

**IMPACTO DE LA INGESTA PROTEICA EN EL TRATAMIENTO DE LA
SARCOPENIA Y FRAGILIDAD EN EL ADULTO MAYOR:
REVISIÓN DE LITERATURA**

MARÍA FABIANA TORRES PINEDA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA
BOGOTÁ D.C.

2024

**IMPACTO DE LA INGESTA PROTEICA EN EL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA Y
FRAGILIDAD EN EL ADULTO MAYOR: REVISIÓN DE LITERATURA**

MARÍA FABIANA TORRES PINEDA

TRABAJO DE GRADO

Presentado como requisito parcial para optar al título de

NUTRICIONISTA DIETISTA

Lilia Yadyra Cortes Sanabria., ND.,MSc.,PhD

DIRECTORA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

Bogotá D.C. Junio 2024

NOTA DE ADVERTENCIA

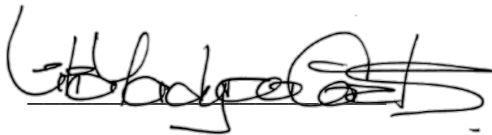
Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por que no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**IMPACTO DE LA INGESTA PROTEICA EN EL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA Y
FRAGILIDAD EN EL ADULTO MAYOR: REVISIÓN DE LITERATURA**

MARIA FABIANA TORRES PINEDA

APROBADO



Lilia Yadyra Cortes Sanabria ND.,MSc.,PhD

Directora

Denise van Aanholt ND.,PhD

Jurado

**IMPACTO DE LA INGESTA PROTEICA EN EL TRATAMIENTO DE LA SARCOPENIA Y
FRAGILIDAD EN EL ADULTO MAYOR: REVISIÓN DE LITERATURA**

MARIA FABIANA TORRES PINEDA

APROBADO

Alba Alicia Trespalacios Rangel PhD

Bacterióloga

Decana de la facultad

Luisa Fernanda Tobar Vargas MSc

Nutricionista Dietista

Directora de Carrera

DEDICATORIA

A DIOS, porque sin él no lo hubiera logrado, me guió y brindó sabiduría durante todo este camino.

A mis padres, Consuelo Pineda y Fabian Torres, su apoyo y aliento fueron esenciales para culminar esta etapa. Son un ejemplo de perseverancia y dedicación.

A mi prometido, Juan Pablo Figueroa, por ser el mejor compañero durante estos años de formación y siempre creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por darme las fuerzas necesarias en cada situación y siempre tener una palabra de aliento para mí.

A mis padres por toda su ayuda, esfuerzo y amor. Gracias por siempre escucharme y darme el apoyo necesario en todo este proceso. ¡Lo logramos!

A mi prometido Juan Pablo Figueroa, por su compañía, paciencia y comprensión durante todo este trayecto. Gracias por ser un ejemplo de perseverancia.

A mi mejor amiga Laura Natalia Romero, por estar siempre ahí para mí y por su ayuda incondicional en estos años. Gracias por tu amabilidad y tan sincera amistad.

A mi directora, Lilia Yadyra Cortes, por aceptarme y orientarme en la elaboración de este trabajo de grado, agradezco todas sus enseñanzas a lo largo de la carrera, su comprensión y calidad humana.

A Ana Lorena Rojas Sabogal, quien con su orientación pude encontrar las mejores herramientas para desarrollar este trabajo.

Por último, pero no menos importante, a las mejores amigas que me dejó la universidad, María Paula Arias e Ivonne Pedraza, que fueron siempre una razón de alegría y una ayuda vital durante estos años.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	12
2. RESUMEN.....	13
3. ABSTRACT.....	14
4. MARCO TEORICO	15
5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
5.1. JUSTIFICACIÓN.....	20
6. OBJETIVOS	21
6.1. General	21
6.2. Actividades para cumplir el objetivo.....	21
7. MATERIALES Y METODOS.....	21
7.1. Diseño de la investigación.....	21
7.1.1 Población de estudio	21
7.1.2 Variables del estudio	22
7.2 Métodos y recolección de la información.....	22
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
SARCOPENIA.....	25
Efectos de la suplementación sobre el parámetro de la fuerza muscular	29
Efectos de la suplementación sobre el parámetro del rendimiento físico (SPPB)	32
Efectos de la suplementación sobre el parámetro de la velocidad de la marcha	34
FRAGILIDAD	36
Efectos de la suplementación en el parámetro del rendimiento físico.....	38
Efectos de la suplementación en el parámetro de la velocidad de la marcha	40
9. CONCLUSIÓN.....	40
10. RECOMENDACIONES.....	41
11. REFERENCIAS	42
12. ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Diagrama 1. Actualización de los criterios diagnósticos de sarcopenia.	15
Diagrama 2. EWGSOP2 Algoritmo para la vía de Buscar-Evaluar-Confirmar- Severidad (FACS).....	16

Diagrama 3. Proceso de selección de artículos científicos.....	24
Diagrama 4. Ingesta de proteína total por Kg de peso en los estudios de adultos mayores con sarcopenia.....	25
Diagrama 5. Cantidad de proteína de suero brindada durante la intervención en adultos mayores con sarcopenia	25
Diagrama 6. Gramos de leucina implementados en los estudios de adultos mayores con sarcopenia	26
Diagrama 7 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la masa muscular.....	27
Diagrama 8 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la fuerza muscular.....	29
Diagrama 9 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto al rendimiento físico.....	32
Diagrama 10 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la masa muscular.....	34
Diagrama 11 Cantidad de proteína de suero y leucina brindada durante la intervención en pacientes (pre) frágiles	36
Diagrama 12 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la fuerza de agarre.....	37
Diagrama 13 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto al rendimiento físico.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	57
Tabla 2. Sistema Pico.....	22
Tabla 3. Palabras clave para la búsqueda de artículos científicos	23
Tabla 4. Matriz de análisis para artículos científicos.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Palabras clave para la búsqueda de artículos científicos	50
Anexo 2 Matriz de análisis de artículos científicos	52
Anexo 3. Operacionalización de variables.....	57

1. INTRODUCCIÓN

La esperanza de vida en el mundo ha venido en aumento y con ello, el número de adultos mayores, superando en crecimiento a otros grupos demográficos. Bajo este panorama, ha surgido la preocupación por generar intervenciones para frenar las enfermedades y fomentar el bienestar de esta población. Entre los principales problemas de salud que afectan a la población de adultos mayores, la sarcopenia y la fragilidad han surgido como áreas de interés debido a su impacto en la calidad de vida e independencia funcional. La sarcopenia se define como un enfermedad que se caracteriza por una pérdida progresiva generalizada de masa y fuerza del músculo esquelético, mientras que la fragilidad es un síndrome geriátrico asociado con una disminución de la reserva fisiológica y la función en múltiples órganos y sistemas.

Actualmente, considerando el proceso del envejecimiento así como las características de la sarcopenia y fragilidad, la evidencia científica y grupos de estudios internaciones indican que la ingesta de proteína desempeña un papel fundamental en su prevención y tratamiento. Sin embargo, los adultos mayores pueden enfrentar dificultades para consumir cantidades suficientes de este macronutriente debido a sus problemas dentales, pérdida de apetito y cambios en el gusto. Por lo tanto, se suele recurrir a los suplementos proteicos para garantizar y /o aumentar la ingesta de proteínas sin necesidad de consumir grandes cantidades de alimentos y lograr así la preservación de la masa muscular y funcionalidad.

Debido al papel determinante que juega la proteína en la síntesis de proteínas musculares, esta revisión de literatura se enfocó en investigar cual es el efecto de la ingesta de proteína en el tratamiento de la sarcopenia y fragilidad en los adultos mayores. Asimismo se proporcionará a los profesionales de la salud información valiosa sobre estrategias nutricionales específicas para abordar ambas condiciones, lo que podría influir en las decisiones de tratamiento y orientar las prácticas clínicas.

