



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

FACULTAD DE MEDICINA

Trabajo de titulación previo a la obtención de título de Médico

Efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas

Autores: Carlos Tejedor A., Michelle Vázquez H.

Directora: Carla Salgado, MD, MSc.

Asesora Metodológica: Carla Salgado, MD, MSc.

Cuenca, 08 de noviembre del 2021

RESUMEN

Fundamentos: La suplementación proteica se ha popularizado en deportistas y aficionados, ya sea por sus beneficios o efectos adversos; esto se traduce en su uso poco controlado y una desinformación de las consecuencias de su consumo. El objetivo del presente trabajo es describir los efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas.

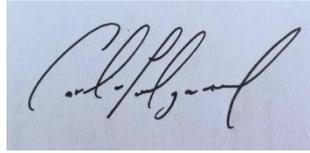
Métodos: Revisión bibliográfica no sistemática, mediante la búsqueda de estudios en: PubMed, Living Overview of the evidence (LOVE), SciELO, Trip Database, BioMed Central y Central sobre los efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas. Se utilizaron las guías de reporte de estudios como STROBE y CONSORT para verificar la calidad, transparencia y precisión de los estudios.

Resultados: Se seleccionaron 15 artículos de un total de 169. Se identificaron a los suplementos más estudiados: creatina, L-carnitina, L-tartrato, glutamina, aislado de suero hidrolizado y la proteína del suero de la leche. Los efectos beneficiosos tienen relación con el incremento del rendimiento deportivo y la optimización de medidas antropométricas. Los efectos adversos más frecuentes son alteración de la función renal y de la microbiota intestinal, cambios en la función cardíaca y producción de metabolitos citotóxicos.

Conclusiones: Los efectos beneficiosos del uso de suplementos proteicos tienen mayor evidencia científica que los efectos adversos. Es probable que la aparición de efectos tenga relación proporcional con la dosis-tiempo. Los suplementos estudiados pertenecen a la categoría A o B del Instituto Australiano. La evidencia actual demuestra la falta de estudios experimentales de buena calidad que respalden los hallazgos.

Palabras clave: suplemento proteico, fisicoculturistas, atletas.

Firma de la Directora:



Carla Marina Salgado Castillo, MD, Msc

ABSTRACT

Fundamentals: Protein supplementation has become popular in athletes and amateurs, either for its benefits or adverse effects. This means that there is little control in its use and misinformation about its consumption consequences. The objective of this work was to describe the use of protein supplements effects in bodybuilders.

Methods: Non-systematic bibliographic review, by searching studies in: PubMed, Living Overview of the evidence (LOVE), SciELO, Trip Database, BioMed Central and Central on the use of protein supplements effects in bodybuilders. Study report guides such as STROBE and CONSORT were used to verify the quality, transparency and precision of the studies.

Results: There were 15 articles out of a total of 169. The most studied supplements were identified: creatine, L-carnitine, L-tartrate, glutamine, hydrolyzed whey isolate and whey protein. The beneficial effects are related to increase in sports performance and anthropometric measurements optimization. The most common adverse effects are impaired kidney function and intestinal microbiota, changes in cardiac function and production of cytotoxic metabolites.

Conclusions: The beneficial effects of the protein supplements use have more

scientific evidence than the adverse effects. The occurrence of effects is likely to be proportional to dose-time. The supplements studied belong to category A or B of the Australian Institute. Current evidence demonstrates the lack of good quality experimental studies to support the findings.

Keywords: protein supplement, bodybuilders, athletes.

Firma de los autores:



Carlos Alexis Tejedor Astudillo



Michelle Angélica Vázquez Herrera



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se vive un cambio en la perspectiva del cuidado corporal, una nutrición saludable y actividad física. La meta de tener un “cuerpo y mente saludables” es cada vez más promovido en el mundo a través de las redes sociales o los medios de comunicación. El mensaje consigue llegar a millones de adolescentes, adultos jóvenes y adultos de mediana edad que deciden poner en práctica rutinas de ejercicio y dietas sin un sustento científico.

La suplementación ergogénica se describe como cualquier maniobra o método (nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico) realizado con el fin de aumentar la capacidad para desempeñar un trabajo físico y mejorar el rendimiento deportivo (1). Las medidas ergogénicas más usadas son los suplementos nutricionales y, dentro de ellos, los proteicos. Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, un suplemento nutricional es un producto elaborado para complementar la dieta habitual de los individuos sanos, con adición de uno o varios nutrientes y que se presenta en diversos formatos (2).

La información disponible hasta el momento indica que la suplementación proteica trae consigo efectos adversos de leves a graves dependientes de su dosis, tiempo de uso y falta de control profesional. Los efectos adversos más graves documentados incluyen desarrollo de una insuficiencia renal aguda o insuficiencia hepática por sobrecarga proteica y aceleración del metabolismo, entre otros. Sin embargo, existen estudios que respaldan sus efectos beneficiosos relacionados a ganancia de masa muscular o rendimiento (2).

El conocimiento de los efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas ayudará como sustento teórico para futuras investigaciones que deseen promover un mejor uso de los mismos, con énfasis a nivel nutricional y fisiológico; para brindar una mejor asesoría profesional. Por lo tanto, el presente estudio pretende describir los efectos del uso de suplementos proteicos en fisicoculturistas mediante una revisión no sistemática de la literatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO

Se realizó una revisión bibliográfica no sistemática de la literatura en base a la búsqueda de estudios científicos experimentales y no experimentales.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Criterios de inclusión: estudios que permitan acceso completo a resumen y texto, informes de investigación que superan las quinientas palabras, estudios que poseen la suficiente información o datos epidemiológicos para solventar la pregunta de interés, estudios realizados únicamente en seres humanos, en los últimos veinte años, en español e inglés, realizados en fisicoculturistas o atletas con similares características que hagan uso de suplementos proteicos.

