Monograph

Proteínas: ¿Cuál es Mejor?

Jay R Hoffman y Michael Falvo

Department of Health and Exercise Science, College of New Jersey, Ewing, New Jersey, Estados Unidos.

RESUMEN

La ingesta de proteínas superior a la ingesta diaria recomendada está ampliamente aceptada, tanto para atletas de potencia como de resistencia. Sin embargo, considerando la variedad de proteínas que están disponibles, no se conoce demasiado acerca de los beneficios de consumir un tipo de proteína respecto a otros tipos. El propósito de este trabajo fue identificar y analizar los factores claves para hacer recomendaciones responsables, tanto para poblaciones como el público en general como para deportistas. La evaluación de una proteína es fundamental para determinar su adecuación a la dieta humana. Es importante reconocer aquellas proteínas que tienen menor contenido y digestibilidad para restringirlas o eliminarlas de la dieta. De manera similar, tal conocimiento nos proporcionará la capacidad de identificar proteínas que aporten el mayor beneficio y que deben ser consumidas. Se discutirán las diferentes técnicas utilizadas para evaluar las proteínas. Tradicionalmente, las fuentes de proteína dietética son de origen animal o vegetal. Las fuentes animales proporcionan una fuente completa de proteína (es decir contienen todos los aminoácidos esenciales), mientras que las fuentes vegetales generalmente carecen de uno o más aminoácidos esenciales. Las fuentes animales de proteína dietaria, a pesar de proporcionar una proteína completa y numerosas vitaminas y minerales, inquietan a algunos profesionales de la salud a causa de la cantidad de grasa saturada que comúnmente poseen estos alimentos en comparación con las fuentes vegetales. El advenimiento de las técnicas de procesamiento ha cambiado algunas de estas preocupaciones y han revolucionado el mercado de los suplementos deportivos con productos derivados como el suero, la caseína y la soja. Individualmente, estos productos varían en calidad y factibilidad de consumo por parte de ciertas poblaciones. Discutiremos los beneficios que poseen estas proteínas particulares. Además, también abordaremos el impacto que tiene el consumo elevado de proteínas sobre la salud y la seguridad (por ej., la salud de los huesos, funcionamiento de los riñones).

Palabras Clave: suplementación deportiva, ayudas ergogénicas, proteína animal, proteína vegetal

INTRODUCCION

Los requerimientos proteicos de las poblaciones de deportistas han sido el tema de muchos debates científicos. Sólo recientemente, se ha aceptado ampliamente, la idea que indica que los atletas de fuerza /potencia y atletas de resistencia requieren un mayor consumo de proteínas que la población general. Además, las dietas con elevado contenido de proteínas también se han vuelto bastante populares en la población general, como parte de muchos programas de reducción de peso. A pesar del predominio de dietas ricas en proteínas en las poblaciones atléticas y sedentarias, hay poca información disponible acerca del tipo de proteínas (por ejemplo animal o vegetal) que hay que consumir. El propósito de este trabajo fue estudiar y analizar los factores claves que nos permitirán tomar las decisiones apropiadas sobre el tipo de proteínas que deben ser consumidas en las poblaciones de deportistas y en el público general.

ROL DE LAS PROTEINAS

Las proteínas son sustancias que contienen nitrógeno y están formadas por aminoácidos. Son el componente estructural principal de los músculos y de otros tejidos del cuerpo. Además, se utilizan para producir hormonas, enzimas y hemoglobina. Las proteínas también pueden ser utilizadas como energía; sin embargo, las mismas no son la opción principal como fuente de energía. Para que las proteínas puedan ser utilizadas por el cuerpo, necesitan ser metabolizadas en su forma más simple, los aminoácidos. Se han identificado 20 aminoácidos que son necesarios para el crecimiento y el metabolismo humano. Doce de estos aminoácidos (once en los niños) se denominan no esenciales, lo que significa que pueden ser sintetizados por nuestro cuerpo y no necesitan ser consumidos en la dieta. Los aminoácidos restantes no pueden ser sintetizados por nuestro cuerpo y se denominan esenciales, lo que significa que deben ser consumidos en la dieta. La ausencia de cualquiera de estos aminoácidos comprometerá la capacidad de crecimiento, de reparación y el mantenimiento de los tejidos.

LAS PROTEINAS Y EL RENDIMIENTO DEPORTIVO

El principal papel de las proteínas de la dieta es su uso en diferentes procesos anabólicos del cuerpo. Por lo tanto, muchos atletas y entrenadores creen, que el entrenamiento de alta intensidad crea una mayor necesidad de ingerir proteínas. Esto proviene de la idea que indica que si más proteínas o aminoácidos estuvieran disponibles en los músculos que están realizando ejercicio, se produciría una mayor síntesis de proteínas. Las investigaciones han apoyado esta hipótesis. En sujetos que realizaron entrenamiento de la fuerza durante cuatro semanas y consumieron suplementos con proteínas (3,3 contra 1,3 g.kg⁻¹.día⁻¹) se observaron aumentos significativamente mayores en la síntesis de proteínas y la masa corporal, en el grupo de sujetos que ingirió la mayor dosis de proteínas (Fern et al., 1991). De manera similar, Lemon et al. (1992) en un estudio con individuos sin experiencia en entrenamiento de la fuerza, también informaron una mayor síntesis de proteínas, luego de la ingesta de 2,62 g.kg⁻¹.día⁻¹ vs. 0,99 g.kg⁻¹.día⁻¹. En estudios que analizaron a individuos entrenados en fuerza, mayores ingestas de proteínas generalmente provocaban un efecto positivo sobre la síntesis de proteínas y el tamaño muscular (Lemon, 1995; Walberg et al., 1988). Tarnapolsky y colegas (1992) demostraron que para que los individuos entrenados en fuerza pudieran mantener un balance de nitrógeno positivo, los mismos debían consumir una ingesta de proteínas equivalente a 1,8 g.kg⁻¹.día⁻¹. Esto concuerda con otros estudios que demostraron que ingestas de proteína entre 1,4 g.kg⁻¹.día⁻¹ y 2,4 g.kg⁻¹.día⁻¹ permitían mantener un balance de nitrógeno positivo en los atletas entrenados en fuerza (Lemon, 1995). Por lo tanto, como recomendación, generalmente se sugiere que la ingesta de proteínas de atletas de fuerza/potencia esté comprendida entre 1,4 y 1,8 g.kg⁻¹.día⁻¹.

De manera similar, para prevenir pérdidas significativas de masa magra, los atletas de resistencia también necesitarían consumir una mayor cantidad de proteínas (Lemon, 1995). Si bien la meta de los atletas de resistencia, no necesariamente es aumentar al máximo el tamaño y la fuerza muscular, la pérdida de tejido magro pueden tener un efecto perjudicial significativo sobre el rendimiento de resistencia. Por lo tanto, estos atletas deben mantener la masa muscular para asegurar el rendimiento adecuado. Varios estudios han establecido que para asegurar un balance de nitrógeno positivo, la ingesta de proteínas para atletas de resistencia debería estar comprendida entre 1,2 g.kg⁻¹.día⁻¹ y 1,4 g.kg⁻¹.día⁻¹ (Freidman y Lemon, 1989; Lemon, 1995; Meredith et al., 1989; Tarnopolsky et al., 1988). Hay evidencia clara de que los atletas se benefician con una mayor ingesta de proteínas. Lo importante es determinar qué tipo de proteínas consumir.

EVALUACION DE LAS PROTEINAS

La composición de las diferentes proteínas puede ser tan particular, que su influencia en la función fisiológica dentro del cuerpo humano podría ser bastante diferente. La calidad de una proteína es vital cuando se consideran los beneficios nutricionales que puede proporcionar. Determinar la calidad de una proteína es analizar su composición de aminoácidos esenciales, digestibilidad y biodisponibilidad de aminoácidos (FAO/WHO, 1990). Hay varias escalas de medición y técnicas que se usan para evaluar la calidad de una proteína.

Escalas de Evaluación de Proteínas

Existen varios métodos para determinar la calidad de las proteínas. Estos métodos han sido identificados como índice de eficiencia proteica, valor biológico, utilización neta de la proteína y puntaje de aminoácidos corregidos por digestibilidad.