2. RESUMEN

La esperanza de vida en el mundo ha venido en aumento y con ello el número de adultos mayores, superando en crecimiento a otros grupos demográficos. Dentro de los problemas de salud que afectan a este grupo poblacional se destacan la sarcopenia y la fragilidad debido a su impacto en la independencia funcional y la calidad de vida. Como prevención y tratamiento de estas enfermedades se han usado diferentes estrategias como lo son las medidas nutricionales, centrándose en la ingesta de proteínas debido al papel que cumplen como regulador del metabolismo de las proteínas musculares. Por todo lo anterior, el objetivo de esta revisión es conocer el impacto de la ingesta proteica en el tratamiento de la sarcopenia y la fragilidad en el adulto mayor. La metodología empleada fue realizar la búsqueda en las bases de datos PubMed, Embase y Scopus de artículos científicos publicados entre el año 2019 y 2024 en idiomas inglés y español. Se incluyeron un total de 18 artículos científicos luego de aplicar los criterios de inclusión. Se encontró que la suplementación que contiene proteína de suero, leucina y vitamina D demostró destacarse como estrategia prometedora para tratar la sarcopenia en adultos mayores. La dosis que mostró tener un mayor impacto frente estos parámetros fue 20g/día de proteína de suero, 2,8 g leucina y 800 UI vitamina D. Por otro lado, mientras que el uso exclusivo de proteína de suero, leucina y HMB no muestra beneficios significativos en la mejora de la mayoría de los parámetros mencionados anteriormente, la suplementación combinada con leucina, ácidos grasos poliinsaturados ω 3 y probióticos parece ser efectiva pero en menor medida, para mejorar la masa muscular, fuerza de agarre, rendimiento físico y velocidad de la marcha. En el caso de los BCAA como única intervención, mostraron ser significativos para mejorar la masa muscular, fuerza de agarre y velocidad de la marcha, en especial cuando se combinaba con 500 UI vitamina D. En cuanto a la fragilidad, la suplementación con proteína de suero como único tratamiento junto con el ejercicio mostró tener un efecto significativo únicamente para la fuerza de agarre. Sin embargo, la cantidad de literatura científica actual que aborda las intervenciones con suplementos proteicos en relación con la fragilidad y sus efectos frente a la masa muscular, fuerza y rendimiento físico es muy limitada. Por consiguiente, resulta difícil determinar de manera definitiva si la suplementación proteica tiene un efecto significativo en el tratamiento de la fragilidad. Finalmente los hallazgos de esta revisión subrayan la importancia del tipo, cantidad de suplementación, e importancia de la realización de actividad física en el adulto mayor.

3. ABSTRACT

Life expectancy worldwide has been increasing, and with it the number of older adults, surpassing the growth of other demographic groups. Among the health problems that affect this population group, sarcopenia and frailty stand out due to their impact on functional independence and quality of life. Different strategies have been used for the prevention and treatment of these diseases, such as nutritional interventions, focusing on protein intake due to its role as a regulator of muscle protein metabolism. Therefore, the objective of this review is to understand the impact of protein intake on the treatment of sarcopenia and frailty in older adults. The methodology used was to search in the databases PubMed, Embase, and Scopus for scientific articles published between 2019 and 2024 in English and Spanish. A total of 18 scientific articles were included after applying the inclusion criteria. It was found that supplementation containing whey protein, leucine, and vitamin D proved to be a promising strategy for treating sarcopenia in older adults. The dose that showed the greatest impact on these parameters was 20g/day of whey protein, 2.8g leucine, and 800 IU vitamin D. On the other hand, while the exclusive use of whey protein, leucine, and HMB does not show significant benefits in improving most of the parameters mentioned above, combined supplementation with leucine, ω 3 polyunsaturated fatty acids, and probiotics seems to be effective, but in a smaller magnitude, in improving muscle mass, grip strength, physical performance, and gait speed. In the case of BCAAs as the only intervention, they were shown to be significant in improving muscle mass, grip strength, and gait speed, especially when combined with 500 IU vitamin D. Regarding frailty, supplementation with whey protein as the only treatment, along with exercise, showed a significant effect only for grip strength. However, the amount of current scientific literature addressing protein supplement interventions in relation to frailty and their effects on muscle mass, strength, and physical performance is very limited. Therefore, it is difficult to definitively determine whether protein supplementation has a significant effect on the treatment of frailty. Finally, the findings of this review highlight the importance of the type and amount of supplementation, and the importance of physical activity in older adults.

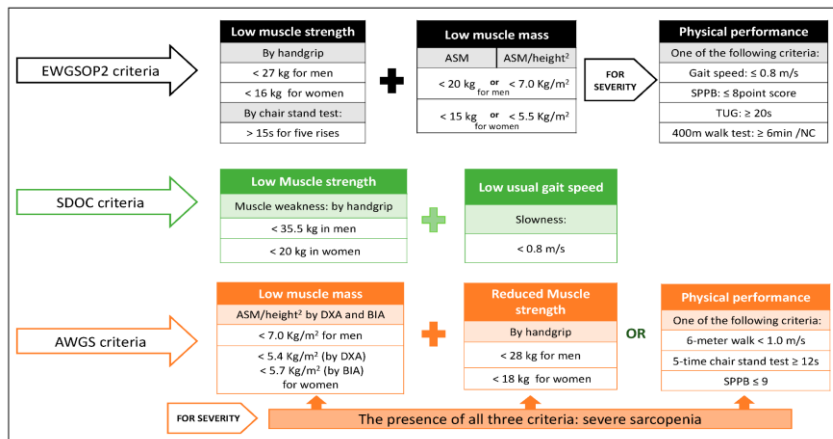
4. MARCO TEORICO

SARCOPENIA

La sarcopenia es una de las enfermedades musculoesqueléticas más predominantes en las personas mayores, definida como una pérdida progresiva y generalizada de masa muscular relacionada con la edad con una reducción simultánea de la fuerza y/o función muscular (Marques J. et al, 2023). Aunque este término se introdujo por primera vez en 1994, hoy en día existen al menos tres importantes grupos de consenso publicando sobre sarcopenia que son el Grupo de Trabajo Europeo sobre Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP2) (también apoyado por Australia y Nueva Zelanda), el Grupo de Trabajo Asiático de 2019 sobre Sarcopenia (AWGS) y el Consorcio Americano de Definiciones y Resultados de Sarcopenia (SDOC) (Sayer,A et al, 2022). Aun cuando cada uno de estos maneja diferentes criterios diagnósticos de sarcopenia así como puntos de corte (figura 1), el consenso más aceptado y utilizado es el del Grupo de Trabajo Europeo ya que abarca tanto la baja masa muscular como la falta de funcionamiento muscular (fuerza y rendimiento).

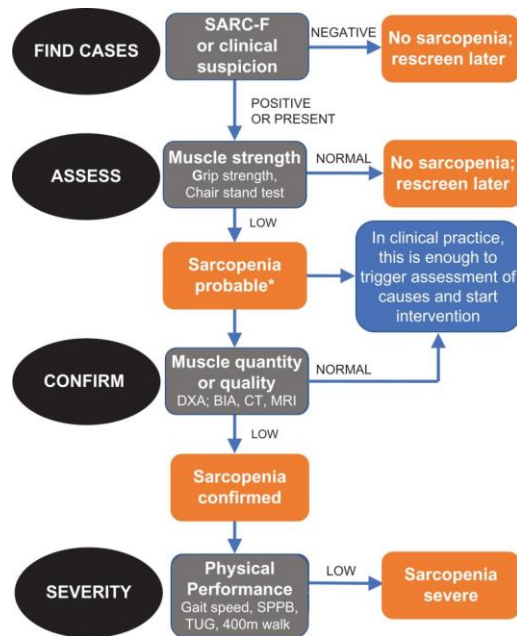
Este consenso realizó un algoritmo para encontrar los casos de sarcopenia y se centra en los pasos de Buscar-Evaluar-Confirmar-Severidad (figura 2). Inicialmente la búsqueda de casos se realiza por medio del cuestionario SARC-F, que consta de cinco ítems donde las respuestas se basan en la percepción del paciente sobre sus limitaciones en fuerza, capacidad para caminar, levantarse de una silla, subir escaleras y experiencias con caídas (Malmstrom et al, 2016). Luego para evaluar la sospecha de sarcopenia, se usa el criterio de baja fuerza muscular. En caso de que esta sea baja, se hace el diagnóstico por medio de cuantificación de baja cantidad de masa muscular. Cuando la sarcopenia ya es confirmada, se mide su severidad evaluando el rendimiento físico de la persona (Cruz-Jentoft et al,2019).

