



LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE DE LOS ESTADOS UNIDOS Y LA NUTRICIÓN EN LOS DEPORTES

Por Dr. Paul J. Cribb
Research Scientist, BioDeakin, Deakin University, Geelong
Edited by Annie Bienvenue and Antonella da Camara
U.S. Dairy Export Council

Ya sea para competir a un alto nivel y encarar a otros competidores o para aumentar al máximo el potencial personal, los atletas son competitivos por naturaleza. Este empuje o motivación por tener éxito, y el aumento de conciencia sobre mejores opciones de nutrición que pueden influir en el desempeño atlético, ha estimulado una explosión en el interés de suplementos nutricionales ergogénicos; compuestos alimenticios que refuerzan el desempeño atlético. Muy pocos de los suplementos nutricionales ergogénicos que se comercializan para los deportistas poseen evidencia científica. Sin embargo, cada día se acumula investigación que demuestra que las proteínas del suero de leche proporcionan varios beneficios exclusivos al atleta. Las proteínas del suero de leche promueven una recuperación eficaz, refuerzan el proceso de inmunización y se obtienen mejores resultados del entrenamiento deportivo. Algunos ensayos clínicos demuestran mejoras directas en el desempeño atlético al incorporar proteína de suero de leche en la dieta.

LA PROTEÍNA PERFECTA PARA LOS DEPORTISTAS

El entrenamiento deportivo es meramente un estrés del metabolismo, es una señal a nuestra fisiología para que se adapte de una manera específica. Los atletas competitivos aumentan progresivamente el nivel de estrés en el entrenamiento para lograr adaptaciones físicas y psicológicas que mejoran el desempeño durante el entrenamiento. Sin embargo, este aumento progresivo de estrés en el entrenamiento puede exceder la habilidad del atleta para adaptarse y puede provocar decremento del nivel de desempeño, se puede generar una lesión o enfermedad recurrente. La respuesta al ejercicio puede ser positiva, por ejemplo una mejora en la funcionalidad o en el desempeño. El efecto global del ejercicio también puede ser negativo si se pone en riesgo al sistema inmunológico o la salud en general. Para lograr las metas de acondicionamiento físico es vital

progresar ininterrumpidamente y la mayoría de los atletas están conscientes de que inclusive las infecciones de bajo riesgo médico pueden producir un decremento significativo en el desempeño atlético.²¹ El término proteína de suero abarca un rango de fragmentos de proteína soluble encontrados en la leche. Los productos de proteína de suero de leche se clasifican en varias categorías dependiendo de su proporción de macro-nutrientes que son apropiados para propósitos industriales en la manufactura de diversos alimentos. (Vea las descripciones de productos de suero de leche en el Manual de Referencia para el Suero de Leche y Productos de Lactosa estadounidenses). Sin embargo, la cantidad de investigación que va en aumento sugiere que el concentrado de proteína del suero de leche (WPC 80) y los aislados de proteína de suero de leche (WPI, por sus siglas en Inglés) satisfacen los requerimientos de las personas que llevan a cabo ejercicio de manera regular.



WPC 80 y WPI no sólo proporcionan una fuente pura de proteína de alta calidad con un mínimo de grasa, carbohidratos y lactosa, sino que están bioquímicamente diseñadas para promover una inmunidad fuerte, una eficiente recuperación del músculo y de expandir el beneficio de la actividad física en la salud de manera global. Esta monografía describe las funciones y presenta los mecanismos potenciales mediante los cuales las proteínas del suero de leche pueden reforzar el estado físico de las personas involucradas en los deportes y el entrenamiento físico.

LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE: HECHAS A LA MEDIDA PARA PROMOVER UNA MEJOR RECUPERACIÓN Y UN BUEN DESEMPEÑO ATLÉTICO

A nivel molecular los procesos esenciales para una recuperación eficiente después del ejercicio son la estimulación de síntesis de proteína y la reducción de la descomposición de proteína.⁴⁷ La habilidad de una proteína para promover estas características reside en su digestibilidad y la composición de sus aminoácidos.⁵⁸ En comparación con otras fuentes de proteína, estudios han demostrado que las proteínas de suero de la leche más eficaces en promover los mecanismos que subrayan la recuperación eficaz y la obtención de mejores resultados del entrenamiento de un ejercicio.

Tabla 1. Perfil Aproximado de Amino Ácidos de Diferentes Proteínas Disponibles Comercialmente (g/100g proteína)

Ingrediente	Concentrado de proteína de Suero de leche (80%)	proteína Aislada de Suero de leche por Intercambio de iones	proteína Aislada de Suero de leche Micro filtración de flujo Cruzado
Alanina	4.82	5.60	5.60
Arginina*	3.18	3.00	1.70
Acido Aspártico	12.26	12.30	12.70
Cisteína	2.28	1.90	2.50
Acido Glutámico	15.41	17.70	19.70
Glicina	2.00	1.90	2.00
Histidina*	2.41	2.00	1.80
Isoleucina H *	56.41	5.40	6.80
Leucina H*	811.60	13.50	10.90
Lisina *	69.83	10.90	9.50
Metionina *	2.35	3.50	3.10
Fenilalanina*	3.56	3.40	2.50
Prolina	6.28	4.80	6.30
Serina	6.24	4.50	5.30
Treonina*	8.44	5.30	8.30
Triptofano*	1.80	1.50	2.00
Tirosina	3.26	3.90	3.10
Valina H*	6.09	5.40	6.40
BCAAH Totales	24.10	24.30	24.10
EAA* Totales	55.67	53.90	53.00

Adaptado de Buccì LR y Unlu LM.⁷

^{††} Aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs)

* Aminoácidos Esenciales (EAA)

- El perfil del aminoácido del suero de leche es casi idéntico al del músculo esquelético. La proteína del suero de leche proporciona todos los aminoácidos correctos (material básico de las proteínas) en una proporción aproximada a la proporción que estas tienen en el músculo esquelético.²⁴

- Los suplementos de la proteína del suero de leche como el WPC 80 y WPI generalmente contienen dosis más altas (por 100g) de aminoácidos esenciales que otras fuentes de proteína. ⁸Los aminoácidos esenciales son indispensables para estimular un alto índice de síntesis de proteína dentro del músculo del adulto.⁵⁴

- Estos suplementos de la proteína del suero de leche también son la fuente más rica conocida de aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs); leucina, isoleucina y valina.⁸Para el atleta, los BCAAs juegan un papel crucial en el metabolismo del músculo (vea: El papel crucial de los BCAAs en la nutrición en los deportes). Los BCAAs sirven como los precursores directos de la producción de energía del músculo y sirven como combustible para el sistema inmunológico también sirven para activar los mecanismos que remarcan la recuperación.^{1,27,55}



- Adicionalmente, la concentración alta del BCAA leucina de la proteína del suero de leche (10-14g por 100g) es de particular interés para los científicos del deporte. ²⁴ Estudios recientes confirman que la leucina juega un papel importante encendiendo las vías de transcripción del DNA muscular para la síntesis de proteína. ¹ El suministro abundante de leucina al músculo después del ejercicio puede promover la recuperación más eficaz a nivel molecular y acelerar el proceso de adaptación de entrenamiento del ejercicio.

- El WPC 80 y el WPI son una fuente rica, rara de cisteína biodisponible; en una concentración por lo menos 4-veces más alta (por 100g de proteína) en comparación con otras fuentes de proteína alta calidad como la caseína y la soya.⁸La cisteína es conocida como un aminoácido condicional esencial que desempeña varios papeles indispensables en el metabolismo humano.¹⁸El suministro adecuado de cisteína es esencial para la preservación del tejido magro del cuerpo (el músculo), particularmente durante el ejercicio. ³² La cisteína es también el aminoácido que limita la velocidad de los sistemas de defensa antioxidantes del cuerpo. ⁵⁹ Se ha demostrado que incrementando las reservas de cisteína del cuerpo se refuerza la capacidad antioxidante, se reduce el estrés de oxidación y se mejora el desempeño en el ejercicio. ⁵⁰

- Las proteínas del suero de leche son únicas en que se digieren de manera distinta a otras proteínas dietéticas. Las proteínas del suero de leche se absorben rápidamente, brindan más aminoácidos a los tejidos y estimulan una velocidad más rápida de síntesis de proteína dando como resultado una ganancia neta más alta de proteína dentro del cuerpo.^{17,36,40,45} Además de asimilarse fácilmente, las proteínas del suero de leche son solubles y se mezclan fácilmente en cualquier líquido. Por consiguiente, el suero es la proteína ideal para consumirse antes, durante o después del ejercicio o de eventos deportivos. Los atletas pueden agregar las proteínas del suero de leche a sus bebidas deportivas pre o post ejercicio – y a los alimentos líquidos de reemplazo para optimizar la recuperación y reforzar el desempeño subsecuente.