Índice de Eficiencia Proteica

El índice de eficiencia proteica (PER) determina la efectividad de una proteína a través de la medición del crecimiento animal. Esta técnica consiste en alimentar ratas con una proteína de prueba y luego medir el aumento de peso en gramos, por gramo de proteína consumida. Luego, el valor obtenido se compara con un valor de referencia igual a 2,7 que es el valor estándar de la proteína caseína. Se considera que cualquier valor que exceda 2,7 constituye una fuente de proteínas excelente. Sin embargo, este cálculo proporciona una estimación del crecimiento en las ratas, pero no tiene una fuerte correlación con las necesidades de crecimiento de las personas.

Valor Biológico

El valor biológico mide la calidad de las proteínas a través del cálculo del nitrógeno usado en la formación de tejido, dividido por el nitrógeno que ha sido incorporado en los alimentos. Este producto se multiplica por 100 y se expresa como porcentaje de nitrógeno utilizado. El valor biológico proporciona una medida de cuan eficientemente el cuerpo utiliza las proteínas consumidas en la dieta. Una comida con un valor elevado se correlaciona con un elevado suministro de aminoácidos esenciales. Las fuentes animales generalmente poseen un valor biológico más alto que las fuentes vegetales, debido a la carencia de uno o más aminoácidos esenciales que tienen estas últimas. Sin embargo hay, algunos problemas inherentes con este sistema de valoración.

El valor biológico no tiene en cuenta diferentes factores clave que influyen en la digestión de las proteínas y su interacción con otros alimentos antes de la absorción. El valor biológico también mide la calidad potencial máxima de una proteína y no estima los niveles de proteína requeridos.

Utilización Neta de Proteínas

La utilización neta de proteínas es similar al valor biológico sólo que involucra una medida directa de retención de nitrógeno absorbido. La utilización neta de proteínas y el valor biológico miden los dos el mismo parámetro de retención de nitrógeno, sin embargo, la diferencia recae en que el valor biológico se calcula a partir del nitrógeno absorbido mientras que la utilización neta de proteínas se calcula a partir del nitrógeno ingerido.

Puntaje de Aminoácidos corregidos por Digestibilidad

En 1989, la Organización para la Agricultura y Alimentación y la Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO) en una declaración de posición declararon que la calidad de la proteína podría ser determinada expresando el contenido del primer aminoácido esencial limitante de la proteína de prueba, en forma de porcentaje del contenido del mismo aminoácido en relación a un patrón de referencia de aminoácidos esenciales (FAO/WHO, 1990). Los valores de referencia utilizados, se basaron en los requerimientos de aminoácidos esenciales de niños de edad preescolar. La recomendación de la declaración de FAO/WHO fue tomar este valor de referencia y corregirlo según la verdadera digestibilidad fecal de la proteína de prueba. El valor obtenido es el puntaje de aminoácidos corregidos por digestibilidad (PDCAAS). Este método se ha adoptado como el método preferido para medir el valor de la proteína en la nutrición humana (Schaafsma, 2000). La Tabla 1 proporciona una medida de la calidad de diferentes proteínas utilizando éstas escalas de clasificación de proteínas.

Tipo de proteína	Índice de eficiencia proteica	Valor Biológico	Utilización neta de proteínas	PDCAAS
Carne vacuna	2,9	80	73	0,92
Porotos/Frijoles Negros	0		0	0,75
Caseína	2,5	77	76	1,00
Huevo	3,9	100	94	1,00
Leche	2,5	91	82	1,00
Maní/Cacahuete	1,8			0,52
Proteína de Soja	2,2	74	61	1,00
Gluten de Triigo	0,8	64	67	0,25
Proteína de Suero	3,2	104	92	1,00

Tabla 1. Escalas de clasificación de las proteínas. PDCAAS: puntaje de aminoácidos corregidos por digestibilidad. Adaptado de: U.S Dairy Export Council, Reference Manual for U.S. Whey Products 2nd Edition, 1999 and Sarwar, 1997.

Aunque el PDCAAS es actualmente el método más aceptado y ampliamente utilizado, todavía existen limitaciones, en

relación con la sobreestimación en los ancianos (probablemente relacionado a valores de referencias establecidos en función de individuos jóvenes), influencia de la digestibilidad ilíaca y de los factores antinutricionales (Sarwar, 1997).

Los aminoácidos que son transportados más allá del íleon terminal, podrían ser una importante ruta de consumo de aminoácidos por parte de las bacterias, por lo que los aminoácidos que llegan al colon probablemente no se utilizarán para formar proteínas, a pesar de que no aparezcan en las heces (Schaafsma, 2000). Por lo tanto, para obtener una medida verdaderamente válida de la digestibilidad fecal, la ubicación en que ocurre la síntesis de proteínas es importante para hacer una determinación más exacta. Así, la digestibilidad ileal proporcionaría una medida más exacta de digestibilidad. Sin embargo, el PDCAAS, no considera la digestibilidad ileal en su ecuación. Esta es una de las limitaciones del mismo (Schaafsma 2000).

Se ha informado que los factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina, lectinas y taninos presentes en ciertas fuentes de proteínas como los alimentos a base de soja, arvejas y habas, aumentarían las pérdidas de proteínas endógenas en el íleon terminal (Salgado et al., 2002). Estos factores antinutricionales pueden causar una menor hidrólisis de las proteínas y una menor absorción de aminoácidos. Esto también puede ser producido por la edad, a causa de que la capacidad del intestino de adaptarse a los desarreglos nutricionales de la dieta, puede disminuir como parte del proceso de envejecimiento (Sarwar, 1997).

FUENTES DE PROTEINAS

Las proteínas están disponibles en una variedad de fuentes dietarias. Éstas incluyen alimentos de origen animal y vegetal, así como también la industria de suplementos deportivos altamente comercial. En las siguientes secciones se analizarán proteínas de origen animal y vegetal, entre las que se incluyen al suero, caseína y soja. La determinación de la efectividad de una proteína se lleva a cabo determinando su calidad y digestibilidad. La calidad se refiere a la disponibilidad de aminoácidos que proporciona y la digestibilidad considera cómo mejor se utiliza la proteína. Generalmente, se considera que las todas las fuentes dietarias de proteínas animales aportan proteínas completas. O sea, una proteína que contiene todos los aminoácidos esenciales. Las proteínas de origen vegetal son incompletas, por que generalmente carecen de uno o dos aminoácidos esenciales. Así, alguien que desea incorporar sus proteínas a partir de fuentes vegetales (o sea, un vegetariano), necesitará consumir una variedad de verduras, frutas, granos y legumbres para asegurar el consumo de todos los aminoácidos esenciales. De esta manera, los individuos pueden cubrir los requerimientos de proteínas necesarios sin consumir carne, pollo o leche. Las evaluaciones de digestibilidad de las proteínas, normalmente involucran la medición de cómo el cuerpo puede utilizar eficientemente las fuentes de proteínas de la dieta. Generalmente, las fuentes de proteína vegetal no poseen puntuaciones tan altas en las escalas de valor biológico, utilización neta de proteínas, PDCAAS e índice de eficiencia proteica, como las proteínas animales.

Proteínas Animales

Las proteínas de origen animal (es decir huevos, leche, carne, pescado y pollo) tienen la puntuación de calidad más alta de los alimentos. Esto se debe principalmente a que las proteínas de estas fuentes son "completas". Si bien las proteínas animales también se asocian con una elevada ingesta de grasas saturadas y colesterol, hay diferentes estudios que demostraron beneficios positivos de las proteínas animales en diferentes grupos poblacionales (Campbell et al., 1999; Godfrey et al., 1996; Pannemans et al., 1998).

Se cree que las proteínas animales consumidas en etapas avanzadas del embarazo, ejercen un papel importante en los niños nacidos con peso corporal normal. Godfrey et al. (1996) analizaron la conducta nutricional de más de 500 mujeres embarazadas para determinar el efecto de la ingesta nutricional sobre la placenta y el crecimiento fetal. Los autores informaron que una ingesta baja de proteínas provenientes de la leche y de la carne, durante las etapas avanzadas del embarazo, se asoció con nacimientos con bajo peso.

Además de los beneficios del consumo de proteínas totales, los sujetos de edad avanzada obtienen también beneficios de consumir proteínas de origen animal. Sujetos que siguieron dietas que contenían carne presentaron mayores aumentos en la masa magra corporal que los sujetos que siguieron una dieta ovo-lacto-vegetariana (Campbell et al., 1999).