Se excluyó cualquier fuente no primaria: editoriales, artículos periodísticos y otras formas de medios populares, estudios con resultados duplicados y literatura gris.

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se realizó una búsqueda de estudios en: PubMed, Living Overview of the evidence (LOVE), SciELO, Trip Database, BioMed Central y Central, sobre el uso de suplementación proteica en fisicoculturistas y sus efectos. Los términos de búsqueda se detallan en el Anexo 1. Se recolectaron los artículos en una base de datos unificada en Excel con los siguientes puntos: título del estudio, código de estudio, autores, año de publicación, resultados evaluados, sesgos, magnitud de asociación y efecto, valor de p e intervalos de confianza. Luego, se consolidó la base de datos, tomando en cuenta términos de búsqueda y criterios de inclusión y exclusión.

ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó un análisis cualitativo de los estudios en base a guías de reporte de estudios como STROBE (3) y CONSORT (4), para verificar la calidad, transparencia y precisión de los mismos mediante un checklist. Para la detección y análisis del sesgo en los diferentes estudios se utilizó la Herramienta Riesgo de Sesgo Cochrane para ensayos aleatorizados controlados, Herramienta Riesgo de Sesgo Cochrane para ensayos no aleatorizados y guías de reporte de estudio (5).

RESULTADOS

EXTRACCIÓN DE DATOS

Los resultados de la búsqueda se observan en la Figura 1. Se revisaron 169 estudios, de los cuales se excluyeron 154 que no cumplían los criterios de inclusión y exclusión (duplicados, suplementos no eran el tema central, combinados con otro principio activo, estudios de bajo impacto, con sesgos importantes, no disponibles, estudios en animales o en otros idiomas que no son español e inglés). Finalmente, se seleccionaron: 5 estudios descriptivos, 3 cuasiexperimentales, 7 ensayos clínicos aleatorizados (15 estudios en total).