LAS PROTEÍNAS DEL SUERO LECHE: APOYAN UNA FUERTE FUNCIÓN INMUNE DURANTE EL ENTRENAMIENTO

El sistema inmunológico es muy influenciado por el ejercicio. Mientras que la respuesta inmune es reforzada por el ejercicio moderado, esta puede ser suprimida después del ejercicio de alta intensidad o de duración prolongada. Esta supresión temporal del sistema inmunológico puede durar de 6 a 48 horas y puede predisponer al individuo a un riesgo aumentado de infección.^{42,43} En comparación con otras fuentes de proteína, hay estudios que muestran que las proteínas del suero de leche son únicas en su habilidad de optimizar varios aspectos importantes de la función inmune y que promueven una inmunidad sólida.¹⁴

- La proteína del suero de leche abarca un rango de fragmentos incluso las proteínas bovinas más importantes alfa-lactalbumina y beta-lactoglobulina, y fragmentos menores como las proteínas de suero, lactoferrina, así como una serie de inmunoglobulinas.⁵⁷ Individualmente, estos fragmentos son componentes que refuerzan el sistema inmune y que regulan un rango de funciones inmunes.⁵⁷ Estos fragmentos están involucrados en un rango de funciones bioactivas como los efectos prebióticos, generación de la reparación de tejido, el mantenimiento de la integridad intestinal, la destrucción de patógenos y la eliminación de toxinas.^{11,20,57} El WPC 80 y el WPI son una rica, mezcla heterogénea de estas proteínas. Colectivamente, las proteínas del suero de leche son uno de los pocos materiales nutrimentales para los cuales se ha demostrado con investigaciones *in vitro* y en modelos *in vivo* que modulan aspectos específicos y no-específicos de la función inmune. A menudo, estas mejoras se correlacionan con una mejora medible de una salud razonada.¹⁴

- A través de su alta concentración de cisteína, la proteína del suero de leche ha sido la única proteína alimenticia a la que se ha demostrado en estudios que promueve la producción de glutación.^{33,37,39} La glutación (GSH) es la pieza central de los sistemas de defensa antioxidante e inmune del cuerpo.¹⁸ La concentración de GSH dentro de varias células regula muchas facetas de la función inmune y la habilidad del cuerpo para mantener la salud y evitar la enfermedad.⁵⁹ Estudios en animales y humanos han mostrado que comparado con otras fuentes de proteína, las proteínas del suero de leche son exclusivas en su habilidad de estimular la producción de GSH que optimizan muchos aspectos de la función inmune.¹⁴

- El músculo es el sitio primario para la síntesis de glutamina.⁴⁸ Este aminoácido es el combustible esencial del sistema inmunológico, repetición celular y muchas otras funciones indispensables.³⁸ Hay evidencia que sugiere que un periodo de intensa tensión metabólica como el entrenamiento del ejercicio puede exceder la capacidad del cuerpo de sintetizar glutamina.^{48,56} Esto puede llevar a una función inmune dañada, a enfermedades recurrentes, infecciones y a prolongar un desempeño.^{32,48,56} Las proteínas del suero de leche son la fuente conocida más rica de los aminoácidos utilizados exclusivamente para la síntesis de glutamina dentro del músculo.⁵⁷ Estos son los BCCAs (26%) y glutamato (6%).⁵⁵ Por lo tanto, más de un tercio del perfil de aminoácidos de las proteínas de suero de leche es dedicado a conservar la reserva de glutamina del músculo. Por todas estas razones, las proteínas del suero de leche proporcionan a las personas activas con una serie de beneficios que promueven una fuerte inmunidad y protegen la salud durante el entrenamiento.



EL PAPEL CRUCIAL DE LOS BCAAs EN LA NUTRICIÓN EN LOS DEPORTES

Para el atleta, los aminoácidos de cadena ramificada (BCAAs) leucina, isoleucina y valina juegan un papel importante en el proceso de recuperación / adaptación en el entrenamiento. Los BCAAs parecen ser indispensables para estimular una proporción alta de síntesis de proteína en el músculo¹ (un mecanismo importante que subraya la recuperación y regeneración de tejido). Sin embargo, ellos también se requieren exclusivamente para la producción de glutamina dentro del músculo.²⁷ La glutamina del músculo es el combustible primario que impulsa una serie de funciones celulares indispensables incluso la respuesta del sistema inmune y la replicación de la mayoría de las células.⁵⁶ La demanda de glutamina por el cuerpo es voraz; sin la constante síntesis de nueva glutamina a partir de BCAAs dentro de los músculos, la glutamina del cuerpo se agotaría en cuestión de horas.⁴⁸ Adicionalmente, los BCAAs también son metabolizados en energía dentro de los músculos durante el ejercicio.⁵⁵

A través de esta acción, ellos ayudan al aumento de biodisponibilidad de carbohidratos, retrasan la fatiga y contrarrestan la descomposición de proteína del músculo. Por lo tanto, en un esfuerzo por cumplir con todas estas demandas los BCAAs se metabolizan extensamente durante los periodos de tensión metabólica como las enfermedades, infecciones, restricción de calorías y de entrenamiento.²⁷ El suministro inadecuado de BCAAs durante el entrenamiento puede comprometer la función inmune o la habilidad de recuperarse rápidamente del ejercicio. Comparado con otras fuentes alimenticias, las proteínas del suero de leche son la fuente conocida más rica en BCAAs naturales; estas contienen hasta 26% de BCAAs.⁸ Por consiguiente, en una base gramo por gramo, las proteínas del suero de leche son una fuente rica, económica de BCAAs en comparación con los suplementos de aminoácidos.



RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA EL DEPORTE:
CÓMO USAR LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE PARA OPTIMIZAR EL DESEMPEÑO



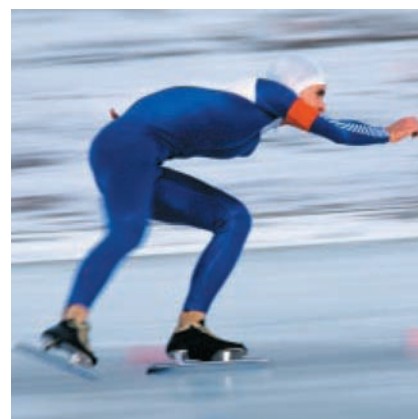
Las proteínas del suero de leche son de los pocos suplementos alimenticios para los cuales se han demostrado en estudios controlados que realzan ya sea el desempeño atlético o mejoraran las adaptaciones fisiológicas durante el entrenamiento.

Los estudios que involucren la aplicación de proteínas del suero de leche para optimizar la salud y el desempeño en los deportes todavía están en su infancia; se necesitan completar más ensayos clínicos antes de poder dar recomendaciones claras. Sin embargo, las siguientes sugerencias basadas en investigaciones son directrices para personas activas que desean incorporar las proteínas del suero de leche en su dieta para optimizar la salud y el desempeño atlético.



PARA AUMENTAR EL DESEMPEÑO AERÓBICO (RESISTENCIA)

El mantenimiento del estado del GSH en el cuerpo es crítico para el desempeño de resistencia.⁴⁹ En un grupo de ciclistas altamente entrenados, una dosis de 1g/kg/día evitó la caída de las concentraciones de glutación en sangre durante 6 semanas de intenso entrenamiento de ciclismo de ruta.³⁹ Los atletas en este estudio realizaron 4 sesiones por semana (30-70 minutos cada una) que consistían en ejercicio de intensidad moderada (50-70% de ritmo cardiaco máximo) y de intensidad alta (80%+ de ritmo cardiaco máximo). Por lo tanto, los atletas de resistencia que realizan un mayor volumen de entrenamiento pueden requerir una dosis más alta de proteína de suero de leche diariamente para mantener el estado de GSH.