También se ha demostrado que las dietas ricas en proteínas animales, provocarían una síntesis neta de proteínas significativamente mayor que una dieta rica en proteínas vegetales (Pannemans et al., 1998). Se sugirió que esto ocurriría a causa de una disminución en la degradación de proteínas, que se produce durante una dieta rica en proteínas animales.

Han surgido numerosas preocupaciones sanitarias planteadas acerca de los riesgos asociados con las proteínas que

proviene principalmente de fuentes animales. Fundamentalmente, estos riesgos para la salud se han centrado en las enfermedades cardiovasculares (debido al elevado consumo de grasa saturada y de colesterol), salud ósea (de la resorción ósea debida al contenido de azufre de los aminoácidos presentes en las proteínas animales) y con otros trastornos fisiológicos que se tratarán en la sección de dietas con alto contenido de proteínas.

Suero

El suero es un término general que hace referencia a la parte líquida translúcida de la leche que queda luego del proceso (coagulación y eliminación de la cuajada) de fabricación de queso. A partir de este líquido, se separan y purifican las proteínas del suero por medio de diferentes técnicas, lo que produce diferentes concentraciones de proteínas en el suero.

El suero es uno de los dos grupos de proteínas principales de la leche bovina, ya que representa el 20% de la leche, mientras que el resto está representado por la caseína. Todos los constituyentes de las proteínas del suero aportan niveles altos de aminoácidos esenciales y de cadena ramificada. La actividad biológica de estas proteínas también posee muchas propiedades beneficiosas. Adicionalmente, el suero también es rico en vitaminas y minerales. Las proteínas del suero son muy reconocidas por su aplicación en la nutrición deportiva. Adicionalmente, los productos del suero también están presentes en productos de panadería, aderezos, emulsionantes, fórmulas infantiles y formulaciones nutricionales médicas.

Variedad de Proteínas del Suero

Hay tres tipos principales de proteínas de suero que provienen de diferentes técnicas de procesamiento para separar las proteínas del suero. Estas son suero en polvo, concentrado de suero y aislado de suero. En la Tabla 2 se observa la composición de las proteínas del suero.

Proteínas de Suero en Polvo

Las proteínas de suero en polvo tienen muchas aplicaciones en la industria de alimentos. Es posible encontrarlas en alimentos en forma de aditivo para productos relacionados a carnes, lechería, panadería, confitería y bocadillos (*snacks*). Hay diferentes variedades de suero en polvo entre las que se encuentran el suero dulce, el suero ácido (en los aderezos), suero desmineralizado (principalmente se observa como un aditivo de alimentos, tales como las fórmulas infantiles) y las formas reducidas. Las fórmulas reducidas y las desmineralizadas no se usan en los suplementos deportivos.

Concentrado de Proteínas de Suero

Durante el proceso de concentrado del suero se elimina el agua, la lactosa, las cenizas y algunos minerales. Además, en comparación con el aislado de suero, el concentrado generalmente contiene componentes y proteínas con mayor actividad biológica, lo que lo transforma en un suplemento muy atractivo para los deportistas.

Aislado de Proteínas de Suero (WPI)

El aislado de proteínas de suero constituye la fuente más pura de proteínas disponible. Contienen concentraciones de proteínas de 90% o superiores.

Durante el proceso de elaboración del aislado hay una eliminación significativa de grasa y de lactosa.

Por lo tanto, los individuos que tienen intolerancia a la lactosa pueden consumir frecuentemente estos productos de una manera segura (Geiser, 2003). Si bien la concentración de proteínas en este tipo de proteína de suero es la más alta, a menudo contiene proteínas que se han desnaturalizado a causa del proceso industrial. La desnaturalización de proteínas involucra la ruptura de la estructura proteica y de las uniones peptídicas, con la consiguiente reducción en la efectividad de las mismas.

Componente	Proteínas de Suero en polvo	Concentrado de proteínas de suero	Aislado de proteínas de suero
Proteína	11 - 14,5	25 - 89	90 +
Lactosa	63 - 75	10 - 55	0,5
Grasa de leche	1 - 1,5	2 - 10	0,5

Tabla 2. Composición (%) de las diferentes formulaciones proteicas elaboradas a partir del suero. Adaptado de Geiser, 2003.

El suero es una proteína completa cuyos componentes biológicamente activos aportan beneficios adicionales para mejorar la salud humana.

Las proteínas del suero aportan una buena cantidad del aminoácido cisteína. La cisteína aumentaría los niveles de glutatión que tendría fuertes propiedades antioxidantes que pueden ayudar al cuerpo a combatir las diferentes enfermedades (Counous, 2000).

Además, las proteínas del suero contienen otras tantas proteínas que tienen una influencia positiva sobre la respuesta inmunitaria, como la actividad antimicrobiana (Ha y Zemel, 2003). Las proteínas del suero también contienen una elevada concentración de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) que son importantes por su papel en el mantenimiento de los tejidos y en la prevención de acciones catabólicas durante el ejercicio. (MacLean et al., 1994).

Caseína

La caseína es el principal componente proteico que se encuentra en la leche bovina, ya que representa casi un 70-80% de su contenido total de proteínas y es responsable del color blanco de la misma. En la actualidad es la proteína láctea frecuentemente más usada en la industria. Las proteínas de la leche tienen una importancia fisiológica significativa en el cuerpo, en aquellas funciones relacionadas con la captación de nutrientes y vitaminas y, además son una fuente de péptidos biológicamente activos. Al igual que el suero, la caseína es una proteína completa y también contiene minerales como calcio y fósforo. La caseína tiene un índice PDCAAS de 1,23 (generalmente se informa como un valor entero de 1,0) (Deutz et al. 1998).

La caseína está presente en la leche en forma de micela, que es una gran partícula coloidal. Una propiedad atractiva de las micelas de caseína es su capacidad para formar un gel o coagular en el estómago. La capacidad de formar este grumo la hace muy eficaz en el suministro de nutrientes. El grumo puede permitir una liberación lenta y sostenida de aminoácidos al torrente sanguíneo, que algunas veces se extiende durante varias horas (Boirie et al. 1997).

Esto permite una mejor retención y utilización de nitrógeno por el cuerpo.

Calostro Bovino

El calostro bovino es el líquido que secretan las hembras de los mamíferos “antes” de secretar la leche, los primeros días posteriores a la parición. Este fluido, rico en nutrientes, es importante para el recién nacido por su capacidad de proporcionar anticuerpos y ayudar en el crecimiento de los tejidos que se están desarrollando en las primeras etapas de la vida. Hay evidencia que certifica que el calostro bovino contiene factores de crecimiento que estimulan el crecimiento celular y la síntesis de ADN (Kishikawa et al., 1996), y obviamente con dichas propiedades, se transforma en una opción interesante como un potencial suplemento deportivo.

Aunque el calostro bovino no ha sido considerado típicamente como un suplemento alimentario, el consumo de este suplemento de proteínas como ayuda ergogénica, por parte de atletas de fuerza/potencia se ha vuelto frecuente. Se ha demostrado que la suplementación oral con calostro bovino elevaría el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF⁻¹) (Mero et al., 1997) y aumentaría la formación de tejido magro (Antonio et al, 2001; Brinkworth et al., 2004). Sin embargo, los resultados sobre la mejora del rendimiento deportivo no permiten extraer grandes conclusiones. Mero y colegas (1997) no observaron ningún cambio en el rendimiento de salto vertical luego de 2 semanas de suplementación, y Brinkworth y colegas (2004) no observaron ninguna diferencia significativa en la fuerza luego de 8 semanas de entrenamiento y suplementación, ni en los sujetos entrenados ni en los sujetos desentrenados. En contraste, se observaron mejoras significativas en el rendimiento de esprint en jugadores de hockey de elite, luego de 8 semanas de suplementación (Hofman et al., 2002). Es necesario realizar investigaciones adicionales respecto a la suplementación con calostro.

Proteínas Vegetales

Las proteínas de origen vegetal, cuando se combinan para proveer todos los aminoácidos esenciales, proporcionan una excelente fuente de proteínas, ya que probablemente permitirán una reducción en la ingesta de grasas saturadas y colesterol. Las fuentes más comunes incluyen legumbres, nueces y soja.

Aparte de estos productos, la proteína vegetal también puede encontrarse en una forma fibrosa llamada proteína vegetal texturizada (TVP). La TVP se produce aislando las proteínas a partir de la harina de soja. La TVP es principalmente una alternativa para la carne y funciona como un análogo de la carne en los *hot dogs* vegetarianos, hamburguesas, bocadillos

de pollo, etc. También es una fuente de proteínas vegetales reducida en calorías y en grasas.

