp.
  39. Kreider R, Kalman D, Antonio J, Wildman T, Ziegenfuss, Collins R, Lopez L, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *International Society of Sports Nutrition*. 2017. 14:1-19 pp.
  40. Manjarrez R, Torres M, Gonzales J, & Alvear I. El  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB) como suplemento nutricional (I): metabolismo y toxicidad. *Nutrición Hospitalaria* .2015, 31:590-596 pp.
  41. Manjarrez R, Torres M, Gonzales J, & Alvear I. El  $\beta$ -hidroxi- $\beta$ -metilbutirato (HMB) como suplemento nutricional (II): mecanismos de acción moleculares y celulares. *Nutrición Hospitalaria*. 2015. 31(2):597-605 pp.

- .....
42. Wilson, Fitschen, Campbel, Wilson, Zanchi, Taylor, Antonio, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). *International Society of Sports Nutrition Position*. 2013. 10: 1-14 pp.
  43. Dahlquist , Dieter, & Koehle. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *International Society of Sports Nutrition*. 2015. 12: 33: 1-12 pp.
  44. Guessous I. Role of Vitamin D Deficiency in Extraskeletal Complications: Predictor of Health Outcome or Marker of Health Status? *BioMed Research International*. 2015. 1-13 pp.
  45. Holick M, Binkley N, Bischoff-Ferrari H, Gordon, Hanley C, Murad D, & Connie R, et al. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2011. 96 (7): 1911-1930 pp.
  46. Palacios, Manonelles, Redondo, Franco, Gaztañaga , Manuz, & Villegas. *Ayudas ergogéicas nutricionales para las peronas que realizan ejercicio físico*. 29. Pamplona: Federación Española de Medicina del Deporte. 2011.
  47. Wolfe R. Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans: myth or reality? *International Society of Sports Nutrition*. 2017. 14:30, 1-7 pp.
  48. Zhang S, Zeng X, Ren M, Mao X, & Qiao S. Novel metabolic and physiological functions of branched chain amino acids: a review. *Animal Science and Biotechnology*. 2017. 8:10, 1-12 pp
  49. Salinas M, Martinez J, Urdampilleta A, Mielgo J, Norte A, & Ortiz R. Efectos de los aminoácidos ramificados en deportes de larga duración: revisión bibliográfica. *Nutrición Hospitalaria*. 2015. 31(2):577-589
  50. Shimomura Y, Inaguma A , Watanabe S, Yamamoto Y , Muramatsu Y, Bajotto G , Sato J, et al. Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *Sport Nutr Exerc Metab*. 2010. 20(3):236-44

.....

51. María, R La L-Arginina: el Aminoácido de las Heridas . *Enfermería CyL*. 2012, 4 (2), 65-79 pp.
52. Miren, B. *El papel de la nutrición en la cicatrización de heridas*. Tesis de grado. Universidad del País Vasco. 2015
53. Chonillo, Chiquito, & Dueñas. Alimentos inconstos. *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabi*. 2015.
54. Oliveira C, Kimiko R, Machado A, Gerola L, & Salomão R. Citocinas y Dolor. *Bras Anesthesiol*. 2011. 61: 2: 137-142
55. Gutierrez, & Gonzalez. Foods with anti-inflammatory effect. *Acta médica Peruana*. 2016, 33(1):50-64
56. Palavecino. *Nutrición para el alto rendimiento*. España. Ciencias de la Salud. 2002.
57. Pérez E, Asbun J, Reyes A, Rodriguez U, Ruiz N, Sanchez J, Montes M, et al. Efecto de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en pacientes con cáncer. *Hosp Jua Mex*. 2013, 80(1): 20-27
58. Barbany & Javiere Suplementación en Vitamina C y Rendimiento Deportivo (II). *Archivos de Medicina del Deporte*. 2006. 23 (112), 127-141 pp.