REALZAN LA CAPACIDAD ANAEROBIA, VELOCIDAD Y LA FUERZA EN LOS DEPORTES QUE REQUIEREN DE PODER.

Los eventos deportivos y el ejercicio de alta intensidad utilizan vías de energía anaerobias. El entrenamiento de ejercicio anaeróbico generalmente involucra períodos cortos, repetidos de actividad de alta intensidad como esprints de repetición, entrenamiento de circuito y de resistencia. Muchos atletas competitivos incorporan esta forma de ejercicio en sus programas de entrenamiento. Sin embargo, se ha demostrado que el entrenamiento anaeróbico, (sólo 3 veces por semana durante 4-8 semanas), baja las concentraciones de GSH y de glutamina en sangre y también elimina la función inmune en los adultos, a pesar del consumo de una dieta saludable.^{26,32} En conjunto, los resultados de estos estudios muestran una relación causa y efecto entre el programa de entrenamiento de intensidad y la disminución en los componentes que proveen una función inmune competente. La integración de 20 gramos de proteína de suero de leche a la dieta diaria ha mostrado que ayuda a mejorar el desempeño anaeróbico sin necesidad de entrenamiento. Los atletas que realizan sesiones múltiples de entrenamiento anaeróbico semanalmente pueden requerir una dosis diaria de hasta 1-1.5 gramos de proteína/kg/día de suero para mantener una fuerte función inmunológica.





PARA OPTIMIZAR LA RECUPERACIÓN DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO

El consumo de un suplemento líquido de proteína y carbohidratos inmediatamente después del ejercicio parece proporcionar una restauración más efectiva del glicógeno, mayor estímulo para la síntesis de proteína y hormonas anabólicas y también evitan la supresión de la función inmune inducida por el ejercicio.^{21,53} Esta estrategia simple también puede aumentar el desempeño en un periodo subsiguiente de ejercicio hasta en un 24%.²⁹

Las propiedades de las proteínas del suero de leche para elevar la función inmune, el excelente perfil de aminoácidos y la cinética de digestión rápida hacen que esta sea la proteína ideal para consumir después del ejercicio. Para promover la recuperación eficaz de cualquier tipo de ejercicio vigoroso, los atletas deben consumir una dosis de 20 a 50 gramos de proteína de suero de leche combinada con una fuente de carbohidratos de fácil digestión (como la glucosa), mezclada en suficiente agua inmediatamente después del ejercicio.

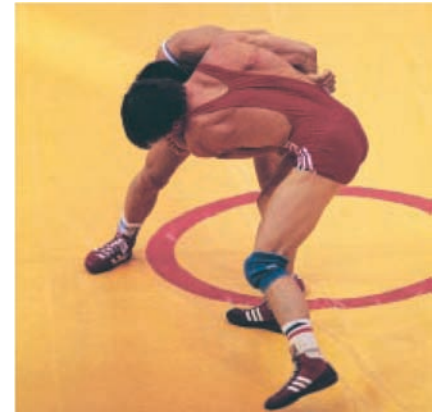
El alimento importante de post-entrenamiento debe consumirse de 30-60 minutos después del ejercicio. La abundancia de aminoácidos en circulación en sangre refuerza los efectos anabólicos (efecto de construcción) del entrenamiento de fuerza.³

Por consiguiente, los atletas que desean aumentos óptimos en de rendimiento fuerza/poder sin un aumento significativo de masa corporal deben incorporar una porción de proteína de suero de leche (20-50 gramos) en su dieta de control de calorías, y esta dosis debe consumirse antes de cualquier tipo de ejercicio de resistencia.



PARA DESARROLLAR LA MASA MUSCULAR

Los físico-culturistas y otras personas que desean incrementos óptimos de masa magra (músculo) deben tener como propósito consumir una dosis de 1.5g /kg /día de proteína de suero de leche durante un programa de entrenamiento de resistencia. Esta dosis debe ser dividida en 4 o 5 porciones más pequeñas y debe consumirse en una mezcla de alimentos con macro nutrientes a lo largo del día. Las investigaciones demuestran que la presencia de carbohidratos y grasas realzan el efecto anabólico de las proteínas de suero de leche en el tejido muscular.¹⁷ El consumo de proteína de suero de leche en alimentos con combinación de macro nutrientes muestra proporcionar un mayor aumento de proteína neta tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores en comparación a otras proteínas de alta calidad como la caseína.¹⁷



PARA MEJORAR LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Las proteínas del suero de leche pueden incorporarse en la dieta para mejorar la composición corporal, la fuerza y poder sin aumentar la masa del corporal. Las investigaciones sugieren que el consumo de proteína de suero de leche antes del ejercicio promueven el mantenimiento de tejido delgado magro y aumenta la utilización de grasa del cuerpo como combustible.⁵ Para promover la conservación de tejido delgado y una reducción en la masa de grasa, una dosis de proteínas de suero de leche (20-50 gramos) debe consumirse una hora antes del ejercicio.

Tabla 2. Composición Típica del Concentrado de Proteína de Suero de Leche (80%) y del Aislado de Proteína de Suero de Leche (porcentaje)

Componente	Concentrado de Proteína de Suero de Leche (80%)	Aislado de Proteína de Suero de Leche
Proteína	80.0-82.0	92.0
Lactosa	4.0-8.0	0.5
Lípido	1.0-6.0	1.0
Minerales	3.0-4.0	2.0
Humedad	3.5-4.5	4.5



LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE, EL DESEMPEÑO EN LOS DEPORTES Y EL PAPEL DE LA GLUTACIÓN (GSH)

El papel principal del sistema GSH antioxidante es proteger a las células contra el daño oxidativo causado por la contaminación, las toxinas, el ejercicio y la exposición de rayos UV. El GSH hace esto neutralizando los radicales libres directamente pero también donando sus componentes a otros compuestos antioxidantes como las vitaminas C & E y a las enzimas antioxidantes clave.⁵⁹ El GSH no sólo regula la capacidad de antioxidación y la habilidad del cuerpo para mantener la salud y evitar la enfermedad; una relación directa entre el GSH y el desempeño en el ejercicio se ha establecido.

El ejercicio incrementa de manera dramática el flujo de oxígeno en los tejidos. Esto da como resultado una alta producción de radicales libres que pueden llevar al estrés oxidativo. Mientras que el entrenamiento mejora las defensas antioxidantes del cuerpo, el estrés de oxidación todavía puede presentarse en individuos que tienen entrenamiento.⁴⁹ La tensión oxidativa aumenta el daño a células y tejidos y se piensa que es un contribuyente mayor a la fatiga muscular y a un pobre desempeño atlético.⁵⁰ La concentración baja de GSH dentro de las células se correlacionan con la producción excesiva de radicales libres y con un desempeño atlético pobre; los músculos bajos en GSH sufren mucho más daño oxidativo.⁴⁹ Sin embargo, manteniendo el estado de GSH minimiza el estrés de oxidación realza el desempeño atlético.⁵⁰

El ejercicio crea una demanda que puede privar a las células inmunes de la capacidad de reabastecerse de GSH. Esto ha llevado a algunos investigadores a sugerir que existe competencia por el suministro limitado de GSH entre los músculos activos y el sistema inmunológico que puede crear un estado