Las fuentes de proteínas vegetales también proporcionan otros numerosos nutrientes como los fitoquímicos y la fibra que también son muy importantes en la dieta.

Soja

La soja es la fuente de proteína vegetal más consumida. La soja, de la familia de las leguminosas, fue descubierta por primera vez en China en el año 2838 A.C. y se consideraba tan valiosa como el trigo, la cebada y el arroz, como un alimento importante.

La popularidad de la soja se expandió hacia otros países, pero no ganó popularidad por su valor nutritivo en Estados Unidos hasta los años veinte. La población americana consume una ingesta relativamente baja de proteínas de soja (5 g.día⁻¹) en comparación con los países asiáticos (Hasler, 2002).

Aunque parte de la responsabilidad puede recaer en las diferencias culturales, la baja puntuación obtenida en el índice PER, podría haber influenciado el consumo de éstas proteínas. Sin embargo, cuando se utiliza el índice de PDCAAS, el cual es más exacto, se informó que la proteína de soja era equivalente a la proteína animal con una puntuación de 1,0, el puntaje más alto posible (Hasler, 2002). La calidad de la soja, la transforma en una alternativa muy atractiva, para aquéllos que buscan fuentes de proteínas no animales para su dieta y aquéllos que poseen intolerancia a la lactosa. La soja es una proteína completa con una elevada concentración de aminoácidos de cadena ramificada. Se han informado muchos beneficios de las proteínas de la soja relacionados a la salud y al rendimiento (entre los que se incluyen la reducción del perfil de lípidos plasmáticos, aumento en la oxidación de colesterol LDL y disminución de la tensión arterial), sin embargo todavía es necesario realizar investigaciones adicionales sobre estos aspectos.

Tipos de Proteína de Soja

La soja puede separarse en tres categorías distintas; harina, concentrados y aislados. La harina de soja puede ser clasificada en tipo natural o con contenido graso (contiene los aceites naturales), desgrasada (se extrajeron los aceites) y lecitinada (con agregado de lecitina) (Hasler, 2002). De las tres categorías diferentes de productos de proteínas de soja, la harina de soja es la forma refinada. Normalmente se encuentra en productos cocidos. Otro producto formado por harina de soja se denomina harina de soja texturizada. Esta se usa principalmente como una sustancia para adulterar derivados cárnicos. En la Tabla 3 se muestra la composición proteica de la harina, concentrados y aislados de soja.

Formulación de proteína de Soja	Composición proteica
Harina de soja	50%
Concentrado de soja	70%
Aislado de soja	90%

Tabla 3. Composición proteica de las formulaciones de proteínas de soja.

El concentrado de soja fue desarrollado a fines de 1960 y principios de 1970 y se obtiene a partir de soja desgrasada. Si bien se conserva la mayor parte del contenido proteico del poroto, los concentrados no contienen tantos carbohidratos solubles como la harina, lo que lo hace más aceptable. El concentrado de soja tiene una elevada digestibilidad y está presente en las barras nutritivas, cereales y yogures.

El aislado de soja, es el producto de proteínas de soja más refinado y contiene la mayor concentración de proteínas, pero a diferencia de la harina y el concentrado, no contiene fibra dietaria. El aislado surge alrededor de los años cincuenta en Los Estados Unidos. Es muy fácil de digerir y de incorporar a las comidas y a las bebidas deportivas y para la salud, así como también a las fórmulas infantiles.

Beneficios Nutricionales

Durante siglos, la soja ha formado parte de la dieta humana. Los epidemiólogos fueron probablemente los primeros en reconocer los beneficios de la soja para la salud global cuando evaluaban las poblaciones que tenían una ingesta elevada de soja.

Estas poblaciones compartían menores incidencias de ciertos cánceres, menores afecciones cardíacas y mejoras en los

síntomas de la menopausia y en la osteoporosis en las mujeres (Hasler, 2002). Sobre la base de numerosos estudios que evaluaron los beneficios de las proteínas de soja sobre la salud, la Asociación Americana del Corazón, emitió una declaración en la cual recomendaba consumir alimentos con proteínas de soja y seguir una dieta baja en grasas saturadas y colesterol para promover la salud del corazón (Erdman, 2000). Los beneficios para la salud asociados con las proteínas de la soja, se relacionan con los componentes fisiológicamente activos que contiene, como los inhibidores de proteasas, fitoesteroles, saponinas e isoflavonas (Potter, 2000). Estos componentes se destacan por sus efectos demostrados de disminución de lípidos, aumento en la oxidación de colesterol LDL y efectos beneficiosos asociados a la disminución de la presión arterial.

Isoflavonas

De los muchos componentes activos de los productos de soja, las isoflavonas han captado considerablemente más atención que los otros. Se cree que las isoflavonas son beneficiosas para la salud cardiovascular, posiblemente porque disminuyen las concentraciones de LDL (Crouse et al., 1999), aumentan la oxidación de LDL (Tikkanen et al., 1998) y mejoran la elasticidad de los vasos (Nestel et al., 1999). Sin embargo, estos estudios poseen resultados contradictorios y por lo tanto se necesitan investigaciones más detalladas acerca de los beneficios de las isoflavonas.

Beneficios de la Soja para las Mujeres

Los estudios que investigan la suplementación con soja se han centrado además, en los problemas de salud de las mujeres. Se ha planteado la hipótesis que indica que dado que las isoflavonas son considerados fitoestrógenos (presentan efectos similares al del estrógeno y se unen a los receptores del estrógeno), los mismos compiten con el estrógeno endógeno, por los sitios de unión a los receptores de estrógeno en el tejido mamario, reduciendo potencialmente el riesgo de sufrir cáncer de mama (Wu et al. 1998). Todavía no ha sido completamente establecida, la asociación entre la ingesta de soja y el riesgo de padecer cáncer de mama. Sin embargo, otros estudios han demostrado efectos positivos de la suplementación con proteínas de soja para mantener el contenido mineral de los huesos (Ho et al., 2003) y reducir la severidad de síntomas de la menopausia (Murkies et al., 1995).

DIETAS RICAS EN PROTEINAS

Generalmente la ingesta elevada y la suplementación con proteínas han sido observadas en las poblaciones de deportistas. Sin embargo, en los últimos años las dietas ricas en proteínas se han vuelto un método utilizado por la población general para favorecer la disminución de peso. La dieta baja en carbohidratos, rica en proteínas y grasas promovida por Atkins, es en la actualidad la dieta más popular utilizada para perder peso en los Estados Unidos (Johnston et al., 2004). El fundamento de esta dieta es que el consumo de proteínas produce una sensación de saciedad y disminución voluntaria del consumo de calorías (Araya et al., 2000; Eisenstein et al., 2002). Un estudio reciente demostró que la dieta de Atkins puede producir una disminución de peso mayor en 3 y 6 meses que una dieta baja en grasas, y rica en carbohidratos basada en las recomendaciones dietéticas americanas (Foster et al. 2003). Sin embargo, han surgido potenciales riesgos para la salud relacionados a la seguridad de las dietas ricas en proteínas. En 2001, la Asociación Americana del Corazón publicó una declaración sobre la proteína dietaria y la reducción de peso, y sugirió que los individuos que siguen una dieta de éste tipo, pueden tener riesgo potencial de sufrir problemas metabólicos, cardíacos, renales, óseos y enfermedades del hígado (St. Jeor et al., 2001).

Ingesta de Proteínas y Riesgo de Padecer Enfermedades Metabólicas

Una de las mayores preocupaciones de los individuos que consumen dietas ricas en proteínas, y bajas en carbohidratos es la posibilidad de desarrollar cetosis metabólica. A medida que disminuyen las reservas de carbohidratos, el cuerpo recurre a la grasa como principal fuente de energía. La mayor cantidad de ácidos grasos libres utilizados por el hígado para obtener energía, producirá una mayor producción y liberación de cuerpos cetónicos a la circulación. Esto aumentará el riesgo de presentar acidosis metabólica y eventualmente puede conducir a un estado de coma y a la muerte. Un estudio clínico reciente realizado en diferentes sitios (Foster et al. 2003) evaluó los efectos de una dieta baja en carbohidratos, rica en proteínas, e informaron un aumento significativo en los cuerpos cetónicos durante los primeros tres meses del estudio.