Diagrama 1. Actualización de los criterios diagnósticos de sarcopenia.



Fuente: Meza et al,2021

Diagrama 2. EWGSOP2 Algoritmo para la vía de Buscar-Evaluar-Confirmar-Severidad (FACS) para su uso en prácticas clínicas y en estudios de investigación.



Fuente: Cruz-Jentoft et al, 2019

FRAGILIDAD

La fragilidad es un síndrome geriátrico, que afecta múltiples sistemas clave, incluidos los sistemas endocrino, respiratorio y cardiovascular, así como el músculo esquelético (Angulo et al, 2020). La pérdida de función física es una manifestación fundamental de la fragilidad por lo que las herramientas que lo evalúan se basan en el modelo de fragilidad física. (Picca et al, 2022)

Este síndrome ha sido operacionalmente definido por varios autores. Entre ellos, Linda Fried determina que la presencia de tres o más de los siguientes elementos identifican un individuo frágil: pérdida de peso no intencionada de 4.5 kg en el último año, sensación subjetiva de agotamiento (sentirse inusualmente cansado el último mes), debilidad con falta objetiva de fuerza (menos de 17 kg de fuerza en la mano), disminución de la velocidad de la marcha (menos de 0.8 mts /seg) y escasa actividad física (Fried et al, 2001).

La fragilidad y sarcopenia comparten la atrofia muscular, la disipenia y la función física deficiente, mientras que el estilo de vida físicamente inactivo y la fatiga se asocian comúnmente con la progresión de ambas afecciones (Landi et al. 2015). Este escenario ha llevado a plantear a la sarcopenia como sustrato biológico de la fragilidad (Picca et al, 2022).

En el estudio "Salud Bienestar y Envejecimiento" (SABE) Bogotá, un estudio transversal realizado en 2012 en Bogotá, se reportó que en Colombia la prevalencia de fragilidad es del 12,1% y en Bogotá del 9.4%, así mismo el 52,4% presenta pre-fragilidad y el 11.5% sarcopenia (Cano et al,2018). De igual forma se concluyó que el ejercicio y una mayor ingesta de proteína han demostrado un impacto sobre la prevalencia de la baja masa muscular.

Es evidente que hay un porcentaje grande de ancianos en Bogotá con malnutrición, con fragilidad y con sarcopenia; así mismo, que están en alto riesgo de eventos adversos y alteraciones definitivas que pueden llevarlos a la discapacidad y en algunos casos a la muerte. Dados los factores de riesgo comunes y que algunos de estos son reversibles, estos serían claves para diseñar políticas de salud pública y programas de intervención para mejorar la calidad de vida y promover la independencia en adultos mayores colombianos (Cano et al,2018).

Pérdida de masa muscular en la vejez y bajo consumo de proteína

Una condición significativa vinculada a la disminución de la masa muscular y la disminución de la actividad física es el fenómeno del envejecimiento. El proceso de envejecimiento conlleva una reducción gradual e inevitable de la masa del músculo esquelético asociada con la edad (Cholewa et al,2017).

Las estimaciones basadas en la población indican que la pérdida de masa muscular después de los 60 años es aproximadamente del 1% por año, mientras que la pérdida de fuerza es más pronunciada, alrededor del 3% por año. No obstante, episodios intermitentes de actividad física reducida y el desuso muscular aceleran transitoriamente la disminución de la masa muscular, así como la pérdida de fuerza y potencia muscular (Oikawa, Holloway, and Phillips 2019). Además el mecanismo de la atrofia muscular relacionada con la edad se cree que está influenciado simultáneamente por varios factores, entre ellos la pobre regeneración muscular, cambios hormonales, deficiencias nutricionales y un aumento del estrés oxidativo. Estrategias como la suplementación nutricional y el entrenamiento físico (tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia) son intervenciones importantes para la atrofia muscular en las personas mayores (Sakuma et al,2023).

Suplementación proteína

El músculo esquelético, siendo el órgano más grande del cuerpo humano, representa aproximadamente el 50% de la masa corporal total. La masa muscular está regulada por el equilibrio dinámico y transitorio entre la síntesis de proteínas musculares (MPS) y la degradación de proteínas musculares (MPB) por lo que la alimentación, especialmente el

consumo de proteínas desempeña un papel crucial como regulador importante del metabolismo de las proteínas musculares. Especialmente el músculo viejo requiere mayores cantidades de aminoácidos para estimular el anabolismo muscular (Coelho et al, 2020a) (Wall et al, 2015). Según Moore et al; 2015, los adultos mayores podrían requerir una ingesta de proteínas hasta un 140% mayor en comparación con los jóvenes para estimular al máximo las tasas posprandiales de MPS.

La suplementación de proteínas/una dieta rica en proteínas es recomendada condicionalmente por las pautas de práctica clínica para la sarcopenia según la Conferencia Internacional sobre Investigación de la Sarcopenia y Fragilidad (ICFSR) (Sakuma et al,2023). La calidad y digestibilidad de las proteínas son características distintivas entre las proteínas animales y vegetales, con diferencias en el contenido de aminoácidos y la cinética de absorción. La calidad de la proteína se refiere a la respuesta anabólica que una fuente de proteína específica puede inducir. (Liu, Zhang, and Li 2023) (Coelho et al, 2020a).

La magnitud y duración de la estimulación de las MPS generada por la ingesta de proteínas, dependen tanto de la dosis como de su tipo/calidad, lo que está estrechamente asociado con el aumento concurrente posterior a la ingestión de las concentraciones plasmáticas de aminoácidos. Los aminoácidos esenciales derivados de la proteína de la dieta, y la leucina en particular, actúan como moléculas señalizadoras activando rutas anabólicas en el tejido muscular esquelético y proporcionando precursores para la síntesis de proteína muscular. (Tezze, Sandri, Tessari, 2023) (Van Loon 2016)

Tratamiento sarcopenia y fragilidad

Diversas intervenciones nutricionales, terapias de ejercicio, o la combinación de ambas, se recomiendan para prevenir la sarcopenia o la fragilidad en personas de edad avanzada. Entre estas recomendaciones, se destaca la sugerencia de utilizar suplementos proteicos (SP) en conjunto con ejercicios de fortalecimiento muscular (EFM) (Liao et al, 2019) (Denison et al, 2015) (Tessier et al,2018).

La literatura sugiere que la dosis diaria de proteína actualmente recomendada podría no ser suficiente para evitar la atrofia muscular en adultos mayores, lo que podría contribuir al desarrollo de sarcopenia y fragilidad. Por ende los consensos han abogado por la recomendación de una ingesta de proteínas dietéticas superior a la dosis diaria recomendada (1,0 a 1,5 g/kg de peso corporal/día) con el fin de prevenir o retrasar la atrofia muscular asociada con el envejecimiento (Coelho-Junior et al. 2020b).

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años, la población mayor de 65 años (adultos mayores) ha presentado un rápido crecimiento en todo el mundo, de acuerdo con la ONU (2019), se proyecta que para 2050 la población se triplique, pasando de 143 millones en 2019 a 426 millones. Bajo este panorama, ha sobrevenido la preocupación por generar intervenciones para frenar las enfermedades y promover el bienestar de las personas que están en proceso de envejecimiento (Petretto, D. R., et al. 2016). Teniendo en cuenta lo anterior, la OMS desde los años 90 hasta la actualidad, ha tratado de difundir medidas para un envejecimiento activo y saludable, el cual define como un proceso continuo de optimización de oportunidades para mantener y mejorar la salud física y mental, la independencia y la calidad de vida a lo largo de la vida (OPS, s.f).