EL PAPEL DE LAS PROTEÍNAS DE SUERO DE LECHE Y DEL CALCIO EN EL DESEMPEÑO EN LOS DEPORTES

Para los atletas, un suministro adecuado de calcio es vital para un óptimo desempeño. El calcio no sólo es esencial para un buen mantenimiento de los huesos, también es indispensable para la conducción neural, para la contracción muscular y para una gran variedad de funciones fisiológicas. Cada día que en el que el consumo de calcio es inadecuado, el cuerpo utiliza sus propias reservas que se encuentran dentro de los huesos, para cubrir con los requerimientos de calcio.² Reportes recientes muestran que el consumo promedio de calcio de los ciudadanos estadounidenses solamente es de aproximadamente 750 mg /día; esto es muy por debajo del consumo recomendado de 1,200 mg.⁶ En los atletas quizá sea más deficiente porque ya que la desmineralización de los huesos aumenta en respuesta contestación al estrés del ejercicio.³¹ Adicionalmente, la valoración exacta del estado del calcio se dificulta ya que las concentraciones del calcio en la sangre se mantiene dentro de un rango fisiológico controlado muy ajustado, para que se mantengan los valores normales incluso cuando el consumo sea pobre. Los beneficios obtenidos por entrenar durante meses o incluso años pueden perderse debido a una fractura por tensión debido a huesos débiles. Por consiguiente, los atletas deben ser conscientes de cuales son las mejores fuentes nutrimentales para obtener calcio. Los productos elaborados a base de proteína de suero de leche pueden contener entre 500-2,000 mg de calcio lácteo. El calcio más biodisponible es el calcio lácteo.²³ La biodisponibilidad de un nutriente en un alimento en particular es la cantidad real del nutriente que se absorbe durante la digestión. Los estudios han mostrado que la absorción de calcio proveniente de fuentes no lácteas, como la leche de soya fortificada es 25% menor al observado en alimentos de origen lácteo.²³ Por consiguiente, los productos elaborados con proteínas de suero de leche son una fuente rentable y de alta calidad de calcio que es absorbido rápidamente por el cuerpo.

de desequilibrio que puede llevar a un desempeño pobre prolongado e incrementar la susceptibilidad a las enfermedades como el síndrome de fatiga crónico.⁴ A diferencia de otras proteínas alimenticias como la soya, las investigaciones ha demostrado que las proteínas del suero de leche aumentan la producción de GSH o proporcionan un impacto favorable en el estado del GSH dentro del cuerpo. En algunos ensayos clínicos, esto ha producido mejoras directas en el desempeño atlético.

Incrementa la capacidad antioxidante y refuerza el desempeño.

Por ejemplo, el uso de proteína de suero de leche como suplemento alimenticio (20 gramos por día durante 12 semanas) en hombres y mujeres jóvenes saludables se mejoraron las concentraciones de GSH en el los linfocitos y también mejoraron el rendimiento de poder máximo también y la capacidad de trabajo total durante una prueba de ciclismo de carrera corta.³³ En otro ensayo clínico, se demostró que después de 70 días de suplementación con diversas proteínas, los únicos participantes que demostraron una reducción evidente en el daño por oxidación, una mejor resistencia a la fatiga muscular y un resaltado estado de selenio fueron aquellos a los que se les dio aislado de proteína de suero de leche (WPI por sus siglas en Inglés).¹⁰ En términos del desempeño de resistencia, una dosis de 1g/kg/día (gramos por kilogramo de peso corporal por día) de WPI demostró que previenen la caída de las concentraciones de glutación celular en sangre entera y mono-nuclear observada en un grupo al que se suministró un suplemento-placebo durante 6 semanas de entrenamiento intenso de ciclismo de ruta.³⁹



BENEFICIOS DE LA LACTOFERRINA PARA LOS ATLETAS

El principal fundamento de la nutrición en los deportes es lograr un mejor físico, más saludable que pueda sobresalir en el desempeño atlético. En este respecto la lactoferrina, un fragmento de proteína exclusivo del suero de leche, tiene varios beneficios importantes para los atletas. Las personas adultas absorben intacta la lactoferrina bovina⁵² y sus efectos benéficos incluyen propiedades antibacterianas y antivirales potentes, la prevención del crecimiento de organismos patógenos en el intestino, estimulan el sistema inmunológico y la modulación de inflamación causada por tejido dañado.²⁰ Los papeles biológicos de la lactoferrina todavía están surgiendo de estudios científicos. Sin embargo, su influencia en el metabolismo del hierro y del hueso debe ser de particular interés para los atletas.

El estado del hierro en los atletas es crítico ya que este mineral es indispensable en la transportación de oxígeno a lo largo del cuerpo. El hierro constituye el receptor en el centro de la hemoglobina; el transportador celular de oxígeno. La lactoferrina (un miembro de la familia de las transferrinas) proporciona la función esencial de ligar o afianzar el hierro a las células en la sangre; separa y hace soluble el hierro, y por lo tanto controla la cantidad de hierro disponible para el metabolismo del intestino.⁵⁷ Por consiguiente, parece que la lactoferrina juega un papel importante manteniendo regulación saludable de las células sanguíneas rojas, hemoglobina y el transporte de oxígeno.

Se ha demostrado que la lactoferrina encontrada de suero de leche también proporcionar un impacto benéfico directo al metabolismo óseo.^{12,22} En estudios de cultivo celular a concentraciones fisiológicas se demostró que la lactoferrina estimula la proliferación de osteoblastos y células de cartílago. La magnitud de este efecto excedió a otros efectos observados en respuesta a otros factores de crecimiento óseo como IGF-1 y TGF b. Estos efectos benéficos fueron comprobados en mamíferos, llevando a los investigadores a concluir que la lactoferrina tiene un efecto anabólico (de construcción) en el metabolismo óseo y por consiguiente puede tener un papel importante en la salud de los huesos y la prevención de osteoporosis.^{12,22}

Las proteínas del suero de leche mejoran la composición física.

Los atletas que participan en una variedad de deportes no solo se esfuerzan por aumentar la fuerza del músculo sino también se esmeran por aumentar la masa muscular. En deportes en donde el aumento de peso no es deseado, la mejora de la composición física (la proporción entre la masa corporal delgada y el tejido graso) siempre es benéfica. La relación entre el GSH y los cambios en la composición física del cuerpo ha sido demostrada claramente en condiciones que no tienen relación entre sí como el cáncer y el VIH así como en adultos saludables que siguen un programa de entrenamiento de ejercicio.^{18,25,32} Los niveles bajos de GSH en diversas células en el cuerpo pronostican una supresión inmune y la pérdida de masa muscular por otro lado manteniendo el estado de GSH subraya la conservación de tejido muscular y una reducción en la grasa del corporal.^{18,25,32} Se cree estos efectos positivos son debidos la efecto regulador positivo de la cisteína y el GSH en el metabolismo proteico total del cuerpo.^{18,25} pero también su habilidad de reducir directamente la degradación del músculo inhibiendo la vía ubiquitina-proteasoma.²⁸

La suplementación con proteínas de suero de leche no sólo incrementa el GSH, sino que también proporciona mejoras directas en la composición del cuerpo. La suplementación con tan sólo 20 gramos de proteína de suero de leche por día mostró en un estudio fomentar la disminución de manera significativa de grasa corporal, sin que se llevara acabo algún tipo de entrenamiento de ejercicio específico.³³ Roedores alimentados con proteína de suero de leche antes de un período entrenamiento de ejercicio mostraron tener un nivel de grasa corporal más bajos y mayor masa de tejido corporal delgado después del período de entrenamiento.⁵ Esto es debido a la habilidad de las proteínas de suero de leche para promover la utilización de la grasa corporal para obtener energía.⁵



Se cree que el entrenamiento de resistencia es la forma más eficaz de ejercicio para mejorar la constitución del cuerpo. En un grupo de hombres enfocados a entrenamiento de resistencia, se demostró que la suplementación con WPI hidrolizado (1.5 g / kg / día) producía de 2 a 5 veces más de ganancia en de masa corporal delgada (músculo) y una reducción de grasa corporal en comparación con grupos de control correlacionados.^{9,15,16} En uno de estos ensayos clínicos, se demostró la capacidad a nivel celular del WPI para reforzar la hipertrofia muscular (tamaño) durante entrenamientos de resistencia, biopsias de músculo tomadas de los hombres antes y después del entrenamiento revelaron que la suplementación con WPI aumentó el tamaño de las fibras musculares de tipo-2 fibras en un 543% en comparación al grupo de control al que se le proporcionaron carbohidratos.¹⁶ Adicionalmente, los aumentos el mayor aumento del tamaño de las fibras musculares se correlacionó estrechamente con las mejoras superiores de fuerza observadas suplementados con WPI.¹⁶