Sin embargo, a medida que el estudio avanzaba en el tiempo, disminuyó el porcentaje de sujetos con concentraciones positivas de cetonas en la orina y a los seis meses no se observaron cetonas en orina en ninguno de los sujetos.

Proteína Dietaria y Riesgo de Enfermedad Cardiovascular

También se ha sugerido que las dietas ricas en proteínas tendrían efectos negativos sobre el perfil de lípidos sanguíneos y

sobre la presión sanguínea, aumentando el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Esto se debe principalmente a la mayor ingesta de grasa asociada con estas dietas. Sin embargo, esto no ha sido científicamente comprobado en ningún estudio controlado. Hu et al., (1999) observaron una relación inversa entre las proteínas dietarias (animal y vegetal) y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares en mujeres, y Jenkins y colegas (2001) observaron una disminución en los perfiles de lípidos en individuos que consumían una dieta rica en proteínas. Además, se ha observado que la ingesta de proteínas, a menudo tiene una relación negativa con la presión arterial (Obarzanek et al., 1996). Entonces, aparentemente la preocupación relacionada a que las dietas ricas en proteínas podrían aumentar el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares no tendría demasiado valor. Probablemente, el menor peso corporal asociado con este tipo de dieta facilita estos cambios.

En atletas de fuerza/potencia que consumían dietas ricas en proteínas, una gran preocupación era la cantidad de alimentos ricos en grasas saturadas que se consumían. Sin embargo, con mejor conocimiento y educación nutricional, muchos de estos deportistas pueden obtener sus proteínas de fuentes que minimicen la cantidad de grasa consumida. Por ejemplo, retirar la piel de la pechuga de pollo, consumir pescado y carnes magras y clara de huevo.

Además, hay muchos suplementos de proteínas disponibles que contienen poco o nada de grasa. Sin embargo, es necesario reconocer, que si el aumento de proteínas proviene principalmente de carnes, producto lácteos y huevos, sin tener en cuenta la ingesta de grasa, probablemente aumentará el consumo de grasa saturada y colesterol.

Proteína Dietaria y Función Renal

La mayor preocupación asociada con la función renal fue el papel que los riñones desempeñan en la excreción de nitrógeno y la posibilidad de que una dieta rica en proteínas provoque demasiado estrés en los riñones. En los individuos saludables no se presentaría ningún efecto adverso apartirde una dieta con elevado contenido de proteínas. En un estudio realizado con fisiculturistas que consumían una dieta rica en proteínas (2,8 g.kg⁻¹) no se observó ningún cambio negativo en los tests de funcionamiento de los riñones (Poortsman y Dellalieux, 2000). Sin embargo, en individuos con enfermedades de riñón pre-existentes se recomienda que limiten su ingesta de proteínas a aproximadamente la mitad del nivel normal de ingesta diaria recomendada de proteínas (0,8 g.kg⁻¹.día⁻¹). Se cree que la disminución en la ingesta de proteínas reduce la progresión de las enfermedades renales disminuyendo la hiperfiltración (Brenner et al., 1996).

Proteína Dietaria y Hueso

Las dietas ricas en proteínas se asocian con un aumento en la excreción de calcio. Esto se debe aparentemente, a un consumo de proteína animal, que es más rica en aminoácidos que contienen azufre que las proteínas vegetales (Remer y Manz, 1994; Barzel y Massey, 1998). Se piensa que los aminoácidos que contienen azufre son la principal causa de la calciuria (pérdida de calcio). El mecanismo que regula esto, probablemente se relaciona con un aumento en la secreción de ácido a causa del consumo elevado de proteínas. Si los riñones son incapaces de amortiguar los elevados niveles de ácido endógeno, otros sistemas fisiológicos, como los huesos, deberán compensar ésto. Los huesos actúan como un depósito de sustancias alcalinas y como resultado, el calcio se libera de los huesos para actuar como amortiguador (*buffer*) de los niveles elevados de ácido, para así restaurar el equilibrio ácido-base. La liberación de calcio por el hueso se lleva a cabo a través de la resorción ósea mediada por osteoclastos (Arnett y Spowage, 1996). La resorción ósea (pérdida o remoción de hueso) provocará una disminución en el contenido mineral de los huesos y en la masa ósea (Barzel, 1976), aumentando el riesgo de fracturas óseas y osteoporosis.

En diferentes estudios se ha analizado el efecto del tipo de proteína consumido sobre la resorción ósea. Sellmeyer y colegas (2001) analizaron los efectos de diferentes proporciones de proteína animal/vegetal ingeridas para mujeres mayores (>65 años). Los autores demostraron que las mujeres que consumían la proporción proteína animal/vegetal más alta, tenían un riesgo casi 4 veces mayor de sufrir fractura de cadera que las mujeres que consumían una menor proporción de proteína animal/vegetal.

Notablemente, los autores no informaron ninguna asociación significativa entre la proporción de proteína animal/proteína vegetal y la densidad mineral ósea. Resultados similares fueron obtenidos por Feskanich et al. (1996), pero en una población de mujeres más jóvenes (edades entre=35 - 59 con una edad media de 46). En contraste, otros estudios que analizaron poblaciones de mujeres mayores, han demostrado que una elevada cantidad de proteína animal aumentará la densidad mineral ósea, mientras que un aumento en las proteínas vegetales provocaría una disminución en la misma (Munger et al., 1999; Promislow et al., 2002). Munger y colegas (1999) también informaron un riesgo 69% menor de fractura de cadera a medida que la ingesta de proteína animal se incrementaba, en una gran población de mujeres post-menopáusicas (32000 mujeres). Otros estudios epidemiológicos grandes también confirmaron aumentos en la densidad del hueso en hombres y mujeres de edad avanzada, luego de consumir dietas ricas en proteínas (Dawson-Hughes et al 2002; Hannan et al., 2000). Hannon y colegas (2000) demostraron que una ingesta de proteína animal, muy superior a la recomendada por la ingesta diaria recomendada, provocó un incremento en la densidad ósea y una disminución

significativa en el riesgo de fractura. Dawson-Hughes et al. (2002), no sólo observaron que la proteína animal no aumentaba la excreción urinaria de calcio, si no que también se asociaba con mayores niveles de IGF-I y menores concentraciones del marcador de resorción ósea, N-telopeptido.

Estos resultados contradictorios han contribuido a generar confusión sobre la relación entre la ingesta de proteínas y nivel de salud del hueso. Es probable que otros factores desempeñen un papel importante en la comprensión detallada sobre la influencia que tienen las proteínas dietarias sobre la pérdida o ganancia ósea. Por ejemplo, la ingesta de calcio tendría una función esencial en la conservación del hueso. Una mayor ingesta de calcio permite una mayor absorción de calcio y puede compensar las pérdidas inducidas por la proteína dietaria y reducir el efecto adverso de la acidosis endógena sobre la resorción ósea (Dawson-Hughes, 2003). Además, normalmente se supone que las proteínas animales tienen un mayor contenido, por gramo de proteína, de aminoácidos que contienen azufre. Sin embargo, el análisis de la Tabla 4 demuestra que esto no es del todo correcto. Si la proteína proviniera del trigo tendría 0,69 mEq.g⁻¹ de proteína, mientras que la proteína de la leche contiene 0,55 mEq.g⁻¹ de proteína. Así, algunas proteínas vegetales tendrían un potencial mayor para producir más mEq de ácido sulfúrico por gramo de proteína, que algunas proteínas animales (Massey, 2003). Finalmente, la resorción ósea puede estar relacionada con la presencia o ausencia de un alelo para un receptor de vitamina D. En sujetos que tenían este alelo específico, se observó un aumento significativo en los marcadores de resorción ósea en la orina luego de 4 semanas de suplementación con proteínas, mientras que los sujetos que no tenían éste alelo específico, no presentaron el aumento en el marcador N-telopeptido (Harrington et al., 2004).

Todavía no está claro, el efecto de las proteínas en la salud de los huesos, pero sería prudente supervisar la cantidad de proteína animal en la dieta de aquellos individuos susceptibles. Esto puede ser más pronunciado en individuos que tienen una dotación genética para esto. Sin embargo, si el consumo de proteína animal se modifica a causa de otros nutrientes (por ejemplo el calcio), es posible que disminuyan los efectos sobre la salud de los huesos.