La sarcopenia ha sido motivo de acelerado interés en el campo de la geriatría por su estrecha relación con la fragilidad en las personas mayores. (Abinza Soler et al. 2014). La fragilidad y la sarcopenia están asociados con una mayor probabilidad de resultados adversos como las caídas, fracturas y discapacidad física ya que se dificulta realizar las actividades diarias y se relaciona con enfermedades cardíacas, enfermedades respiratorias y deterioro cognitivo. Ambos aspectos terminan dificultando la movilidad causando una menor autonomía e independencia reduciendo la calidad de vida. (Cruz-Jentoft et al,2019).

Como prevención y tratamiento de la sarcopenia y fragilidad se han usado diferentes estrategias como lo son las medidas nutricionales y el ejercicio. (Roberts et al, 2019). Teniendo en cuenta el proceso del envejecimiento así como las características de la sarcopenia, la evidencia científica sugiere un papel central de la ingesta de proteínas en la preservación de la masa magra. La Sociedad de Medicina Geriátrica de la Unión Europea (EUGMS) junto con el grupo de estudio internacional para revisar las necesidades de proteínas dietéticas con el envejecimiento (Grupo de estudio PROT-AGE) mencionan que la ingesta de proteínas en las personas mayores debe considerar, más allá de la cantidad, también la calidad, la fuente de proteínas y el momento de la ingesta.

Frecuentemente, las intervenciones nutricionales inician promoviendo y apoyando el consumo de mayores cantidades de alimentos habituales con el objetivo de mantener el peso corporal. Este enfoque es conocido como el principio de "alimentos primero", la cual consiste en proporcionar comidas en casa, sin embargo el consumo de alimentos en especial las proteínas puede verse afectado en los adultos mayores debido a la ausencia de piezas dentales, reducción del apetito, disfagia de sólidos, alteración del gusto, costo y barreras para comprar y cocinar cuando la movilidad se reduce, (Zanini et al,2020). En consecuencia, los suplementos

nutricionales son cada vez más recomendados y utilizados por las personas mayores, como medio para aumentar la ingesta total de energía y proteínas (Chapman et al,2021).

Considerando todo lo anterior, esta revisión de literatura busca abordar la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la ingesta proteica en el manejo de la fragilidad y la sarcopenia en adultos mayores?

5.1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la pirámide poblacional Colombiana ha sufrido cambios. Los datos indican que en el año 2005 de cada 100 personas el 8 eran mayores de 65 años, para el 2023 la cifra aumentó un 7% en donde de cada 100 personas 15 son adultos mayores. Esto es importante porque se prevé que para 2050 la población adulta mayor en Colombia llegará a ser la cuarta parte del total de la población (25%), lo cual corresponde a 14.9 millones de personas mayores. (CEPAL,2020). Esto evidencia que la población colombiana está envejeciendo rápidamente, con un aumento constante en el número de personas mayores.

Esta población no solo está sujeta a presentar sarcopenia o fragilidad sino que también estas enfermedades se asocian estrechamente con la prevalencia de comorbilidades, complicando más la calidad de vida y la independencia funcional, tanto así que el estudio SABE (Salud, Bienestar y Envejecimiento) del 2012 en Bogotá. D.C (Cano et al,2018) detectó que de los 2000 adultos mayores entrevistados, 23 (1,6% de la muestra) necesitan intervenciones tanto para la fragilidad como para la sarcopenia, 46 adultos (3,2% de la muestra) necesitan intervenciones tanto para la fragilidad como para las comorbilidades, y 33 adultos (2,3% de la muestra) necesitan intervenciones para la sarcopenia y las comorbilidades (Cano et al,2018). Goates et al. encontró en 2019 que los pacientes afectados por sarcopenia tuvieron mayores probabilidades de hospitalización (OR, 1,95; $p < 0,001$) en comparación con aquellos sin sarcopenia y el costo total anual de hospitalización para personas con sarcopenia fue de 40.400 millones de dólares, con un costo promedio por persona de 260 dólares. De igual manera Álvarez-Bustos et al en 2022 reportan que la sarcopenia así como la fragilidad se relacionan con un aumento en el número de hospitalizaciones y estancia hospitalaria, llevando a elevar los costos en el sistema de salud.

El EWGSOP2 enfatiza que los profesionales tienen posibilidades cada vez mayores de prevenir, retrasar, tratar y, a veces, incluso revertir la sarcopenia mediante intervenciones tempranas y efectivas (Cruz -Jentoft et al,2019). Se ha encontrado que una dieta "saludable" es un factor clave para preservar la independencia durante el envejecimiento. En particular, una ingesta elevada de proteínas se ha asociado con un mejor rendimiento físico y una menor

prevalencia de fragilidad (Coelho et al, 2020b). Con base en lo anterior, trabajar en la prevención y manejo temprano de la sarcopenia y de fragilidad reduciría abruptamente los costos para los pacientes, los familiares y el sistema de salud (Rodríguez et al ,2022), ya que estas personas requieren de una mayor demanda de cuidados (Dos santos tavares,2017).

6. OBJETIVOS

6.1. General

Conocer el impacto de la ingesta proteica en el tratamiento de la sarcopenia y la fragilidad en el adulto mayor a través de una revisión de literatura

6.2. Actividades para cumplir el objetivo

- Realizar una revisión de literatura científica de los últimos 5 años acerca del papel de la ingesta proteica en el tratamiento de la fragilidad y la sarcopenia en el adulto mayor
- Clasificar los artículos encontrados en la matriz de análisis
- Analizar la información obtenida y clasificada según el papel de la ingesta proteica en el tratamiento de la fragilidad y la sarcopenia en el adulto mayor

7. MATERIALES Y METODOS

7.1. Diseño de la investigación

Se llevará a cabo una revisión de la literatura

Para la recolección de la información se utilizará la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

7.1.1 Población de estudio

Artículos científicos experimentales y de revisión que aborden la ingesta proteica para el tratamiento de la sarcopenia y fragilidad en adultos mayores.

Muestra

Los artículos científicos que cumplan con los criterios de inclusión.

7.1.2 Variables del estudio

Variables de intervención: Masa muscular, Fuerza de agarre, La Bateria Corta de Desempeño Físico (SPPB), Velocidad de la marcha

Variables de resultado: Sarcopenia, Fragilidad, Tipo de proteína, Cantidad de proteína

Se realizo una tabla con la definición para cada variable, junto con su escala de medición y tipo, la cual esta adjuntada en el anexo 1.

7.2 Métodos y recolección de la información

7.2.1 Criterios de elegibilidad

- **Sistema PICO**

Tabla 2. Sistema Pico

Acrónimo y componente	Descripción
P (Población)	Adultos mayores de 65 años en adelante que presenten sarcopenia o fragilidad
I (Intervención)	Consumo o ingesta de proteína bien sea a través de una dieta o suplementos proteicos o leucina o HMB
C (Comparación)	-
O (Resultados)	El impacto en la sarcopenia o en la fragilidad

Fuente: Elaboración propia

- **Criterios de inclusión**

Se incluyen artículos científicos en español o inglés de revisiones bibliográficas e investigaciones experimentales en humanos publicados entre el 2019 y 2024. Los artículos seleccionados deberán responder a los criterios establecidos en el sistema PICO tabla 2.

- **Criterios de exclusión**

Artículos científicos o cualquier documento que no corresponda a éste y que hayan sido publicados antes del 2019, que estén en idiomas distintos a inglés o español y no cumplan con los criterios establecidos en el sistema PICO.

- **Fuentes de información**

Se utilizarán las bases de datos PubMed, Embase y Scopus con las que se cuenta acceso desde la Pontificia Universidad Javeriana, empleando para la búsqueda las siguientes palabras clave.