Mayor fuerza muscular

En varios ensayos clínicos involucrados con entrenamiento de fuerza, la suplementación de proteína de suero de leche (1.2-1.5g / kg/día durante 6-12 semanas) proporcionó mejoras significativas en la fuerza muscular en diferentes valoraciones en comparación con los grupos de control a los que se les proporcionaron carbohidratos y/o proteína.^{9,15,16} En dos de estos ensayos, la suplementación con WPI proporcionó fuerza considerablemente mayor en ejercicios clave que requieren de mayor fuerza, tales como las dentadillas o lagartijas (10-20% de incremento en comparación con grupos de control).^{15,16} Se piensa que el incremento de fuerza en estos ejercicios realza la capacidad del atleta para mejorar el desempeño en muchas pruebas deportivas de poder basadas en donde se requiere de la fuerza. Por consiguiente, la suplementación con proteínas de suero de leche puede darle una ventaja al atleta en el desarrollo de fuerza. Sin embargo, estrategias eficaces que para desarrollar la fuerza muscular, como la combinación de la suplementación de proteína de suero de leche con un entrenamiento de resistencia, mejorarían la capacidad funcional en la mayoría de las personas, no sólo en atletas.

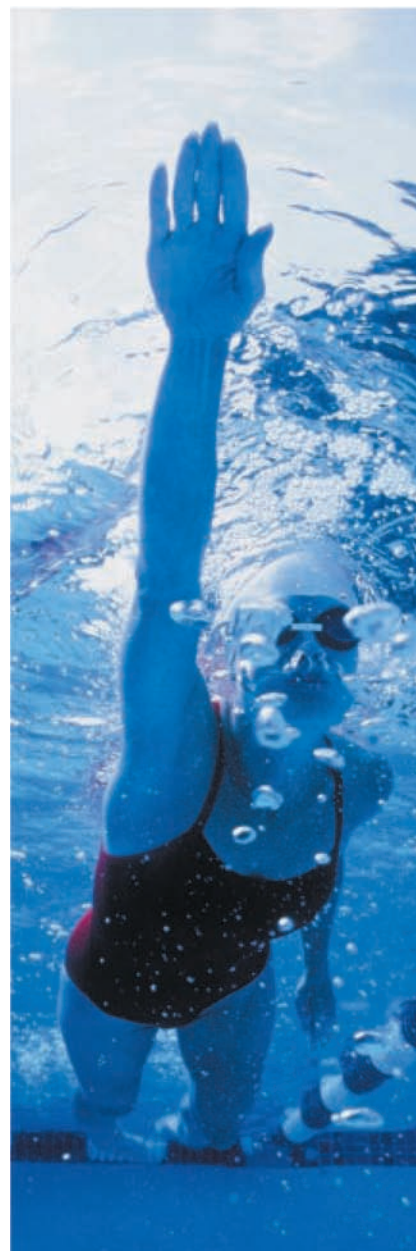


Una mayor recuperación

La energía que es utilizada en la demanda del ejercicio, es almacenada en el cuerpo en forma de Glicógeno. El almacenamiento de glicógeno en los tejidos en cantidades bajas es asociado con la fatiga y un pobre desempeño en el ejercicio.³⁰ Por consiguiente, es de importancia considerable que los atletas mantengan niveles de almacenamiento adecuados de glicógeno en los tejidos. Los resultados de un reciente estudio demostraron que una dieta rica en proteínas de suero de leche durante el entrenamiento de un ejercicio dio como resultado almacenamiento de glicógeno significativamente más alto en el hígado.⁴¹ Los roedores a los que se les dio proteína de suero de leche almacenaron considerablemente más glicógeno en el hígado que roedores alimentados con caseína o proteína de soya.⁴¹ Este efecto beneficioso es debido a la habilidad de las proteínas del suero de leche para reforzar la actividad reguladora de varias enzimas hepáticas responsable de sintetizar y almacenar el glicógeno.⁴¹ Este estudio mostró por primera vez que el tipo de proteína en la dieta puede afectar el volumen de glicógeno en el hígado.

En adultos jóvenes saludables, la suplementación con proteínas de suero de leche muestra la aceleración en la recuperación después de intenso ejercicio de resistencia.¹³ En comparación con un placebo de carbohidratos la suplementación con WPI (1g/kg/día) después del ejercicio durante 14 días produjo una proporción significativamente más rápida de recuperación de fuerza máxima y de niveles reducidos de creatina en plasma; un marcador de daño del músculo. Estos dos resultados combinados sugieren que la suplementación con el producto de WPI proporcionó la recuperación más rápida después de entrenamiento intenso de resistencia.¹³

A la fecha, la proteína del suero de leche es la única fuente de proteína que se ha demostrado en investigaciones que reduce los marcadores de daño muscular y que aumentan la velocidad de recuperación en entrenamientos de resistencia.



REQUERIMIENTOS PROTÉICOS DE LOS ATLETAS

Más que en cualquier otra área de la nutrición en los deportes, el tema del consumo de proteína para atletas ha sido un punto de mucha confusión y debate. Mucha de la controversia alrededor de la recomendación de la proteína se debe a la realización de que los requerimientos de varios aminoácidos en los adultos son más complicados de lo que se pensaba. Hay muchos huecos en nuestra comprensión sobre el requerimiento de proteína por las personas saludables, activas; esta falta de comprensión biológica ha exacerbado las dificultades para resolver las controversias. Cuando atletas determinan sus requerimientos de diarios de proteína diarios deberían considerar los siguientes hechos pertinentes.

- Las valoraciones de laboratorio actuales sobre los requerimientos de proteína no toman en cuenta cuestiones de eficiencia o desempeño físico.^{34,51}
- Las recomendaciones para el consumo de proteína en poblaciones saludables han sido casi completamente basadas en estudios sobre el equilibrio de nitrógeno. Aún ahora los científicos que estudian el metabolismo de las proteínas reconocen que este método es incorrecto; esta técnica sobrestima el consumo de nitrógeno (proteína) y subestima la pérdida de nitrógeno.⁵¹
- Resulta difícil determinar exactamente cuánta proteína necesita un atleta para optimizar los resultados del entrenamiento. Las metas individuales, el consumo de energía (calorías) la intensidad, tipo y duración del ejercicio, así como el historial de entrenamiento, género y edad conforman los requerimientos de proteína de una persona.³⁴
- Hasta que no se entiendan las diversas funciones de los aminoácidos a nivel de proceso y cuantitativo, las recomendaciones nutrimentales actuales para tanto para humanos saludables y como enfermos son intelectualmente valores empíricos pocos satisfactorios empírico.⁴⁶ Los científicos en el campo del metabolismo de la proteína ahora admiten, que los requerimientos de proteína para optimizar los resultados de un entrenamiento intenso pueden ser más altos de lo que se pensaba.^{34,46,5}

- Aunque se ha establecido que los individuos deportistas requieren un mayor consumo de proteína que las personas sedentarias (hasta el doble del consumo nutrimental recomendado), una pregunta más importante sería si algún tipo de proteína puede mejorar la salud y optimizar el desempeño físico mejor que otras. Sin embargo, esta pregunta no se ha investigado adecuadamente.³⁵

- No existe evidencia en la literatura científica que sugiera que el consumo alto de proteína pueda dañar un cuerpo saludable.⁴⁴ De hecho ahora se considera que aumentando la proporción de proteína en la dieta es una estrategia fuerte y eficaz que proporciona varios beneficios para la salud como concentración más baja de lípido en sangre, metabolismo mejorado de insulina/glucosa mejorado y reducción de grasa corporal no deseada.¹⁹ Debido a la serie de beneficios que proporcionan las proteínas del suero de leche esta debería de ser una de las primeras proteínas nutrimentales que deberían de tomar en cuenta cuando las personas activas deciden aumentar el consumo de proteína.