DIAGRAMA DE BÚSQUEDA

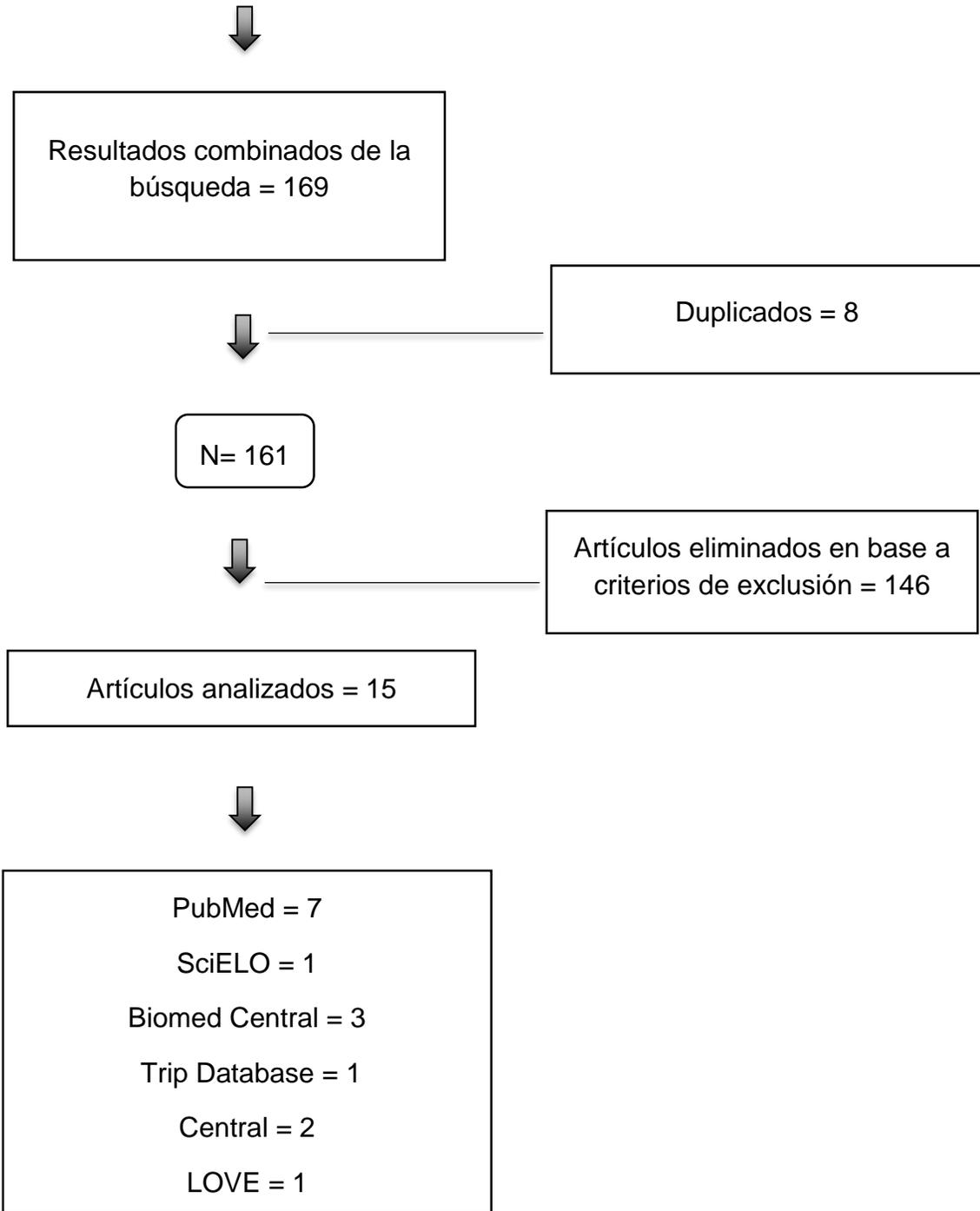


Figura 1. Flujograma de búsqueda

RESULTADOS SEGÚN SUPLEMENTO

Se identificó como suplemento más estudiado a la creatina. Seguido por aminoácidos como la L-carnitina, L-tartrato, citrulina, malato y la glutamina. Otros tipos son los derivados de la proteína animal como el aislado de suero hidrolizado y la proteína del suero de la leche. La mayoría de los artículos provienen de Estados Unidos y México. Se encontraron efectos beneficiosos y adversos asociados a los diferentes suplementos, mismos que se describen en la Tabla 1.

Los efectos beneficiosos más estudiados tienen relación con el incremento del rendimiento deportivo y la optimización de medidas antropométricas (aumento de masa magra, disminución de grasa corporal). Los efectos adversos más frecuentes son alteración de la función renal, alteración de la microbiota intestinal, cambios en la función cardíaca y producción de metabolitos citotóxicos.

CREATINA

Se relaciona con efectos beneficiosos como el incremento de la masa libre de grasa (grupo preentrenamiento (PRE): $0,9 \pm 1,8$ kg vs grupo postentrenamiento (POST): $2,0 \pm 1,2$ kg; $p = 0,001$) y disminución de grasa corporal (PRE: $-0,1 \pm 2,0$ kg y POST: $-1,2 \pm 1,6$ kg), con mejores resultados en suplementación post entrenamiento (6). Como posibles efectos adversos, se evidenció un incremento en la frecuencia cardíaca (grupo sin suplementación (GS): 61.8 ± 6.8 latidos por minuto vs grupo con suplementación (GC): 69.63 latidos por minuto ± 14.1 ; $p = 0.048$), prolongación del intervalo QT (GS: 368.13 ± 7.7 milisegundos vs GC: 367.5 ± 6.55 milisegundos; $p = 0,177$), elevación de los niveles de creatinina (GS: 0.95 ± 0.10 mg/dl vs GC: 1.02 ± 0.12 mg/dl; $p = 0,011$), aumento del nitrógeno ureico –BUN– (GC: 17.7 ± 4.4 mg/dl vs GS: 13.7 ± 1.5 mg/dl; $p < 0,001$) (7), incremento en la producción de formaldehído –metabolito citotóxico de la creatina– ($p < 0.05$) (8) y aumento del total de proteínas respecto a tiempo de uso (suplementación de 0-1 año: 7.4 ± 0.2 g/dl y suplementación

de 1-4 años: 7.2 ± 0.2 g/dl; $p < 0.05$) (9). El riesgo de desarrollar enfermedad renal se asoció con el uso de vitamina D en un 2.6%; sin embargo, no se halló relación directa (10) (Ver Tabla 1).

GLUTAMINA

El consumo de glutamina podría asociarse a la optimización del rendimiento deportivo e incremento de masa magra; sin embargo, no se evidencia significancia clínica en el presente estudio (11) (Ver Tabla 1).

L-CARNITINA / L-TARTRATO

Los efectos beneficiosos de su uso son menor dolor muscular, determinada según escala análoga del dolor (grupo con suplementación preentrenamiento (GCPRE): $0,6 \pm 1.1$ vs grupo placebo preentrenamiento (GPPRE): 0.1 ± 0.2 ; comparado con grupo con suplementación postentrenamiento (GCPOST): $4.2 \pm 1,6$ vs grupo placebo postentrenamiento (GPPOST): 5.8 ± 1.8). Además, se evidencia una disminución de metabolitos como: hipoxantina, ácido úrico, mioglobina y creatina quinasa (CK); siendo estos dos últimos los más significativos (mioglobina: GPPRE 65 ng/ml y GCPRE 75 ng/ml vs GPPOST 100 ng/ml y GCPOST 50 ng/ml; CK: GPPRE 110 UI/L y GCPRE 120 UI/L vs GPPOST 150 UI/L y GCPOST 110 UI/L; $p < 0.05$) (12) (Ver Tabla 1).

PROTEINA DEL SUERO DE LECHE

Con el uso de suplementación proteica, se observó efectos beneficiosos como: disminución en niveles séricos de transaminasas: AST (grupo placebo (GP) $23.7 \pm 1,2$ UI/L vs grupo suplementación (GS) 19 ± 2.3 UI/L; $p = 0.001$) y ALT (GP: $22 \pm 1,7$ UI/L vs GS: 18.3 ± 3.6 UI/L; $p < 0.03$), disminución de LDH (GP: 173 ± 10 UI/L vs GS: 153 ± 9 UI/L; $p < 0.016$), menores niveles de CK (GP: 253.2 ± 39 UI/L vs GS 129.3 ± 18 UI/L; $p < 0.001$), y menores niveles de BUN (GP: 16.4 ± 2 mg/dl vs GS 11.6 ± 0.9 mg/dl; $p = 0.001$). Además, mejora del rendimiento físico ($p < 0.001$) e incrementa el IMC (GP: 20 ± 1.2 vs GS: 21.6 ± 0.8 ; $p = 0.039$)

(13). Por otro lado, se evidenció posibles efectos adversos como microalbuminuria en miembros de un gimnasio en un 9,34%; sin embargo, no hay significancia clínica ($p = 0.35$) (14) (Ver Tabla 1).