Tabla 3. Palabras clave para la búsqueda de artículos científicos

Tema	Término MeSH (Pubmed)	Emtree	Cadena de búsqueda
Ingesta de proteína	protein* Leucine "Amino Acids" "Dietary Proteins"	"Protein intake" "Protein supplementation" Leucine "Amino Acid"	"Protein* intake" OR "protein* supplementation" OR "amino acid supplementation" OR "HMB" OR "leucine" OR "aminoacid" OR "protein* consumption" OR "protein* feeding" OR "Dietary Protein**"
Adultos mayores	Aged	Aged	elderly OR "older adult*" OR Aging OR aged OR elder OR "aged patient**"
Fragilidad o sarcopenia	"Frail elderly" sarcopenia	Sarcopenia Frailty "Frail elderly"	"frail elderly" OR "Functionally Impaired Elderly" OR "frail elder*" OR "frail older adult*" OR "frailty" OR sarcopeni* OR sarcopenia

Fuente: Elaboración propia

7.3 Recolección de datos **Tabla 4. Matriz de análisis para artículos científicos.**

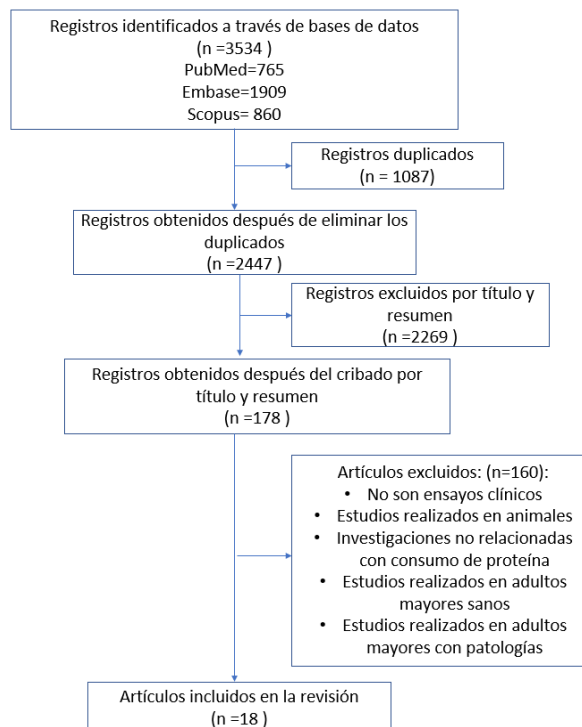
(sarcopenia /fragilidad/ ambas)	Titulo	Tipo de estudio	Año de publicación	Objetivo	Metodología	Resultados	Conclusiones
----------------------------------------	---------------	------------------------	---------------------------	-----------------	--------------------	-------------------	---------------------

Fuente: Elaboración propia

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de aplicar los criterios de exclusión y el sistema PICO se obtuvieron un total de 18 ensayos clínicos. La metodología de recolección de artículos se encuentra detallada en el diagrama 3. Se elaboró una matriz de análisis para los artículos elegidos con el propósito de recopilar la información necesaria (anexo 2).

Diagrama 3. Proceso de selección de artículos científicos



En esta revisión se incluyeron 18 estudios dobles ciego aleatorizados controlados con placebo. El promedio de edad fue de 76 años y la duración promedio fue de 3 meses y medio (variando de 5 semanas a 6 meses). Se identificó que 4 artículos se centraban en la fragilidad o pre-fragilidad, 13 en sarcopenia y 1 en ambos. Los países donde se realizaron las intervenciones fueron España y China (tres artículos cada uno), Italia, Taiwán, Finlandia y Japón (dos artículos cada uno), Países Bajos, Dinamarca, Australia e Irán (un artículo cada uno).

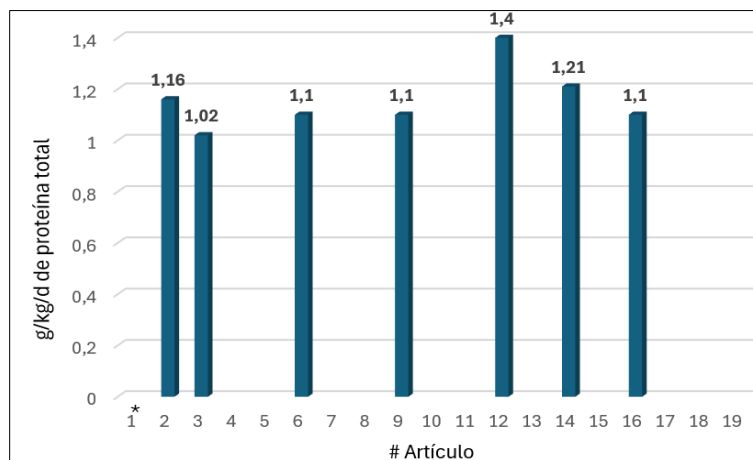
El tamaño de la muestra en los artículos, fluctuó entre 28 (Amasene et al. 2022 y Yang et al. 2023) y 218 adultos mayores (Björkman et al. 2020).

Vale la pena resaltar que en 10 de los artículos se incluyó un programa de entrenamiento o se tuvo la indicación de hacer ejercicio durante el periodo de intervención.

SARCOPENIA

Como se puede observar en la diagrama 4 la dosis de ingesta de proteína total por Kg de peso varió entre 1,02 g/Kg - 1,4 g/Kg, siendo la más usual 1,1 g/Kg.

Diagrama 4. Ingesta de proteína total por Kg de peso en los estudios de adultos mayores con sarcopenia



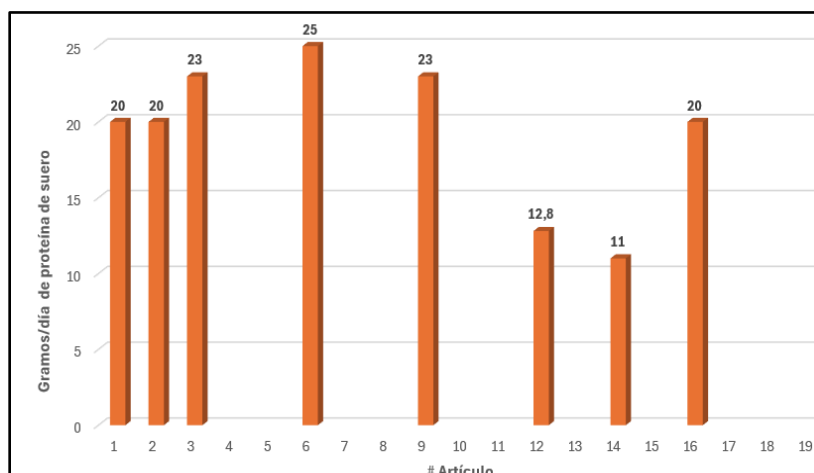
*En el artículo 1 no se menciona la cantidad de g/kg/día evaluada, solo se reporta el aporte 20 g/día de la suplementación.

Fuente: Elaboración propia

Proteína de suero (Whey)

Se evidenció que el suplemento más utilizado fue la proteína de suero (proteína whey), siendo evaluada en 8 artículos, de los cuales en 2 se estudió como única intervención, 2 en conjunto con leucina, 2 con leucina + vitamina D, 1 con vitamina D y 1 con vitaminas D y E. El aporte de proteína de suero fue entre 11g/d a 25 g/d con un promedio de 19 g/d.