Para mejores resultados, la dosis diaria de proteína de suero de leche de un atleta debe ser dividida en varias dosis más pequeñas (20-50g) y consumidas con alimentos de macronutrientes –mixtos (con carbohidratos y grasa). Los estudios demuestran que las proteínas del suero de leche son utilizadas de manera más eficiente por el cuerpo cuando se consumen junto con una fuente de carbohidratos y un poco de grasa.¹⁷ Una malteada de leche y fruta con 20-50g de WPC 80 o WPI y agregando aceite de lino, por ejemplo, son una buena manera de cómo consumir las proteínas del suero de leche para asegurar los mejores resultados.



LOS BENEFICIOS CARACTERÍSTICOS DE LAS PROTEÍNAS DEL SUERO DE LECHE EN LA NUTRICIÓN PARA EL DEPORTE

Las proteínas del suero de leche son fragmentos naturales de proteína láctea y que se ha demostrado en estudios científicos que promueven naturalmente una fuerte inmunidad, la recuperación eficaz del músculo y extiende los beneficios globales de la actividad física. Las proteínas del suero de leche proporcionan varios beneficios únicos a los atletas.

- A comparación de otras fuentes de proteína, las proteínas del suero de leche son de rápida digestión, son una fuente de proteína de alta calidad y de fácil asimilación que estimulan una mayor síntesis de proteína y ganancia neta de proteína en los tejidos.^{7,40}
- Directamente refuerzan varios aspectos importantes de la función inmune que protege contra la enfermedad y la infección.¹⁴
- Es la fuente conocida más rica de BCAAs; indispensables para la fabricación de glutamina (combustible primario del sistema inmunológico)⁴⁸ y la estimulación de la síntesis de proteína en el músculo;¹ también proporciona el sustrato de la energía a los músculos activos.⁵⁵
- Proveen una fuente rica de cisteine que incrementa la capacidad antioxidante y mejora el desempeño en el ejercicio.^{33,39,50}
- Promueven niveles más altos de glicógeno en el hígado; una forma de almacenamiento importante de energía para el ejercicio.⁴¹
- Reduce los marcadores de músculo dañado y la velocidad de recuperación después del ejercicio.¹³
- Proporcionan mayor fuerza durante el entrenamiento de resistencia y mejor crecimiento muscular durante el ejercicio de físico-culturismo.^{9,15}
- Proporcionan una fuente de calcio bio-disponible que ayuda a mantener la salud ósea y previene las fracturas de estrés que muchos atletas experimentan durante el entrenamiento.²³
- Junto con su alta solubilidad, estas características hacen que las proteínas del suero de leche puedan ser ideales para adicionarse en bebidas deportivas o en suplementos alimenticios para su consumo antes, durante y después del ejercicio.

P & R

PREGUNTAS & RESPUESTAS

CON EL DR. DAVID CAMERON-SMITH

Universidad de Deakin
El Dr. Cameron-Smith,
es Profesor Asociado en
fisiología muscular en la
the School of Exercise
and Nutrition Sciences,
Deakin University,
Melbourne Australia.



Sus objetivos de
investigación son unir los adelantos más
recientes en biología molecular y celular para
lograr un mejor entendimiento de como las
proteínas dietéticas y el ejercicio de fuerza
promueven el crecimiento del y reparación de
músculo de esquelético humano.

P- ¿En su opinión cuáles son algunos de los últimos “descubrimientos sobre el suero de leche” de importancia para los atletas?

R- Para los atletas de fuerza hay dos estrategias importantes para mejorar el desempeño que incluyen la recuperación eficaz y aumento de fuerza. Evidencia concluyente reciente demuestra que la proteína del suero de leche, cuando es agregada a una bebida de recuperación, redujo el nivel de creatinina, marcador de daño muscular, en ciclistas después de un recorrido de resistencia exhaustivo. De manera importante de 12 a 15 horas después del primer recorrido, el desempeño en una prueba de resistencia de repetición de ciclismo mejoró en 36% en el grupo al que se le dio suero de leche. Este reciente estudio resalta cómo las proteínas del suero de leche pueden ayudar reducir el daño muscular y mejorar la recuperación. Para aumentar la fuerza, se requiere aumentar la síntesis de proteína para obtener fibras musculares más grandes y más fuertes. Es claramente establecido que el suero de leche se digiere rápidamente y que promueve la síntesis de proteína muscular cuando se ingiere después del ejercicio de fuerza. Estos resultados se complementan por dos estudios en donde se vio el aumento del área seccional muscular (medida del grosor de la fibra muscular) en atletas de fuerza que ingirieron la proteína de suero de leche durante el ejercicio.

P- ¿Usted también dirige investigaciones con gente adulta, tienen ellos “lecciones por aprender” de atletas más jóvenes?

R - Nuestro grupo de investigación está examinando la capacidad de regeneración muscular y respuesta a la inflamación por personas adultas. La edad no reduce la habilidad de la proteína del suero de leche para activar los procesos celulares que controlan la síntesis de proteína en el músculo. Por consiguiente, las personas de mayor edad también se beneficiarán del consumo

regular de suero de leche, particularmente después del ejercicio para ayudar a mantener la masa muscular y la fuerza. De hecho el suero de leche puede ser más importante en las personas mayores ya que aparentemente un músculo más viejo es más sensible a una proteína rápida que un músculo más joven.

P- ¿Existe alguna relación entre los beneficios probados en atletas de las proteínas del suero de leche y su papel potencial para prevenir la sarcopenia en la población sedentaria?

R- Una biología molecular detallada y análisis genético está proporcionando las nuevas pistas sobre los orígenes celulares de la sarcopenia. Sin embargo, mucha de la pérdida de masa muscular puede atribuirse a un reducido consumo de proteína y bajos niveles de actividad. Como con los atletas, mantener un consumo adecuado de amino ácidos esenciales de cadena ramificada es beneficioso para el mantenimiento de proteína de muscular, proporcionando proteína de suero de leche a las personas mayores ayudará a mantener la masa muscular.

P- ¿Algunos clientes, sobre todo las mujeres, tienen miedo a “incrementar volumen” si consumen proteínas de suero de leche. Hay un nivel máximo para las mujeres?

R- Hay una inmensa diferencia en la proporción en que las mujeres y los hombres aumentan la masa del muscular. Las razones no se entienden todavía bien, aunque claramente las hormonas del sexo juegan un papel importante. Las mujeres que consumen las proteínas del suero de leche después del ejercicio experimentarán muchos beneficios, mientras incluyendo menor dolor muscular y una mejor recuperación. El suero, al estimular la síntesis de proteína también puede ayudar a mejorar el tono, no el volumen. La otra ventaja importante para muchas mujeres y hombres que han agregado el ejercicio a su estilo de vida para ayudar mantener el peso corporal es que el suero de leche puede reducir el apetito, ayudando a reducir el hambre después del ejercicio.

P- ¿Cuánta proteína de suero de leche es “segura” para un atleta casual o para un consumidor mayor?

R- Las proteínas de suero de leche son excepcionalmente seguras, y son una fuente de proteína pura fácilmente digerida, rica en aminoácidos esenciales de cadena ramificada. Tomando una formulación deportiva que contenga proteína de suero de leche antes, durante o inmediatamente después del ejercicio será eficaz en el atleta poco frecuente o en el adulto mayor. Es en las situaciones donde se presenta el dolor muscular en que las proteínas de suero de leche proporcionan los beneficios reales para reducir la magnitud de daño al músculo y reducir el dolor. Es importante ampliar la definición de ejercicio para incluir todas las formas de actividad física, como el golf, tenis, excursionismo, ciclismo y la jardinería. Cualquier forma de actividad que pueda causar dolor y daño al músculo puede beneficiarse de las proteínas del suero de leche. hambre después del ejercicio.

PREGUNTAS & RESPUESTAS

CON KIMBERLEE J. BURRINGTON

Laboratorio de Aplicaciones
de Ingredientes Lácteos

El Dairy Ingredient
Applications Lab,
Wisconsin Center for
Dairy Research, University
of Wisconsin, Madison
trabaja junto con los
fabricantes de ingredientes
lácteos y los fabricantes de
alimentos para proveer de
asistencia técnica práctica para el desarrollo
de ingredientes lácteos estadounidenses y una
mayor utilización de los ingredientes lácteos
en los alimentos.