Alimento	MEq.g⁻¹ de proteína
Harina de avena	0,82
Huevo	0,80
Nueces	0,74
Carne de cerdo	0,73
Trigo (integral)	0,69
Arroz blanco	0,68
Cebada	0,68
Atún	0,65
Pollo	0,65
Maíz	0,61
Carne vacuna	0,59
Leche	0,55
Queso Cheddar	0,46
Soja	0,40
Maní	0,40
Mijo	0,31
Almendras	0,23
Papas	0,23

Tabla 4. Aporte potencial de ácido en forma de sulfatos en aminoácidos que contienen azufre: Adaptada de Massey, 2003.

Ingesta de Proteínas y Riesgo de Enfermedad Hepática

La Asociación Americana del Corazón ha sugerido que las dietas ricas en proteínas podrían tener efectos perjudiciales sobre el funcionamiento del hígado (St. Jeor et al., 2001). Esta idea surge de considerar que el hígado estará sometido a estrés, por la metabolización de una mayor ingesta de proteínas.

Sin embargo, no hay ninguna evidencia científica que sustente esta afirmación. Jorda y colegas (1988) revelaron que la ingesta elevada de proteínas en ratas producía cambios morfológicos en las mitocondrias del hígado. Sin embargo, los autores también sugirieron que estos cambios no eran patológicos, pero representaban una adaptación positiva de los

hepatocitos frente a un estrés metabólico.

La proteína es importante para el hígado no sólo para promover la reparación de los tejidos, si no que para proveer agentes lipotróficos, tales como metionina y colina que intervienen en la conversión de grasas a lipoproteínas para que sean removidas del hígado (Navder y Leiber, 2003a). También se ha reconocido la importancia de las dietas ricas en proteínas en los individuos con enfermedades hepáticas y alcohólicas.

Las dietas ricas en proteínas pueden compensar el elevado catabolismo de las proteínas que se observa en las enfermedades hepáticas (Navder y Leiber, 2003b), y se ha demostrado que una dieta rica en proteínas mejoraría la función hepática en individuos que padecen enfermedad del hígado alcohólico (Mendellhall et al., 1993).

COMPARACIONES ENTRE DIFERENTES PROTEÍNAS SOBRE EL RENDIMIENTO EN SERES HUMANOS

Los efectos positivos de las proteínas de diferentes fuentes, sobre el rendimiento deportivo han sido demostrados en discusiones previas sobre suplementación con proteínas. Sin embargo, hay pocos trabajos de investigación que hayan planteado comparaciones entre las diferentes fuentes de proteínas y los cambios en el rendimiento humano.

Recientemente diferentes estudios plantearon comparaciones entre las proteínas del calostro bovino y las del suero. El motivo principal de esta comparación, es el uso por parte de estos investigadores, de las proteínas del suero como grupo placebo en muchos estudios que analizaban el calostro bovino (Antonio et al., 2001; Brinkworth et al., 2004; Brinkworth y Buckley, 2004; Coombes et al., 2002; Hofman et al., 2002), porque la proteína del suero es similar en sabor y textura a la proteína del calostro bovino.

Estudios realizados en atletas amateur no han arrojado conclusiones claras respecto a los beneficios del calostro bovino comparados con los de las proteínas del suero. Varios estudios han demostrado mayores ganancias en la masa corporal magra en individuos que consumían suplementos con calostro bovino en comparación con los que consumían suplementos con suero, pero no observaron cambios en el rendimiento de resistencia o de fuerza (Antonio et al., 2001; Brinkworth et al., 2004). Sin embargo, cuando se realizaron mediciones del rendimiento luego de ejercicio prolongado (tiempo hasta finalizar 2,8 kJ.kg⁻¹ de trabajo, luego de 2-horas de ciclismo), se observó que dosis de suplemento de 20 g.día⁻¹ y 60 g.día⁻¹, aumentaban significativamente el rendimiento en las pruebas por tiempo de ciclistas de competición (Coombes et al., 2002). Estos resultados podrían estar relacionados con una mayor capacidad de amortiguación (*buffer*) luego de la suplementación con calostro. Brinkworth y colegas (2002) informaron que aunque no se observó ningún cambio en el rendimiento de remo, los remeros de elite que se evaluaron presentaron una mayor capacidad de amortiguación (*buffer*) luego de 9-semanas de suplementación con 60 g.día⁻¹ de calostro bovino en comparación con la suplementación con proteínas de suero. La mayor capacidad de amortiguación, luego de la suplementación con calostro, también podría haber influenciado los resultados informados por Hofman et al. (2002). En dicho estudio jugadores de hockey de campo de elite consumieron 60 g.día⁻¹ de un suplemento de calostro o de proteína de suero durante 8-semanas. Se observó una mejora significativamente mayor en el rendimiento de sprints repetidos, en el grupo que recibió el suplemento con calostro que en el grupo que consumió proteínas de suero. Sin embargo, un estudio reciente sugirió que la mejora en el sistema de amortiguación (*buffer*) que se observó luego de la suplementación con calostro no se relaciona con un mejor sistema de amortiguación en el plasma, y que cualquier mejora en la capacidad amortiguadora se produce adentro del tejido (Brinkworth et al., 2004).

En una comparación entre la suplementación con caseína y proteínas de suero, Boirie y colegas (1997) demostraron que un el consumo de 30 g de caseína tenía efectos significativamente diferentes en el aumento de proteínas postprandial que los observados luego del consumo de suero. Los autores demostraron que, luego de la ingesta de proteínas de suero se produce una aparición rápida, elevada y momentánea, de aminoácidos en el plasma. En contraste, la caseína se absorbe más despacio, lo que produce un aumento menos marcado en las concentraciones de aminoácidos en el plasma. La ingestión de proteínas de suero estimuló la síntesis de proteínas en un 68%, mientras que la ingestión de caseína estimuló la síntesis de proteínas en un 31%.

Cuando los investigadores compararon el balance de leucina postprandial después de 7-horas de la ingestión, el consumo de caseína produjo un balance de leucina significativamente mayor, mientras que con el consumo de suero no se observó ningún cambio con respecto al valor inicial luego de 7-horas.

Estos resultados sugieren que la proteína del suero estimula una síntesis rápida de proteínas, pero que gran parte de estas proteínas se oxidan (es utilizada como combustible), mientras que la caseína puede producir una mayor acumulación de

proteínas durante mayor cantidad de tiempo. Un estudio posterior demostró que la ingestión repetida de proteínas de suero [la misma cantidad de proteínas pero consumidas a lo largo de un período prolongado de tiempo (4 horas), en comparación con una sola ingestión] produjo una oxidación neta de leucina mayor que una sola ingesta de caseína o de suero (Dangin et al., 2001). Notablemente, la caseína y el suero aportan proteínas completas, pero poseen una composición de aminoácidos diferente. La glutamina y la leucina tienen roles importantes en el metabolismo de las proteínas musculares, y la caseína contiene 11,6 y 8,9 g de estos aminoácidos, respectivamente, mientras que el suero contiene 21,9 y 11,1 g de estos aminoácidos, respectivamente. Así, la tasa de digestión de la proteína puede ser más importante que la composición de aminoácidos que tenga la misma.

En un estudio realizado con policías con sobrepeso, donde se analizaron los efectos de la caseína y el suero sobre los parámetros de composición corporal y fuerza, 12 semanas de suplementación provocaron un aumento significativo de la fuerza y de la acumulación de tejido magro en aquellos sujetos que ingirieron caseína, en comparación con los que ingirieron suero (Demling y DeSanti, 2000). La suplementación con proteínas aportó un consumo de proteína relativo de 1,5 g.kg.día⁻¹. Los sujetos recibieron el suplemento dos veces por día con aproximadamente 8-10 horas de separación.

Se conoce solo un estudio que haya realizado una comparación entre suplementación con calostro, suero y caseína (Fry et al. 2003). Luego de 12-semanas de suplementación, los autores no observaron ninguna diferencia significativa en la masa magra corporal, ni en el rendimiento de fuerza o potencia entre los grupos. Sin embargo, los resultados de este estudio deben ser analizados con cuidado. El estudio fue realizado con hombres y mujeres que realizaban entrenamiento de la fuerza con propósitos recreativos. Además, el número de sujetos en cada grupo era de 4-6 sujetos por grupo.

Con una población de sujetos heterogénea y un número de sujetos bajo, la potencia estadística de este estudio es bastante baja. Sin embargo, los autores analizaron el tamaño de efecto para explicar la baja potencia estadística. Aunque este análisis no modificó ninguna de las observaciones. Claramente, es necesario realizar investigaciones adicionales que comparen los diferentes tipos de proteínas con respecto al aumento en el rendimiento. Sin embargo, es probable que una combinación de diferentes proteínas de diferentes fuentes aporte los mejores beneficios para el rendimiento.