Diagrama 5. Cantidad de proteína de suero brindada durante la intervención en adultos mayores con sarcopenia

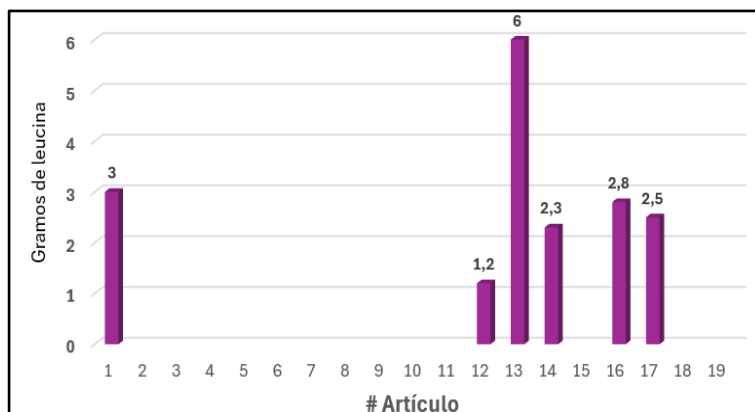


Fuente: Elaboración propia

Leucina

El segundo suplemento más evaluado fue la leucina, la cual fue analizada en 6 artículos, de los cuales en 1 se estudió como única intervención, 2 en conjunto con proteína de suero, 2 combinada con proteína de suero+ vitamina D y 1 junto con ω 3 y probióticos. La dosis de leucina variaba entre 1,2 g/día a 6 g/día.

Diagrama 6. Gramos de leucina implementados en los estudios de adultos mayores con sarcopenia



Fuente: Elaboración propia

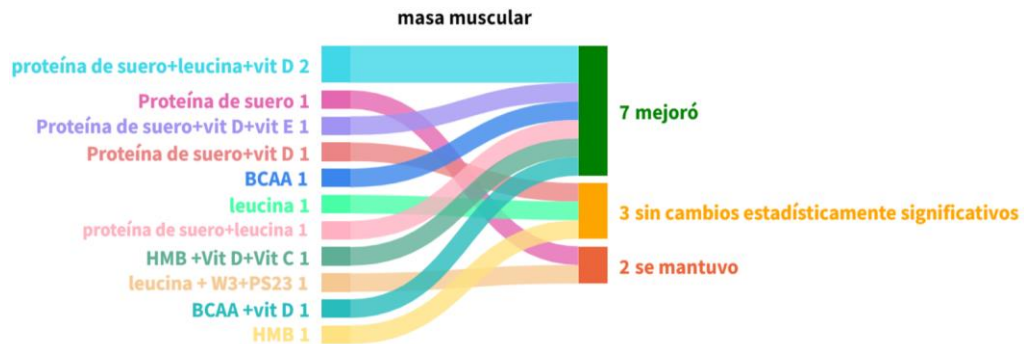
HMB y BCAA

Se encontró que dos artículos evaluaron el efecto del HMB, en uno como única intervención (3 g/día) y en el otro 3g/día en conjunto con vitamina D (1000 IU/día) y vitamina C (500 mg/día). Así mismo, dos artículos evaluaron el efecto de los aminoácidos ramificados (BCAA), en un

estudio combinado con vitamina D (500 UI/día) y BCAA (2,5 g /día) y en el otro como único tratamiento (7,2 g/día).

Efectos de la suplementación sobre el parámetro de la masa muscular

Diagrama 7 Efectos de diferentes tipos de suplementación frente a la masa muscular



Fuente: Elaboración propia

En el diagrama 7 se evidencian los diferentes tipos de intervención y el impacto que tuvieron frente al parámetro de masa muscular. Se encontró que el consumo de proteína de suero por sí sola no generó un cambio en la masa muscular de los adultos mayores con sarcopenia (Björkman et al. 2020). Sin embargo, cuando esta se combinaba con leucina sola o leucina+vitamina D o vitamina E+vit D la masa muscular mejoró (Bo et al. 2019; Lin et al. 2021; Mori and Tokuda 2022; Rondanelli et al. 2020). Al analizar en detalle el efecto con las diferentes combinaciones se observó que la combinación de proteína de suero, leucina y vitamina D mostró el mejor efecto en la ganancia de masa muscular en comparación con los otros ensayos. Siendo así que el estudio llevado a cabo por Rondanelli et al. (2020), encontró que después de 2 meses de intervención con proteína de suero (20 g), leucina (2,8 g) y vitamina D (800 UI) junto con ejercicio físico, se logró una ganancia mensual de 949.8 gramos en la masa muscular apendicular (AMM) ($P=0,011$) y de 0.38 Kg/m^2 en el índice de masa del músculo esquelético (SMMI) ($P=0,023$). En comparación con otros estudios, como el de Bo y colaboradores que después de 6 meses y una intervención con consumo de proteína de suero, vitamina D y vitamina E solo lograron el incremento de 0.08 Kg/m^2 en el índice de masa muscular relativa (RSMI) ($P=0.040$).

Esto podría explicarse por el hecho de que la proteína de suero ya contiene una cantidad significativa de aminoácidos esenciales y de cadena ramificada, por lo cual, al añadir leucina, esta tiene la capacidad no solo de desencadenar la fosforilación de mTOR en el tejido muscular esquelético sino también de inhibir los factores de transcripción asociados con la degradación de proteínas, como FoxO3 (Guo et al., 2022). Además, la incorporación de vitamina D puede

favorecer el anabolismo muscular. Estudios como el realizado por Salles et al. 2013 en murinos han demostrado que la forma activa de vitamina D ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) mejora la sensibilidad a la leucina e insulina generando un efecto positivo de la vía Akt/mTOR resultando en una mayor activación de la síntesis de proteínas en las células musculares C2C12. En consecuencia, la $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ refuerza el efecto de la leucina e insulina en el anabolismo del músculo esquelético. Adicionalmente, Tanaka y colaboradores en 2014 demostraron que al consumir proteína + vitamina D se aumenta considerablemente la expresión génica del receptor de vitamina D (VDR), necesario para mantener el volumen muscular.

Por otro lado, cuando el HMB (3g) fue administrado de manera individual durante 3 meses no se observó ningún efecto significativo (Yang et al, 2023). Sin embargo, en el estudio realizado por Nasimi et al. (2021), se encontró una mejora en este parámetro cuando el HMB (3g) se combinó con vitamina D (1000 UI) y vitamina C (500mg) durante 3 meses. Este hallazgo sugiere que para maximizar el potencial anabólico de la leucina o sus metabolitos, como el HMB, podrían ser necesarios niveles adecuados de vitamina D3 (Fairfield et al, 2022) y antioxidantes como la vitamina C, dado que en los adultos mayores puede haber una disminución de la función mitocondrial y el daño oxidativo es uno de los mecanismos que conducen a la pérdida de masa y función muscular (Damiano et al, 2019).

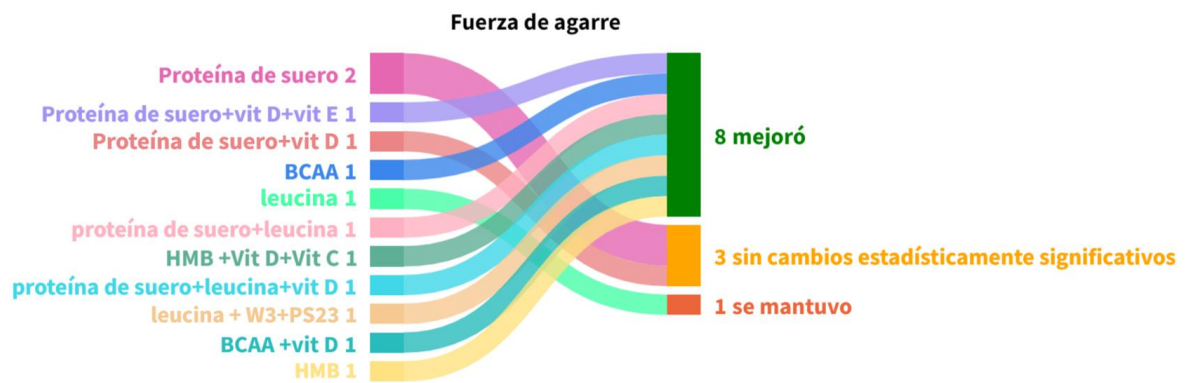
En relación con la leucina como única intervención, Mart et al. (2020) observó que al aportar 6g/día no hubo diferencias significativas entre los grupos en el índice de masa muscular esquelética. Mientras que en el estudio de Rondanelli et al. (2022), al comparar las diferencias en los efectos entre los grupos, la masa magra apendicular aumentó significativamente en el grupo de intervención (2,5 g/día de leucina combinada con 500 mg de ω -3 durante 2 meses) ($p < 0.05$). Estos resultados sugieren que, a pesar que en el estudio de Mart y colaboradores, se diera una dosis mayor de leucina (6 g) y durante un período más prolongado (3.2 meses), el efecto diferencial pudo deberse a que los ácidos grasos poliinsaturados pueden aumentar la sensibilidad del músculo envejecido a los aminoácidos y reducir la resistencia anabólica asociada con la edad (Smith et al., 2011; Dupont et al., 2019), lo que resulta en un aumento de la masa muscular. Además, los ácidos grasos poliinsaturados n-3 tienen mecanismos antiinflamatorios, reduciendo los niveles de expresión del factor de necrosis tumoral alfa (TNF-alfa), el cual puede causar la apoptosis de los miocitos, por lo tanto, al reducir su expresión, se puede prevenir la progresión de la sarcopenia (Tseng et al. 2023).