SUERO HIDROLIZADO / CASEÍNA

El consumo de aislado de suero hidrolizado se asocia a una ganancia significativamente mayor en masa magra (DS 5.0 ± 0.3 kg; $p < 0.01$) e incremento de la fuerza ($p < 0.05$) en comparación con la caseína (DS 0.8 ± 0.4 kg). Se evidenció una disminución de grasa corporal (suero hidrolizado: DS -1.5 ± 0.5 ; caseína: 0.2 ± 0.3 kg). Ninguno de los dos suplementos modifica el nivel plasmático de glutamina ($p < 0.05$) (15). Como posible efecto adverso podría disminuir la microbiota intestinal, sin afectar el amoníaco, los ácidos grasos o el pH fecal; no obstante, no es clínicamente significativo ($p = 0.541$) (16) (Ver Tabla 1).

CITRULINA / MALATO / GLUTATIÓN

La asociación de glutatión + L-citrulina (GLU-CIT) es superior a la citrulina + malato (CIT-MAL), donde se evidencia un incremento en la masa magra; en el grupo CIT-MAL presuplementación: 59.43 ± 8.47 kg vs a las 4 semanas 59.59 ± 8.46 kg; GLU- CIT presuplementación 55.7 ± 7.28 kg vs a las 4 semanas 56.46 ± 6.91 kg ($p < 0,05$). En cuanto a la grasa corporal la asociación GLU-CIT a las 8 semanas es superior: 10.6 ± 0.69 kg vs CIT-MAL 11.9 ± 0.96 kg ($p < 0,05$). El rendimiento deportivo luego de 4 semanas de suplementación es mejor; sin embargo, tras 8 semanas no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$). No existen efectos significativos en la biometría, función renal, perfil hepático y química sanguínea ($p > 0,05$) (17) (Ver Tabla 1).

TABLA 1. EFECTOS MÁS FRECUENTES Y USO DE SUPLEMENTACIÓN PROTEICA

Referencia, año	País	Diseño	Población	Suplemento	Indicador	(+) = efecto beneficioso (-) = efecto adverso (0) = no concluyente (F) = falta datos (√) = efecto evidenciado (X) = efecto no evidenciado
Garcez, 2019 (11)	Brasil	Descriptivo	182 atletas	Proteína suero de leche, aminoácidos de cadenas ramificadas y glutamina	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del rendimiento deportivo • Aumento de masa magra 	0 0
Antonio, 2013 (6)	Estados Unidos	Cuasiexperimental	19 culturistas	Monohidrato de creatina	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de masa libre de grasa • Disminución de grasa corporal 	+ +
Hwang, 2018 (17)	Estados Unidos	Ensayo clínico aleatorizado doble ciego.	75 hombres entrenados en resistencia	Glutación, citrulina y malato	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del rendimiento deportivo • Incremento de masa corporal total • Aumento de masa magra • Disminución de grasa corporal • Cambios en química sanguínea 	0 0 + + 0

Hoffman, 2006 (18)	Estados Unidos	Cuasiexperimental	23 atletas entrenados en resistencia	No especificada	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la fuerza • Aumento de la masa magra • Cambios hormonales 	0 0 0
Cribb, 2006 (15)	Estados Unidos	Ensayo clínico aleatorizado	13 fisicoculturistas	Aislado de suero hidrolizado y caseína	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de fuerza • Aumento de la masa muscular • Aumento de peso corporal • Cambios plasmáticos de glutamina 	+ + + X
Nasseri, 2016 (8)	Irán	Ensayo clínico, doble ciego	21 atletas	Creatina	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en la tasa de excreción de formaldehído urinario • Incremento de CK y LDH • Incremento de enzimas hepáticas 	✓ X X
Perez, 2018 (16)	España	Ensayo clínico	18 atletas	Suero hidrolizado de ternera	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de bacterias en microbiota intestinal • Modificación en ácidos grasos, pH o amoníaco 	0 X
Volek, 2001 (12)	Estados Unidos	Ensayo clínico aleatorizado	10 atletas	L-carnitina y L-tartrato	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor muscular • Disminución de metabolitos (hipoxantina, ácido úrico y mioglobina, CK) 	+ +
Mert, 2017 (7)	Turquía	Ensayo clínico aleatorizado	48 fisicoculturistas	Monohidrato de creatina	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la presión arterial • Elevación de BUN y creatinina • Incremento de frecuencia cardíaca • Prolongación del intervalo QT 	0 - ✓ 0