CONCLUSIONES

Parecería que desde la niñez hasta la madurez las proteínas animales son una fuente importante de proteínas para los seres humanos. Sin embargo, es necesario reconocer los potenciales problemas de salud asociados con una dieta basada en proteínas que provengan principalmente de fuentes animales.

Con una combinación apropiada de fuentes, las proteínas vegetales pueden proporcionar beneficios similares a los de las proteínas de origen animal. El mantenimiento de la masa magra corporal se vuelve un aspecto importante. Sin embargo, hay datos interesantes respecto a los beneficios sobre la salud asociados con el consumo de proteína de soja.

En atletas que complementan sus dietas con proteína adicional, se ha observado que la caseína aporta el mayor beneficio para aumentar la síntesis de proteínas durante mayor cantidad de tiempo. Sin embargo, la proteína del suero tiene un mayor beneficio inicial para la síntesis de proteínas. Estas diferencias se deben a sus tasas de absorción. Es probable que sea beneficioso ingerir una combinación de los dos tipos, o una ingesta más pequeña, pero más frecuente de proteínas de suero podría ser más beneficiosa. Considerando la escasez de investigaciones que hayan estudiado diferentes fuentes de proteínas en los estudios de suplementación deportiva, es necesario realizar más investigaciones para evaluar los beneficios de estas diferentes fuentes de proteínas.

Puntos Clave

Las poblaciones de deportistas poseen mayores necesidades proteicas

Las proteínas animales son una fuente importante de proteínas, sin embargo aquellas dietas que contienen proteínas provenientes principalmente de fuentes animales, plantean algunos riesgos potenciales para la salud.

Con una adecuada combinación de fuentes, las proteínas vegetales pueden aportar los mismos beneficios que las animales.

La suplementación con caseína, aportaría los mejores beneficios sobre la síntesis de proteínas durante mayor cantidad de tiempo.

Dirección para el Envío de Correspondencia

REFERENCIAS

1. Antonio J., Sanders M. and Van Gammeren D (2001). The effects of bovine colostrums supplementation on body composition and exercise performance in active men and women. *Nutrition* 17, 243-247
2. Araya H., Hills J., Alvina M. and Vera G (2000). Short-term satiety in preschool children: A comparison between high protein meal and a high complex carbohydrate meal. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 51, 119-124
3. Arnett T. R. and Spowage M (1996). Modulation of the resorptive activity of rat osteoclasts by small changes in extracellular pH near the physiological range. *Bone* 18, 277-279. Barzel, U.S. (1976) Acid-base balance in disorders of calcium metabolism. *NY State Journal of Medicine* 76, 234-237
4. Barzel U. S. and Massey L. K (1998). Excess dietary protein can adversely affect bone. *Journal of Nutrition* 128, 1051-1053
5. Boirie Y., Dangin M., Gachon P., Vasson M. P., Maubois J. L. and Beaufrere B (1997). Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proclamations of National Academy of Sciences* 94, 14930-14935
6. Brenner B. M., Lawler E. V. and Mackenzie H. S (1996). The hyperfiltration theory: a paradigm shift in nephrology. *Kidney International* 49, 1774-1777
7. Brinkworth G. D. and Buckley J. D (2004). Bovine colostrums supplementation does not affect plasma buffer capacity or haemoglobin content in elite female rowers. *European Journal of Applied Physiology* 91, 353-356
8. Brinkworth G., Buckley J., Bourdon P., Bulbin J. and David A (2002). Oral bovine colostrum supplementation enhances buffer capacity, but not rowing performance in elite female rowers. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 12, 349-363
9. Brinkworth G. D., Buckley J. D., Slavotinek J. P. and Kurmis A. P (2004). Effect of bovine colostrum supplementation on the composition of resistance trained and untrained limbs in healthy young men. *European Journal of Applied Physiology* 91, 53-60
10. Buckley J. D., Brinkworth G. D. and Abbott M. J (2004). Effect of bovine colostrums on anaerobic exercise performance and plasma insulin-like growth factor I. *Journal of Sport Sciences* 21, 577-588
11. Campbell W. W., Barton Jr. M. L., Cyr-Campbell D., Davey S. L., Beard J. L., Parise G. and Evans W. J (1999). Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovo vegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *American Journal of Clinical Nutrition* 70, 1032-1039
12. Coombes J. S., Conacher M., Austen S. K. and Marshall P. A (2002). Does effects of oral bovine colostrums on physical work capacity in cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 34, 1184-1187
13. Counous G (2000). Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Research* 20, 4785-4792
14. Crouse J. R., Morgan T., Terry J. G., Ellis J., Vintolins M. and Burke G. L (1999). A randomized trial comparing the effect of casein with that of soy protein containing varying amounts of isoflavones on plasma concentrations of lipids and lipoproteins. *Archives of Internal Medicine* 159, 2070-2076
15. Dangin M., Boirie Y., Guillet C. and Beaufrere B (2002). Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *Journal of Nutrition* 132, 3228S-3233S
16. Dawson-Hughes B (2003). Calcium and protein in bone health. *Proclamations of the Nutrition Society* 62, 505-509
17. Dawson-Hughes B. and Harris S. S (2002). Calcium intake influences the association of protein intake with rates of bone loss in elderly men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* 75, 773-779
18. Demling R. H. and DeSanti L (2000). Effect of a hypocaloric diet, increased protein intake and resistance training on lean mass gains and fat mass loss in overweight police officers. *Annals of Nutrition Metabolism* 44, 21-29
19. Deutz N. E. P., Bruins M. J. and Soeters P. B (1998). Infusion of soy and casein protein meals affects interorgan amino acid metabolism and urea kinetics differently in pigs. *Journal of Nutrition* 128, 2435-2445
20. Eisenstein J., Roberts S. B., Dallal G. and Saltzman E (2002). High-protein weight-loss diets: are they safe and do they work? A review of the experimental and epidemiologic data. *Nutrition Reviews* 60, 189-200
21. Erdman J. W. Jr (2000). Soy protein and cardiovascular disease. A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the AHA. *Circulation* 102, 2555-2559
22. Fern E. B., Bielinski R. N. and Schutz Y (1991). Effects of exaggerated amino acid and protein supply in man. *Experientia* 47, 168-172
23. Feskanich D., Willett W. C., Stampfer M. J. and Colditz G. A (1996). Protein consumption and bone fractures in women. *American Journal of Epidemiology* 143 472-479
24. Food and Agriculture Organization/ World Health Organization (1990). Protein quality evaluation; report of the joint FAO/WHO expert consultation. *FAO Food and Nutrition Paper* 52, Rome, Italy
25. Foster G. D., Wyatt H. R., Hill J. O., McGuckin B. G., Brill C., Mohammed B. S., Szapary P. O., Rader D. J., Edman J. S. and Klein S (2003). A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *The New England Journal of Medicine* 348, 2082-2090
26. Friedman J. E. and Lemon P. W. R (1989). Effect of chronic endurance exercise on the retention of dietary protein. *International Journal of Sports Medicine* 10,118-123
27. Fry A. C., Schilling B. K., Chiu L. Z. F., Weiss L. W., Kreider R. B. and Rasmussen C. J (2003). Muscle fiber and performance

adaptations to resistance exercise with MyoVive, colostrum or casein and whey supplementation. *Research in Sports Medicine* 11, 109-127