En relación con la intervención con BCAA, se observó un impacto positivo tanto cuando se administraba de forma individual como cuando se combinaba con vitamina D. Los resultados

del estudio de Ko et al. (2020) en relación con el índice de masa muscular (SMMI) mostraron un aumento de 0,25 kg/m² en 5 semanas (P=0.01), pero tras 12 semanas sin intervención, el SMMI disminuyó. Por otro lado, Takeuchi et al. (2019) después de 2 meses de intervención (2.5g de BCAA + 500 UI de vitamina D + ejercicio), observaron un incremento significativo de 1.1 cm en el perímetro de la pantorrilla (P=0.033). Estos resultados pueden ser explicados debido a que los BCAA activan la vía de señalización celular Akt-mTOR, lo que puede estimular la síntesis de proteínas miofibrilares musculares y aumentar la fosforilación de p70S6 quinasa y S6. Este efecto contrarresta la pérdida de masa muscular, especialmente cuando se consumen después del ejercicio (Bai et al., 2022).

Efectos de la suplementación sobre el parámetro de la fuerza muscular

Diagrama 8 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la fuerza de agarre



Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en el diagrama 8, cuando se implementó proteína de suero como único tratamiento o cuando fue combinada solo con vitamina D, la fuerza de agarre no presentó cambios significativos (Björkman et al.2020; Jyväkorpi et al. 2023; Gade et al. 2019). En contraste, cuando se le adicionó ácidos grasos poliinsaturados ω -3, leucina o vitamina E (Mori and Tokuda 2022; Bo et al. 2019; Rondanelli et al. 2020) se comportó igual que cuando se administraba HMB o BCAA, generando una mejora significativa en este parámetro (Ko et al. 2020; Nasimi et al. 2021; Takeuchi et al. 2019; Yang et al. 2023).

En relación con la leucina, es importante destacar que como tratamiento único no se observa mejoría en la masa ni en la fuerza muscular (Mart et al., 2020). No obstante, tres estudios han demostrado que su eficacia aumenta significativamente cuando se combina con proteína de

suero, vitamina D, o ácidos grasos poliinsaturados ω -3 + probiótico LPPS23 (Rondanelli, 2020; Rondanelli, 2022; Mori y Tokuda, 2022). Entre estos, el estudio llevado a cabo por Rondanelli et al. en 2020 resalta notablemente al evidenciar el mayor incremento en la fuerza de agarre, puesto que tras una intervención de dos meses utilizando 20g proteína de suero combinada con 2.8g leucina y 800 UI de vit D, se observó un cambio significativo de 3.98 Kg ($p < 0.001$), con una diferencia entre grupos de 5.45 Kg ($p < 0.001$). Este efecto positivo se puede atribuir como se mencionó anteriormente, a la mejora en la síntesis de proteínas musculares, la modulación de la señalización celular y/o reducción de la inflamación.

Es importante resaltar que la dosis de 2.3 g de leucina combinada con 11 g de proteína de suero durante seis meses no tuvo el mismo impacto en la fuerza de agarre que los otros estudios, ya que no se observaron diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, tras un período de desentrenamiento de 24 semanas, se encontró que la fuerza de agarre se mantuvo en el grupo suplementado + ejercicio de resistencia (RT + PRO) en comparación con el grupo control (RT) ($p < 0.01$) (Mori y Tokuda, 2022).

Finalmente, Rondanelli y colaboradores en un estudio posterior reportado en 2022, mostraron que tras dos meses de intervención con 2.5 g de leucina, 500 mg de ω -3 y probiótico LPPS23, combinados con entrenamiento de resistencia y actividad física aeróbica, lograron aumentos significativos en la fuerza de agarre (4.087 Kg) ($p < 0.05$), con un aumento de 3.33 Kg en el grupo de intervención. Diversos estudios han indicado que la mejora en la fuerza no solo se debe a la estimulación del complejo de rapamicina 1 (mTORC-1), sino también a la reducción significativa en las citoquinas proinflamatorias, lo que sugiere un posible efecto antiinflamatorio de los ácidos grasos poliinsaturados ω -3 (PUFA n-3) en la salud del músculo esquelético (Akita et al., 2019). Además, en una revisión realizada por Therdyothin, Phiphophatsanee y Isanejad en 2023, se encontró que los ácidos grasos poliinsaturados n-3 combinados con entrenamiento aumentan los niveles de activación del músculo esquelético y disminuyen el tiempo de respuesta electromecánica en mujeres mayores, lo que conduce a una mejora significativa en la fuerza muscular y la capacidad funcional.

En cuanto a los BCAA, los resultados evidencian no sólo una mejora en la masa muscular, sino también un aumento significativo en la fuerza de prensión. Siendo así que en el estudio de Ko et al., 2020, el grupo de intervención que recibió 7,2 g BCAA/día durante 4 meses, experimentaron un aumento de 3 Kg en fuerza después de 5 semanas ($p < 0.001$). A pesar de ello, estas mejoras se perdieron después de 12 semanas de interrupción del tratamiento. Por otro lado, el estudio de Takeuchi et al., 2019 demostraron que al combinar 2,5 g/d de BCAA

con 500 UI de vitamina D y ejercicio durante 2 meses, lograron una mayor mejoría en la fuerza de agarre (4.9 Kg), con una diferencia entre grupos de 1.07 Kg ($p=0.031$).

En este contexto, se ha observado una asociación entre la fuerza muscular y la suplementación con vitamina D. Montenegro et al. (2019) y Rejnmark L (2011) explican cómo el número de receptores de vitamina D (VDR) disminuye con la edad, lo que contribuye a la reducción de la fuerza muscular en adultos mayores, por lo que la suplementación de vitamina D activa los VDR en el tejido muscular esquelético, lo que parece estimular la síntesis de proteínas y mejorar la fuerza muscular mediante un aumento en el tamaño y número de fibras musculares tipo II.

Llama la atención el efecto divergente entre la suplementación con BCAA y leucina como único tratamiento, siendo así que aun cuando la leucina es un aminoácido ramificado su efecto es menor que cuando se suplementa con BCAA. Este hallazgo se alinea con la revisión llevada a cabo por Bai y colegas en 2022, quienes informaron que la suplementación oral de BCAA después del ejercicio estimula la señalización de mTORC1 de manera más potente que la ingestión de leucina sola, este efecto se atribuye a la sinergia entre los aminoácidos valina e isoleucina con la leucina.

En lo que respecta a la suplementación con HMB, aunque el estudio de Yang y colaboradores en 2023 encontró que no hubo un impacto positivo en la masa muscular, sí se evidenció que afecta positivamente la fuerza de agarre cuando se emplean 3 g/día como único tratamiento o cuando se combina con 1000 UI de vitamina D y 500 mg de vitamina C (Nasimi et al. 2021).