P- ¿Escoger el tipo correcto de proteína de suero de leche es demasiado complejo para un fabricante de productos para atletas. ¿Cuál es el mejor tipo de proteína de suero de leche?

R- No hay ninguna proteína de suero de leche “ideal” sin embargo, existe un portafolio de ingredientes de proteína que va en aumento del cual se puede escoger. Los procesadores han luchado por ofrecer ingredientes de composición personalizada (libres de lactosa), de funcionalidad (enriquecidos en un fragmento de la proteína específico), o de aplicación (termo-resistente o productos hidrolizados). Esta variedad de ingredientes ayuda a los fabricantes a formular mejores productos que cubren las necesidades nutricionales de varios tipos de atletas. También ayudan a los fabricantes a diseñar productos únicos con valor agregado. Por favor contacte a su proveedor de proteína de suero de leche estadounidense para que le ayude en seleccionar “la mejor” proteína para su aplicación.

P- ¿Están disponibles las proteínas del suero de leche sólo en polvo?

R- En los mercados internacionales, los ingredientes de proteína de suero de leche se venden típicamente en sacos, en forma de polvo. Esto representa costos eficientes y garantiza una vida de anaquel más larga para los ingredientes. Cuando se comercializa directamente a los consumidores, las proteínas del suero de leche generalmente son para su utilización instantánea lo que la hace más fácil de disolver en los líquidos. Estamos empezando a ver más proteínas de suero de leche comercializadas como un ingrediente, en una forma texturizada (barras, nuggets crujientes, “rizos”). Éstos pueden usarse como ingredientes por ejemplo, en barras alimenticia, o simplemente pueden condimentarse y comercializarse como botana alta en proteína.

P- ¿Pueden utilizarse las proteínas del suero de leche en gel para deporte?

R- Los gels para alimentación deportiva son típicamente bajos en pH para de tal manera que la alta solubilidad de las proteínas del suero de leche en un pH bajo le permitirá funcionar bien en esta aplicación. Si se desea un gel de textura clara, entonces un WPI será la mejor opción debido a su nivel bajo de grasa y lactosa. Los gels de pH bajos también tienden a ser más refrescantes y atractivos para el consumidor que ya está acostumbrado a los gels de carbohidratos.

P- ¿ Pueden formularse las proteínas del suero de leche en una pasta o forma unt-able? (por ejemplo para ser apretadas fuera de un tubo)

R- Pueden formularse pastas o formas untables con proteínas del suero de leche con un mejor desempeño de las proteínas en aquellos productos con pH bajo. Tomando en cuenta la ventaja de alta solubilidad y termo-estabilidad de las proteínas del suero de leche en un pH bajo en un producto de pasta, se asegurará una buena vida de anaquel y un producto de alta calidad.

**PREGUNTAS & RESPUESTAS
CON JASON STEPHENS**

NextProteins Inc.

Esta empresa fue establecida cuando David Jenkins combinó su pasión por los deportes y el conocimiento académico para crear los suplementos de proteína de suero de leche de más alta calidad diseñados para reforzar la vida del consumidor. La compañía ha invertido más de \$6.7 millones de dólares en la investigación de las proteínas de suero de leche y en estudios clínicos durante los últimos 15 años. www.nextproteins.com

P- Escuché que los aminoácidos son la mejor forma de conseguir proteína. ¿Es esto verdad?

R- No, no es verdad, ya que los aminoácidos de forma-libre son utilizados pobremente por el cuerpo en la síntesis de proteína. Para conseguir los aminoácidos que su cuerpo necesita, consuma proteína en forma de péptidos (es el mejor método) o coma la proteína entera, intacta. De hecho, los científicos han encontrado que la proteína en forma de péptidos se absorbe más rápidamente tanto como 237% más rápido que la proteína en forma de aminoácidos libres o de proteína intacta. No solamente la proteína del suero de leche es mejor en la retención de nitrógeno que los aminoácidos, las investigaciones también muestran que estimula la síntesis de proteína en un 119% más que la caseína. Cuando se compararon 30 gramos de proteína del suero de leche con 43 gramos de caseína, la proteína del suero de leche aumentó la síntesis de la proteína por 68%, mientras la caseína lo aumentó por sólo 31%.

P- ¿Me dará músculos más grandes la proteína de suero de leche en polvo?

R- Para lograr el crecimiento del músculo mientras usa la proteína en polvo usted debe “entrenar levantamiento de pesas” en una base regular. Un entrenamiento recomendado para obtener mejor definición del músculo es ejercitarse o entrenar de 3-4 días por semana, descanse prudentemente, evite el sobre entrenamiento, y aliméntese bien. Si usted se apega a este programa, usted podrá ver los resultados en un período corto de alrededor de seis semanas. Continuando con este régimen durante 48 semanas por año, durante por lo menos 3 o 4 años, le proporcionarán la oportunidad de lograr los “músculos grandes” o de mejorar la definición muscular que usted está buscando.

REFERENCIAS

1. Anthony JC, Anthony TG, Kimball SR. Signalling pathways involved in the translocational control of protein synthesis in skeletal muscle by leucine. *J Nutri*131:856s-860s, 2001.
2. Bender DA. Nutrition and Metabolism. UCL Press Ltd. University College, London p282,1995.
3. Biolo G, Tipton KD, Klein S, and Wolfe RR. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *Am J Physiol* 273 Endocrinol Metab 36:E122-E129,1997.
4. Bounou G, Molson J. Competition for glutathione precursors between the immune system and the skeletal muscle: pathogenesis of chronic fatigue syndrome. *Med Hypotheses* 53:347-349,1999.
5. Bouthegourd JJ, Roseau SM, Makarios-Lahham L, et al. A preexercise -lactalbumin-enriched whey protein meal preserves lipid oxidation and decreases adiposity in rats. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 283: E565-E572, 2002
6. Briefel RR and Johnson CL. Secular Trends in Dietary Intake in the United States. In: Annual Review of Nutrition, Annual Reviews, Palo Alto CA, 24: 413, 2004.
7. Bucci LR and Unlu L. Proteins and amino acid supplements in exercise and sport. In: Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition. Driskell J, and Wolinsky I. Eds. CRC Press. Boca Raton FL, p191-212, 2000.
8. Bucci LR and Unlu L. Proteins and amino acids in exercise and sport. In: Energy-Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition. Driskell J, and Wolinsky I. Eds. CRC Press. Boca Raton FL, p197-200, 2000.
9. Burke DG, Chilibeck PD, Davidson KS, Candow DG, Farthing J, Smith-Palmer T. The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 11:349-364,2001.
10. Child RB, Bullock M, Palmer K. Physiological and biochemical effects of whey protein and ovalbumin supplementation in healthy males. *Med Sci Sports Exerc* 35;5:S270, 2003.
11. Clare DA and Swaisgood HE. Bioactive milk peptides: A prospectus. *J Dairy Sci* 83:1187-1195, 2000.
12. Cornish J. Lactoferrin promotes bone growth. Presented at the 6th Int Conf on Lactoferrin: Structure, Function and Applications Capri, Italy, May 2003.
13. Cooke M, Cribb PJ and Hayes A. The effects of short-term supplementation on muscle force recovery on eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. Presented at the Australian Association for Exercise and Sports Science Inaugural National Conference, 2004. 11 e3.4.11