Ali, 2020 (10)	Iraq	Descriptivo	15 culturistas	Creatina	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad renal 	0
Pomerantz, 2015 (19)	México	Descriptivo	30 atletas de alto rendimiento	No especificada	<ul style="list-style-type: none"> • Microproteinuria 	0
Parra-Lomelí, 2019 (14)	México	Descriptivo	107 atletas	Proteína del suero de la leche	<ul style="list-style-type: none"> • Microalbuminuria 	0
Lowery, 2002 (20)	Estados Unidos	Cuasiexperimental	17 fisicoculturistas	No especificada	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de clearance de creatinina • Relación BUN-creatinina • Alteración de electrolitos • Cambios en albúmina plasmática 	0 0 0 0
Huang, 2017 (13)	China	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego	12 atletas	Proteína de suero de leche	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de masa muscular • Mejora el rendimiento físico • Aumento de IMC • Disminución de transaminasas, lípidos y LDH 	+ + ✓ X
Schilling, 2001 (9)	Estados Unidos	Descriptivo	26 atletas	Creatina	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de creatinina • Incremento en proteínas totales. • Incremento hormonas • Enzimas séricas y lípidos 	✓ ✓ X X

RELACIÓN SEGÚN TIEMPO-DOSIS Y APARICIÓN DE EFECTOS

Se evidencia cierta relación según tiempo-dosis con la aparición de efectos beneficiosos o adversos de manera directamente proporcional; es decir, a mayor tiempo de uso y dosis existen mayor aparición de los mismos.

Se describen cambios en la microbiota intestinal, como la disminución de 3.8 veces de *Bifidobacterium longum* en el grupo que utilizó suplementación proteica luego de 10 semanas ($p = 0.021$) (16). Se encontró una relación en el incremento de la frecuencia cardíaca y elevación plasmática de creatinina y BUN tras cuatro semanas de suplementación con creatina (7). Otro estudio mostró el incremento de creatinina en atletas con suplementación de 1 a 4 años, y el aumento de proteínas totales en el grupo con suplementación de 0 a un año (9).

También, se observan efectos beneficiosos como en el uso de glutatión + citrulina, donde luego de las 4 y 8 semanas se vio aumento de masa corporal y magra (17). Así mismo, el rendimiento deportivo mejora con suplementación post entrenamiento a las 4, 10 y 12 semanas (6) (18) (15) (Ver Tabla 2).

TABLA 2. RELACIÓN SEGÚN TIEMPO-DOSIS Y APARICIÓN DE EFECTOS

Autor y año de publicación	Suplemento	Tiempo de uso	Dosis	Efecto	Relación T-D / E (+) = relación proporcional con T-D (-) = no existe relación con T-D
Parra-Lomelí, 2019 (14)	Proteína del suero de la leche	3 horas/semana por 3 meses	No se especifica	<ul style="list-style-type: none"> • Microalbuminuria 	-
Perez, 2018 (16)	Suero hidrolizado de ternera	5 años de ejercicio de resistencia previo. 5 sesiones/semana (240 min/semana), con un total de 10 semanas	180-300 mg/kg	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de bacterias en microbiota intestinal • Modificación en pH o amoníaco 	+ -
Hwang, 2018 (17)	Glutación, citrulina y malato	4 y 8 semanas	Glutación: 200 mg/día L-citrulina: 2 gr/día Malato + citrulina: 2 gr/día	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento del rendimiento deportivo • Incremento de masa corporal total • Aumento de masa magra y fuerza • Cambios en química sanguínea 	+ + + -

Antonio, 2013 (6)	Creatina	5 días/semana por 4 semanas	5 gramos/día	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de masa libre de grasa • Incremento de masa magra • Incremento de peso corporal • Incremento de rendimiento deportivo 	<p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">+</p>
Hoffman, 2006 (18)	Proteína no especificada	12 semanas (4 días/semana)	Baja ingesta: 1 – 1.4 Normoingesta: 1.6 – 1.8 Alta ingesta: > a 2 gr/kg/día	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la fuerza • Aumento de la masa magra • Cambios hormonales • Incremento del rendimiento deportivo 	<p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">+</p>
Mert, 2017 (7)	Monohidrato de creatina	5 años previos, 10-12 horas/semana, 4 semanas de suplementación.	7.5 mg/día	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la presión arterial • Elevación de BUN y creatinina • Incremento de frecuencia cardiaca • Prolongación del intervalo QT 	<p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">-</p>

Cribb, 2006 (15)	Aislado de suero hidrolizado y caseína	10 semanas	1.5 gr/kg	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de fuerza • Aumento de la masa magra • Disminución de la masa grasa • Cambios plasmáticos de glutamina 	<p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">-</p>
Ali, 2020 (10)	Creatina	9 años	No especificado	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad renal 	-
Schilling. 2001 (9)	Creatina	0-1año 1-4 años	Dosis de carga: 13.7 +/- 10 gramos Mantenimiento: 9.7 +/- 5.7 gramos.	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de creatinina • Incremento en proteínas totales • Incremento hormonas • Enzimas séricas y lípidos 	<p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">+</p> <p style="text-align: right;">-</p> <p style="text-align: right;">-</p>

T-D: tiempo-dosis
E: efecto

CATEGORIZACIÓN DE SUPLEMENTOS PROTEICOS SEGÚN EL INSTITUTO AUSTRALIANO DEL DEPORTE

Se constató la aprobación y recomendaciones dadas por parte del Instituto Australiano de Deportes, donde se observó que todos los suplementos sujetos a estudio forman parte de las categorías A o B, pudiendo relacionarse con mayores efectos beneficiosos que perjudiciales; sin embargo, las condiciones son específicas para cada atleta. El uso sin regulaciones para aficionados no se recomienda, para la categoría B es necesario contar con la guía de un profesional (Ver Tabla 3).