28. Geiser M (2003). The wonders of whey protein. *NSCA's Performance Training Journal* 2, 13-15
29. Godfrey K., Robinson S., Barker D. J. P., Osmond C. and Cox V (1996). Maternal nutrition in early and late pregnancy in relation to placental and fetal growth. *British Medical Journal* 312, 410-414
30. Ha E. and Zemel M. B (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *Journal of Nutritional Biochemistry* 14, 251-258
31. Hannan M. T., Tucker K. L., Dawson-Hughes B., Cupples L. A., Felson D. T. and Kiel D. P (2000). Effect of dietary protein on bone loss in elderly men and women: The Framingham Osteoporosis Study. *Journal of Bone Mineral Research* 15, 2504-2512
32. Harrington M., Bennett T., Jakobsen J., Ovesen L., Brot C., Flynn A. and Cashman K. D (2004). The effect of a high-protein, high-sodium diet on calcium and bone metabolism in postmenopausal women and its interaction with vitamin D receptor genotype. *British Journal of Nutrition* 91, 41-51
33. Hasler C. M (2002). The cardiovascular effects of soy products. *Journal of Cardiovascular Nursing* 16, 50-63
34. Ho S. C., Woods J., Lam S., Chen Y., Sham A. and Lau J (2003). Soy protein consumption and bone mass in early postmenopausal Chinese women. *Osteoporosis International* 14, 835-842
35. Hofman A., Smeets R., Verlaan G., v.d. Lugt, R. and Verstappen P. A (2002). The effect of bovine colostrums supplementation on exercise performance in elite field hockey players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 12, 461-469
36. Hu F. B., Stampfer M. J., Manson J. E., Rimm E., Colditz G. A., Speizer F. E., Hennekens C. H. and Willett W. C (1999). Dietary protein and risk of ischemic heart disease in women. *American Journal of Clinical Nutrition* 70, 221-227
37. Jenkins D. J. A., Kendall C. W. C., Vidgen E., Augustin L. S. A., van Erk M., Geelen A., Parker T., Faulkner D., Vuksan V., Josse R. G., Leiter L. A. and Connelly P. W (2001). High protein diets in hyperlipidemia: effect of wheat gluten on serum lipids, uric acid and renal function. *American Journal of Clinical Nutrition* 74, 57-63
38. Johnston C. S., Tjonn S. L. and Swan P. D (2004). High-protein, low-fat diets are effective for weight loss and favorably alter biomarkers in healthy adults. *Journal of Nutrition* 134, 586-591
39. Jorda A., Zaragosa R., Portoles M., Baguena-Cervellera R. and Renau-Piqueras J (1988). Long-term high-protein diet induces biochemical and ultrastructural changes in rat liver mitochondria. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 265, 241-248
40. Kishikawa Y., Wantanabe D. S., Watanabe T. and Kubo S (1996). Purification and characterization of cell growth factor in bovine colostrums. *Journal of Veterinary Medicine and Science* 58, 47-53
41. Lemon P. W. R., Tarnopulosky M. A., McDougall J. D. and Atkinson S. A (1992). Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *Journal of Applied Physiology* 73, 767-775
42. Lemon P. W. R (1995). Do athletes need more dietary protein and amino acids?. *International Journal of Sports Nutrition* 5, S39-S61
43. MacLean D. A., Graham T. E. and Saltin B (1994). Branched-chain amino acids augment ammonia metabolism while attenuating protein breakdown during exercise. *American Journal of Physiology* 267, E1010-1022
44. Massey L. K (2003). Dietary animal and plant protein and human bone health: a whole foods approach. *Journal of Nutrition* 133, 862S-865S
45. Mendenhall C. L., Moritz T. E., Roselle G. A., Morgan T. R., Nemchausky B. A., Tamburro C. H., Schiff E. R., McClain C. J., Marsano L. S. and Allen J. I (1993). A study of oral nutrition support with oxadrolone in malnourished patients with alcoholic hepatitis: results of a Department of Veterans Affairs Cooperative Study. *Hepatology* 17, 564- 575
46. Meredith C. N., Zackin M. J., Frontera W. R. and Evans W. J (1989). Dietary protein requirements and protein metabolism in endurance-trained men. *Journal of Applied Physiology* 66, 2850-2856
47. Mero A., Miiikkulaninen H., Riski J., Pakkanen R., Aalto J. and Takala T (1997). Effects of bovine colostrums supplementation on serum IGF-1, IgG, hormone and saliva IgA during training. *Journal of Applied Physiology* 93, 732-739
48. Munger R. G., Cerhan J. R. and Chiu B. C. H (1999). Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* 69,147-52
49. Murkies A. L., Lombard C., Strauss B. J. G., Wilcox G., Burger H. G. and Morton M. S (1995). Dietary flour supplementation decreases post-menopausal hot flushes: Effect of soy and wheat. *Journal of the Climacteric & Postmenopause* 21, 189-195
50. Navder K. P. and Lieber C. S (2003). Nutritional support in chronic disease of the gastrointestinal tract and the liver. In: *Nutritional Aspects and Clinical Management of Chronic Disorders and Diseases*. Ed: Bronner, F. Boca Raton, FL: CRC Press. 45- 68
51. Navder K. P. and Lieber C. S (2003). Nutrition and alcoholism. In: *Nutritional Aspects and Clinical Management of Chronic Disorders and Diseases*. Ed: Bronner, F. Boca Raton, FL: CRC Press. 307-320
52. Nestel P. J., Pomeroy S., Kay S., Komesaroff P., Behrsing J., Cameron J. D. and West L (1999). Isoflavones from red clover improve systemic arterial compliance but not plasma lipids in menopausal women. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism* 84, 895-898
53. Obarzanek E., Velletri P. A. and Cutler J. A (1996). Dietary protein and blood pressure. *Journal of the American Medical Association* 275, 1598-1603
54. Pannemans D. L. E., Wagenmakers A. J. M., Westerterp K. R., Schaafsma G. and Halliday D (1998). Effect of protein source and quantity on protein metabolism in elderly women. *American Journal of Clinical Nutrition* 68, 1228-1235
55. Poortmans J. R. and Dellalieux O (2000). Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes?. *International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism* 10, 28-38
56. Potter S. M (2000). Soy's new health benefits associated with an ancient food. *Nutrition Today* 35, 53-60
57. Promislow J. H. E., Goodman-Gruen D., Slymen D. J. and Barrett-Connor E (2002). Protein consumption and bone mineral density in the elderly. *American Journal of Epidemiology* 155, 636-644
58. Remer T. and Manz F (1994). Estimation of the renal net acid excretion by adults consuming diets containing variable amounts of

- protein. *American Journal of Clinical Nutrition* 59, 1356-1361
59. Salgado P., Montagne L., Freire J. P. B., Ferreira R. B., Teixeira A., Bento O., Abreu M. C., Toullec R. and Lalles J. P (2002). Legume grain enhances ileal losses of specific endogenous serine-protease proteins in weaned pigs. *Journal of Nutrition* 132, 1913-1920
60. Sarwar G (1997). The protein digestibility-corrected amino acid score method overestimates quality of proteins containing antinutritional factors and of poorly digestible proteins supplemented with limiting amino acids in rats. *Journal of Nutrition* 127, 758-764
61. Schaafsma G (2000). The protein digestibility-corrected amino acid score. *Journal of Nutrition* 130, 1865S-1867S
62. Sellmeyer D. E., Stone K. L., Sebastian A. and Cummings S. R (2001). A high ratio of dietary animal to vegetable protein increases the rate of bone loss and risk of fracture in postmenopausal women. *American Journal of Clinical Nutrition* 73, 118-122
63. St. Jeor S. T., Howard B. V., Prewitt E., Bovee V., Bazzarre T. and Eckel R. H (2001). A statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism of the American Heart Association. *Circulation* 104, 1869-1874
64. Tarnopolsky M. A., Atkinson S. A., MacDougall J. D., Chesley A., Phillips S. M. and Schwarcz H (1992). Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *Journal of Applied Physiology* 73, 1986-1995
65. Tarnopolsky M. A., MacDougall J. D. and Atkinson S. A (1988). Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *Journal of Applied Physiology* 64,187-193
66. Tikkanen M. J., Wahala K., Ojala S., Vihma V. and Adlecrerutz H (1998). Effect of soybean phytoestrogen intake on low density lipoprotein oxidation resistance. *Proclamations of the National Academy of Science* 95, P3106-P3110
67. United States Dairy Export Council (1999). ReferenceManual for U.S. Whey Products. 2nd Edition
68. Walberg J. L., Leidy M. K., Sturgill D. J., Hinkle D. E., Ritchey S. J. and Sebolt D. R (1988). Macronutrient content of hypoenergy diet affects nitrogen retention and muscle function in weigh lifters. *International Journal of Sports Medicine* 9, 261-266
69. Wu A. H., Ziegler R. G., Nomura A. M., West D. W., Kolonel L. N., Horn-Ross P. L., Hoover R. N. and Pike M. C (1998). Soy intake and risk of breast cancer in Asians and Asian Americans. *American Journal of Clinical Nutrition* 68 (suppl), 1437S-1443S

Cita Original

Hoffman Jay R. and Michael J. Falvo. Proteins - Which is best?. *Journal of Sports Science and Medicine*; 3, 118-130, 2004.