14. Cribb PJ. United States Dairy Export Council Monograph: Whey proteins & Immunity, 2004.
15. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A and Carey MF. The effect of whey isolate on strength, body composition and plasma glutamine. *Med Sci Sports Exerc.* 34;5: A1688, 2002.
16. Cribb PJ, Williams AD, Hayes A and Carey MF. The effects of whey isolate and creatine on muscular strength, body composition and muscle fiber characteristics. *FASEB J*.17;5:a592.20, 2003 <http://www.the-aps.org/press/conference/eB03/12.htm>
17. Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C, et al. The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J. Physiol* 549.2: 635-644, 2003.
18. Dröge W and Holm E. Role of cyst(e)ine and glutathione in HIV infection and other diseases associated with muscle wasting and immunological dysfunction. *FASEB J.* 11:1077-1089,1997.
19. Farnsworth E, Luscombe ND, Noakes M, et al. Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women. *Am J Clin Nutr* 78:31-39, 2003.
20. Floris R, Recio I, Berkhout B and Visser S. Anti-bacterial and antiviral effects of milk proteins and derivatives thereof. *Curr Pharm Des* 9;1257-1275, 2003.
21. Gleeson M, Neiman DC, Pedersen BK. Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci* 22:115- 125, 2004.
22. Grey A, Banovic, K Callon, K Palmano*, JM Lin, V Chan, U Bava, I Reid, J Cornish. Lactoferrin, a potent anabolic factor in bone, signals through the LRP1 receptor. Presented at Combined Meeting of Int Bone Mineral Soc and Jap Soc of Bone Mineral Res, Osaka, Japan, June 2003.
23. Guéguen L and Pointillart A. The Bioavailability of Dietary Calcium. *J Am Coll Nutri*19119S-136S, 2000.
24. Ha E and Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *Journal of Nutritional Biochemistry* 14; 251-258, 2003.
25. Hack V, Schmid D, Breitkreutz R, et al. Cystine levels, cystine flux, and protein catabolism in cancer cachexia, HIV/SIV infection and senescence. *FASEB J*.11: 84-921997.
26. Hack V, Weiss C, Friedmann B, Suttner S, Schykowski M, Erbe N, Benner A, Bartsch P and Droge W. Decreased plasma glutamine level and CD4+ T cell number in response to 8 wk of anaerobic training. *Am J Physiol* 272: E788-795,1997.
27. Holecck M. Relation between glutamine, branched-chain amino acids, and protein metabolism. *Nutrition*18;2:130-133, 2002.



28. Ikemoto M, Nikawa T, Kano M, Hirasaka K, Kitano T, Watanabe C, Tanaka R, Yamamoto T, Kamada M, Kishi K. Cysteine supplementation prevents unweighting-induced ubiquitination in association with redox regulation in rat skeletal muscle. *Biol Chem.* 383:715-721, 2002.

29. Ivy JL, Res PT, Sprague RC, Widzer MO. Effect of a carbohydrate-protein supplement on endurance performance during exercise of varying intensity. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 13:382-395, 2003.

30. Karlsson J, Saltin B. Diet, muscle glycogen, and endurance performance. *J Appl Physiol* 31:203-206, 1971.

31. Kerr D, Kan K and Bennell K. Bone, exercise, nutrition and menstrual disturbances. In *Clin Sports Nutri* Ed Burke L and Deakin V. McGraw-Hill Inc, Australia Ch 10; 241-262, 2000.

32. Kinscherf R, Hack V, Fischbach T, et al. Low plasma glutamine in combination with high glutamate levels indicate risk for loss of body cell mass in healthy individuals: the effect of N-acetylcysteine. *J.Mol.Med.* 74: 393-400, 1996.

33. Lands LC, Grey VL, and Smountas AA. Effect of supplementation with a cysteine donor on muscular performance. *J Appl Physiol* 87: 1381-1385, 1999.

34. Lemon PW. Beyond the zone: protein needs of active individuals. *J Am Coll Nutr* 19:513S-521S, 2000.

35. Lemon PW, Berardi JM, Noreen EE. The role of protein and amino acid supplements in the athlete's diet: does type or timing of ingestion matter? *Curr Sports Med Rep* 1; 214-221, 2002.

36. Mahe S et al. Gastrojejunal kinetics and the digestion of [15N]B-lactoglobulin and casein in humans: the influence of the nature and quantity of the protein. *Am J Clin Nutr* 63; 546-552, 1996.

37. Mariotti F, Simbelie KL, Makarios-Lahham L, Huneau JF, Laplaize B, Tome D, Even PC. Acute ingestion of dietary proteins improves post-exercise liver glutathione in rats in a dose-dependent relationship with their cysteine content. *J Nutr* 134; 1:128-131, 2004.

38. Melis GC, Wengel N, Boelens PG, van Leeuwen PA. Glutamine: recent developments in research on the clinical significance of glutamine. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 7:59-70, 2004.

39. Middleton N, Jelen P, Bell G. Whole blood and mononuclear cell glutathione response to dietary whey protein supplementation in sedentary and trained male human subjects. *Inter J Food Sci Nutr* 55;2:131-141, 2004.

40. Morens C, Bos C, Pueyo ME, et al. Increasing habitual protein intake accentuates differences in postprandial dietary nitrogen utilization between protein sources in humans. *J Nutr* 133(9):2733-2740, 2003.

41. Morifuji M, Sakai K, and Sugiura K. Dietary whey protein modulates liver glycogen level and glycoregulatory enzyme activities in exercisetrained rats. *Exper Biol Med* 230: 23-30, 2005.

42. Nieman DC. Infection, the Immune System and Exercise. *Encyclopedia of Sports Med and Sci* 2004 <http://www.sportsci.org>

43. Pizza FX. Overtraining and Immunity. *Encyclopedia of Sports Med and Science* 2004 <http://www.sportsci.org>

44. Poortmans JR, Dellalieux O. Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 10:28-38, 2000.

45. Poullain MG, Cezard JP, Roger L and Mendy F. The effect of whey proteins, their oligopeptide hydrolysates and free amino acid mixtures on growth and nitrogen retention in fed and starved rats. *JPEN* 13:382-386, 1989.

46. Reeds P and Biolo G. Non-protein roles of amino acids: an emerging aspect of nutrient requirements. *Curr Opin Clin Nutri Metab Care* 5;43- 45, 2002.

47. Rennie MJ, and Tipton KD. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. *Annu Rev Nutr* 20:457-483, 2000.

48. Rowbottom DG, Keast D, Morton AR. The emerging role of glutamine as an indicator of exercise stress and overtraining. *Sports Med* 21(2): 80-97, 1996.

49. Sen CK. Oxidants and antioxidants in exercise. *J Appl Physiol* 79:675-686, 1995.

50. Sen CK, Atalay M, Hanninen O. Exercise-induced oxidative stress: glutathione supplementation and deficiency. *J Appl Physiol* 77:2177-2187, 1994.

51. Tome D and Bos C. Dietary protein and nitrogen utilization. *J of Nutr* 130:1868S-1873S, 2000.

52. Troost FJ, Steijns J, Saris WHM and Brummer RJM. Gastric Digestion of Bovine Lactoferrin In Vivo in Adults. *J Nutr* 131: 2101-2104, 2001.

53. Volek, J.S. Influence of nutrition on responses to resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36:689-696, 2004.

54. Volpi E, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, et al. Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *Am. J. Clin Nutr* 78: 250-258, 2003.

55. Wagenmakers AJ. Muscle amino acid metabolism at rest and during exercise: Role in human physiology and metabolism. *Exercise & Sport Science Rev.* 26:287-314, 1998.

56. Walsh NP, Blannin AK, Robson PJ, Gleeson M, Glutamine, exercise and immune function. Links and possible mechanisms. *Sports Med* 26; 3:177-191, 1998.

57. Walzem RM, Dillard CJ, and German JB. Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 42;4: 353-375, 2002.

58. Wolfe RR. Protein supplements and exercise. *Am J. Clin Nutr.* 72:551s-557s, 2000.

59. Wu G, Fang Y, Yang S, Lupton JR, and Turner ND. Glutathione metabolism and its implications for health. *J Nutr* 134: 489-492, 2004. T cell number in response to 8 wk of anaerobic training. *Am J Physiol* 272: E788-795, 1997.



Publicado por el U.S. DAIRY EXPORT COUNCIL®

Oficinas México:
Regules No 2 int. 3, (Esq. Madero)
Col. Centro, 76000, Querétaro, Qro.
Tel/Fax:
(01 442) 215 0552 y (01442) 215 0613

Oficinas U.S.A.:
2101 Wilson Boulevard, Suite 400
Arlington, VA 22201-3061 U.S.A.
Tel: U.S.A. (703) 528-3049 Fax: (703) 528-3705