TABLA 3. CATEGORIZACIÓN DE SUPLEMENTOS PROTEICOS SEGÚN EL INSTITUTO AUSTRALIANO DEL DEPORTE.

Suplemento	Aprobado	No aprobado	Categoría
Proteína del suero de la leche	X		A
Aislado de suero hidrolizado de ternera	X		A
Caseína	X		A
L-carnitina	X		B
L- tartrato	X		B
Glutamina	X		B
Creatina	X		A
Aminoácidos de cadena ramificada	X		B
Glutación	X		B
Citrulina-malato	X		B

Categoría A: aprobado para atletas en situaciones específicas, mayores beneficios que riesgos.

Categoría B: precisan de mayor investigación, podrían ser beneficiosos en casos específicos.

Categoría C: evidencia científica no respalda que existan beneficios o no se dispone de investigaciones que permitan tomar una decisión orientada.

Categoría D: prohibido o posee un alto riesgo de contaminación con sustancias que podrían conducir a una prueba de dopaje positiva.

RIESGO DE SESGO EN LOS ESTUDIOS INCLUIDOS

La probabilidad de que haya sesgo varió entre los estudios, el sesgo de encubrimiento de asignación fue el más evidenciado, mientras que el de resultados fue el menos frecuente (ver Figura 2).

	GENERACIÓN DE SECUENCIAS ALEATORIAS	ENCUBRIMIENTO DE ASIGNACIÓN	SEGUEMIENTO DE PARTICIPANTES	SESGO EN LOS RESULTADOS	REPRESENTATIVIDAD DE LA MUESTRA
Pomerantz, 2015 (19)	+	+	+	-	X
Parra-Lomelí, 2019 (14)	X	X	+	-	X
Moreno-Pérez, 2018 (16)	+	+	+	-	-
Hwang, 2018 (17)	+	+	+	+	-
Garcez, 2017 (11)	-	-	X	-	-
Antonio, 2013 (6)	+	X	-	-	-
Lowery, 2019 (20)	-	-	-	+	-
Hoffman, 2006 (18)	-	X	X	+	-
Mert, 2019 (7)	+	+	+	+	-
Cribb, 2006 (15)	+	+	-	+	-
Nasseri, 2016 (8)	-	-	-	+	-
Schilling, 2001 (9)	X	X	X	+	-
Huang, 2017 (13)	+	+	+	+	-
Volek, 2001 (12)	+	+	+	-	-
Ali, 2020 (10)	-	X	X	+	-

Figura 2. Riesgo de sesgo en los estudios incluidos

DISCUSIÓN

Los efectos del uso de la suplementación proteica en fisicoculturistas tuvieron mayor relación con cambios antropométricos y del rendimiento deportivo, entre ellos: incremento de la masa muscular, aumento del peso corporal, disminución de grasa corporal y menor dolor muscular; sin embargo, si bien hay diferencias estadísticamente significativas, éstas son marginales. En contraste con los beneficios mencionados, es probable que exista una relación con cambios en la función renal, explícitamente en el incremento de tasa de excreción de formaldehído urinario y de niveles séricos de creatinina y nitrógeno ureico. Además, se encontró un incremento en la frecuencia cardiaca (sin alcanzar importancia clínica) y la disminución de microbiota intestinal.

Bifidobacterium longum, es un simbiótico con propiedades importantes en la microbiota intestinal. Se asocia a la mejoría clínica de estreñimiento, enfermedad celiaca, distensión y dolor abdominal. En el presente estudio, tras suplementación proteica, se vio importantemente disminuido en 3.8 veces; lo que podría traducirse como un efecto adverso a nivel gastrointestinal (16) (21).

El monohidrato de creatina es el suplemento más estudiado y con mayor evidencia científica de los efectos ya mencionados anteriormente, seguido de la proteína de suero de leche y el suero hidrolizado. En otro estudio se evidenció que los suplementos dietéticos más comúnmente usados en orden de frecuencia son: creatina, aminoácidos de cadena ramificada, glutamina, vitaminas, aceite de pescado y productos que contienen efedrina (22) (23). Las investigaciones mencionadas coinciden con la probabilidad de mayores efectos adversos renales y metabólicos en pacientes con comorbilidades (diabetes mellitus, hipertensión arterial, nefropatía preexistente), por lo que se recomienda una investigación más profunda de los efectos antes mencionados en poblaciones especiales (19).

Existe una relación proporcional según tiempo-dosis con la aparición de efectos secundarios a la suplementación, encontrándose dichos efectos luego de un mínimo de 4 semanas y un máximo de 4 años. Por otro lado, las concentraciones de proteínas no son estandarizadas, con un rango entre 7.5

mg/día hasta más de 2 gramos/kilogramo/día. Se estima que la dosis diaria de proteína óptima en individuos sanos es de 0,8 g/kg; sin embargo, se observó que el doble de esta cantidad maximiza la hipertrofia inducida por el entrenamiento de resistencia, siendo el límite superior 2.2 g/kg/día (22) (24).

Para la “International Society of Sports Nutrition”, existe evidencia científica que indica que el aumento de la ingesta de proteínas no presenta riesgos para la salud en individuos sanos que hacen ejercicio. Una serie de investigaciones controladas que abarcan hasta un año de duración utilizando ingestas de proteínas de hasta 2,5-3,3 g/kg / día en personas sanas con entrenamiento de resistencia muestra que no ejerce ningún efecto dañino en nivel de lípidos, función renal y hepática. A pesar de ello, las declaraciones de los grandes organismos reguladores muestran preocupación por la ingesta de suplementos sin regulaciones, sobre todo en las poblaciones con factores de riesgo o comorbilidades (25) (26).

Es importante mencionar el incremento en el mercado global de los suplementos de proteínas, se valoró en 18.910 millones de dólares en 2020 y se espera que crezca a una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 8.4%, siendo de 36.055,6 millones de dólares para 2028 (27). La tendencia de uso es liderada por Estados Unidos y la producción ha aumentado drásticamente en este país desde la aprobación de la Ley de Educación y Salud de los Suplementos Dietéticos, de aproximadamente 4000 unidades en 1994 a más de 90 000 unidades en 2014 (28).

El presente trabajo no está exento de limitaciones como el reducido número de estudios que respaldan la pregunta de investigación o estudios con evidencia científica sujeta a sesgo de diferente índole (selección, publicación o medición), la reducida muestra en cada investigación y la falta de estudios experimentales rigurosos (doble ciego, aleatorizados) que reflejen la realidad poblacional; haciendo necesaria una mayor indagación científica en este campo para brindar recomendaciones adecuadas sobre el uso de suplementos en fisicoculturistas.

Las recomendaciones generales de los organismos reguladores consisten en la asistencia profesional para los atletas de todo tipo, buscando disminuir el

riesgo de aparición de probables efectos secundarios que requieren de mayor investigación. Además, se busca individualizar los casos para una mejor suplementación proteica, siempre y cuando cumpla con lo estipulado por el Instituto Australiano del Deporte y la categorización de los suplementos nutricionales, el sistema ABCD (donde solo aquellos que se encuentran en las categorías A y B son permitidos por la ley) (29).

En conclusión, el uso de los suplementos proteicos en fisicoculturistas está relacionado con el desarrollo de efectos beneficiosos en el rendimiento deportivo y las condiciones físicas de los atletas; pero podría repercutir en la función renal y gastrointestinal de los mismos. Algunos de dichos efectos tienen relación dosis-tiempo; no obstante, no existe registro de dosis estandarizadas y del tiempo de seguridad para su uso. Ante una industria en constante crecimiento y el consumo sin regulaciones, es importante que se desarrollen más investigaciones en el área que permitan la emisión de pautas objetivas para el control del uso de suplementos proteicos.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo investigativo lo dedicamos a nuestra familia por su amor, paciencia y sacrificio todos estos años, gracias por ser la inspiración y fortaleza en los momentos más difíciles.

A nuestra querida facultad de Medicina y quienes la conforman por permitirnos ser parte de ella, brindarnos los conocimientos y herramientas necesarias para desarrollarnos como buenos profesionales.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho esto posible. De manera especial, a nuestra asesora y directora metodológica de tesis, quien supo guiarnos y apoyarnos en el proceso.

ANEXOS

ANEXO 1. TÉRMINOS DE BÚSQUEDA

Términos de búsqueda (“search strings”):

- Protein supplements in athletes
- Protein supplements AND bodybuilders
- Protein supplements AND athletes
- Anabolic supplements in bodybuilders
- Nutritional supplements AND bodybuilders
- Adverse effects AND protein supplements
- Long-term effects of protein supplements
- “Protein supplements in athletes”
- “Nutritional supplements in bodybuilders”
- (“Dietary Supplements/adverse effects”[Mesh] OR “Dietary Supplements/therapeutic use”[Mesh] AND “athletes” [Mesh])
- (“Dietary Supplements/adverse effects”[Mesh] AND “athletes” [Mesh])
- Suplementos proteicos en fisicoculturistas
- Suplementos nutricionales en fisicoculturistas
- Efectos adversos AND suplementos nutricionales AND atletas
- “Suplementos nutricionales en fisicoculturistas”

REFERENCIAS

1. Colls C, Gómez J, Cañadas G, Fernández R. Uso, efecto y conocimientos de los suplementos nutricionales para el deporte en estudiantes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*. 2015 Mayo; 32(2).
2. Rodríguez F, Crovetto M, González A, Morant N, Santibáñez F. Consumo de suplementos nutricionales en gimnasios, perfil del consumidor y características de su uso. *Revista Chilena de Nutrición*. 2011 Junio; 38(2).
3. STROBE. STROBE Statement—Checklist of items that should be included in reports of cross-sectional studies. [Online].; 2021 [cited 2021 mayo 01]. Available from: <https://www.strobe-statement.org/checklists/>.
4. CONSORT. CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*. [Online].; 2010 [cited 2021 mayo 01]. Available from: <http://www.consort-statement.org/>.
5. Cochrane. Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones. [Online].; 2011 [cited 2021 Mayo 01]. Available from: https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/Manual_Cochrane_510_reduit.pdf.
6. Antonio J, Ciccone V. The effects of pre versus post workout supplementation of creatine monohydrate on body composition and strength. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*. 2013 Agosto; 10(36).
7. Mert K, İlgüç S, Dural M, Özge G. Effects of creatine supplements on cardiac autonomic in bodybuilders. *PACE*. 2017 Abril 24; 40(6).
8. Nasser A, Jafari A. Effects of creatine supplementation along with resistance training on urinary formaldehyde and serum enzymes in wrestlers. *Sports Med*. 2016 Abril.

9. Shciling , Stone K, Michael H, Utter A, Keraney J. Creatine supplementation and health variables: a retrospective study. *Medicine and Science in sports and exercise*. 2001 Octubre 16; 33(2).
10. Ali A, Almukhtar S, Sharif D, Saleem Z. Efectos de los suplementos de culturismo en el riñón: Un estudio de incidencia basado en la población de la patología de la biopsia y las características clínicas entre los hombres de Oriente. *BMC Nephrology*. 2020 mayo;(164).
11. Garcez H, Rodrigues V, Ravagnani C. Use of dietary supplements among Brazilian athletes. *Revista de Nutricion*. 2019 Abril; II(30).
12. Volek J, Kraemer , Rubin , Gomez , Ratamess N. L-Carnitine L-tartrate supplementation favorably affects markers of recovery from exercise stress. *American Jorunal of Physiology- Endocrinology and Metabolism*. 2001 Octubre; 282.
13. Huang W, Chang Y, Chen Y, Hsu Y, Huang C. Whey Protein Improves Marathon-Induced Injury and Exercise Performance in Elite Track Runners. *International Journa of medical science*. 2017 Junio; 7(14).
14. Parra H, Trujillo B, Espinoza F, Vargas P. Uso de suplementos proteicos y prevalencia de microalbuminuria en miembros de gimnasios. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2019 Diciembre; 12(59).
15. Cribb P, Williams A, Carey M, Hayes A. The Effect of Whey Isolate and Resistance, Training on strenght, Body composition and Plasma Glutamine. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2006;(16).
16. Perez D, Bressa C, Bailen M, Naclerio F. Efecto de un suplemento de proteína en la microbiota intestinal de los atletas de resistencia: un estudio piloto aleatorizado, controlado y doble ciego. *Revista Medica del Instituto Mexicano*. 2018 Marzo 10.

17. Hwang P, Morales F, Gann J, Tom A, Kim C, Morita M, et al. Ocho semanas de entrenamiento de resistencia junto con suplementos de glutatión y L-citrulina aumentan la masa magra y no tienen efectos adversos sobre los marcadores de seguridad clínica de la sangre en hombres entrenados en resistencia. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición deportiva*. 2018 Junio.
18. Hoffman J, Ratamess N, Kang J, Falvo M, Faigenbaum A. Efecto de la ingesta de proteínas en la fuerza, la composición corporal y los cambios endocrinos en los atletas de fuerza / potencia. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*. 2006 Diciembre; 3(12).
19. Pomerantz A, Blachman R, Vital S, Berebichez R, Aguilar J, Lara D. Consumo de suplemento de suplemento proteico y su posible asociación con daño renal en atletas de alto rendimiento mexicanos. *Medigraphic*. 2015 Abril.
20. Lowery L, Daugherty A, Miller B, Dye S, Liming L. El efecto de la ingesta habitualmente grande de proteínas en la función renal de los atletas de fuerza: una actualización. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*. 2011 Noviembre; VIII(33).
21. Diaz V, Abreu A, Munari F. Experiencia clínica con un simbiótico (*Bifidobacterium longum* AW11- Fos cc. Actilight) en el alivio del estreñimiento y otros síntomas intestinales. *Medicina Interna Mexico*. 2017 Julio; 4(33).
22. Iraki J, Fitschen P, Espinar S, Helms E. Recomendaciones nutricionales para culturistas fuera de temporada: una revisión narrativa. *Deportes (basilea)*. 2019 Julio 07.
23. Atsushi K, Nakayama K, Sanbongi. Efectos de la ingestión de suero, caseinato o proteínas de la leche sobre la síntesis de proteínas musculares después del ejercicio. *PubMed*. 2016 junio 03.

24. Bray G, Smith S, De Jonge , Xie H. Efecto del contenido de proteínas de la dieta sobre el aumento de peso, el gasto energético y la composición corporal durante la sobrealimentación. HHS PUBLIC ACCESS. 2012 Enero 04.
25. Jäger R, Kerksick C, Campbell B, Cribb P. Posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva: proteína y ejercicio. PubMed. 2017 Junio 20.
26. Babault N, Paizis C, Deley G, Guérin L, Saniez , Lefranc C, et al. La suplementación oral con proteínas de guisante promueve la ganancia de espesor muscular durante el entrenamiento de resistencia: un ensayo clínico doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo frente a la proteína de suero. Journal of the International Society of sports Nutrition. 2015 Enero.
27. Grand View Research. Protein Supplements Market Size, Share & Trends Analysis Report By Source (Animal-based, Plant-based), By Product (Powder, RTD), By Distribution Channel (Online Stores, DTC), By Application, And Segment Forecasts, 2021 - 2028. Grand View Research. 2021 Marzo.
28. Starr R. Too Little, Too Late: Ineffective Regulation of Dietary Supplements in the United States. American Public Health Association. 2015 Marzo; 3(105).
29. Australian Institute of Sport. Australian Institute of Sport position statement. [Online].; 2021 [cited 2021. Available from: https://www.ais.gov.au/__data/assets/pdf_file/0014/1000841/Position-Statement-Supplements-and-Sports-Foods-abridged_v2.pdf.

Firma de los autores:

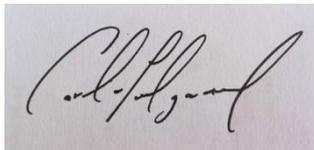


Carlos Alexis Tejedor Astudillo



Michelle Angélica Vázquez Herrera

Firma de la Directora:



Carla Marina Salgado Castillo, MD, Msc