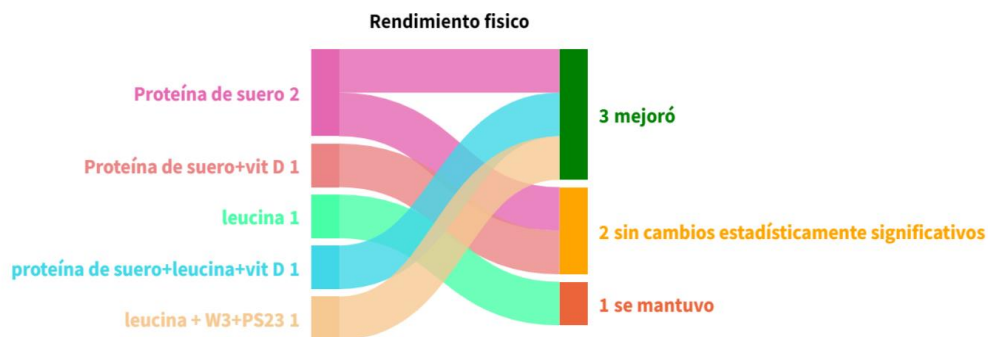
Al analizar en detalle el efecto con las diferentes combinaciones se observó que la combinación de HMB, vitamina D y vitamina C mostró el mejor efecto en la ganancia de la fuerza de agarre en comparación con los otros ensayos. Siendo así que el estudio llevado a cabo por Nasimi et al. (2021), encontró que después de 3 meses de intervención con HMB (3 g), vitamina D (1000 UI) y vitamina C (500 mg), se logró un aumento de 4,15 Kg en la fuerza de agarre manual en el grupo de intervención ($P < 0.001$) en comparación con otros estudios, como el de Yang y colaboradores que después de 4 meses y una intervención con HMB como único tratamiento solo lograron el incremento de 0.08 Kg/m² en la fuerza de agarre ($P=0.040$). Esto se podría explicar por el aumento en la concentración de vitamina D en el grupo de intervención (Nasimi et al. 2021), como se muestra en el estudio de Hafon et al. (2015), los niveles más bajos de vitamina D se asocian con una menor fuerza de prensión manual, independientemente del sexo. Asimismo, Ceglia y colaboradores mostraron que en mujeres de edad avanzada, una suplementación de vitamina D (4000 UI/día) durante 4 meses se asoció con un aumento del

30% en la concentración de receptores de vitamina D dentro del núcleo de las células musculares y un aumento del 10% en el tamaño de las fibras musculares, especialmente las fibras tipo 2, lo que podría contribuir a mejoras en la función muscular.

Por último, otra posible explicación radica en que la sarcopenia se correlaciona con niveles séricos más elevados de citocinas inflamatorias, especialmente de proteína C-reactiva de alta sensibilidad (hs-PCR) y especies reactivas de oxígeno (ROS). La suplementación con HMB, combinada con vitamina C, podría resultar beneficiosa debido a su efecto antiinflamatorio. El HMB suprime la producción de IL-6, mientras que la vitamina C, al actuar como donante de electrones, reduce el daño oxidativo en el músculo y disminuye las concentraciones de citocinas inflamatorias en la circulación. Este proceso ayuda a evitar la inflamación y el estrés oxidativo, factores que contribuyen a la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular (Miyake et al., 2019; Lewis et al., 2020).

Efectos de la suplementación sobre el parámetro del rendimiento físico (SPPB)

Diagrama 9 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto al rendimiento físico



Fuente: Elaboración propia

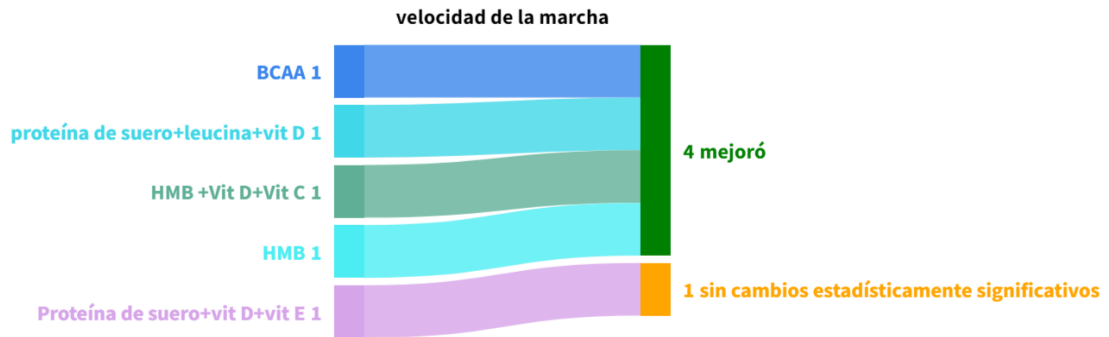
En el análisis del rendimiento físico, los resultados de Jyväkorpi et al. (2023) indican un efecto positivo de la proteína de suero cuando el grupo de intervención recibió un refrigerio diario que contenía MFGM (membrana de los glóbulos grasos de la leche) y proteína hidrolizada durante 12 semanas, en contraste con el estudio de Björkman et al. (2020), el cual no encontró cambios significativos con el efecto de la proteína de suero. Una posible explicación para esta falta de efectividad tras la intervención radica en que los participantes del estudio de Björkman et al. presentaban un IMC normal y una ingesta basal de proteína adecuada (1.0 g/Kg/día), mientras que en el estudio de Jyväkorpi et al.2023, los participantes tenían una ingesta basal de proteínas inferior a la recomendada (0.90 g/Kg/día). Según lo anterior, se plantea la posibilidad que la ingesta de proteínas en el estudio de Björkman ya haya sido adecuada para contrarrestar

la resistencia anabólica relacionada con la edad, y que la suplementación adicional con proteínas pueda no proporcionar beneficios adicionales en las características musculares. Sin embargo, como fue en el caso del estudio de Jyväskylä et al, cuando la ingesta basal de proteínas es insuficiente, un mayor consumo de proteínas podría tener un impacto más significativo en la síntesis de proteínas musculares, al suministrar los aminoácidos necesarios para estimular este proceso. Este fenómeno podría explicarse, como sugieren Ten Haaf et al. en 2018, por la relación dosis-respuesta curvilínea y saturable entre la ingesta de proteínas y la síntesis de proteínas musculares, dando como resultado una mejora en el rendimiento físico. En cuanto a la combinación de proteína de suero y vitamina D, no se observaron cambios significativos (Gade et al. 2019); sin embargo, al agregar 2,8 g leucina se evidenció una mejora del 65% en el rendimiento físico (Rondanelli et al. 2020). Es importante señalar que ambos estudios experimentaron una ingesta total de proteína de 1.1 g/Kg/día. Por lo tanto, el factor diferenciador para lograr una mejora se atribuye al aminoácido. Como se explicó anteriormente, su mecanismo se centra en una mayor estimulación del complejo mTor, lo que aumenta la síntesis de proteínas musculares y, por ende, genera efectos significativos en cuanto a las ganancias en la fuerza muscular y el estado funcional.

Finalmente, con respecto al consumo exclusivo de leucina como intervención durante 3 meses, al igual que en otros parámetros, no tuvo un efecto positivo (Mart et al., 2020). No obstante, a pesar de su menor duración (2 meses), al agregar otros compuestos como 2,5 g leucina + 500 mg ácidos grasos poliinsaturados ω -3 + probiótico LPPS23 y ejercicio se tuvo una mejora mayor de 2 puntos entre grupos en el rendimiento físico ($p < 0,05$) (Rondanelli et al. 2022), lo cual concuerda con revisiones como la de Witard et al. (2016), que han demostrado que la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados ω -3 durante 8 semanas aumenta las tasas de síntesis de proteínas musculares (MPS) y el estado de fosforilación de las proteínas de señalización, como la señalización mTORC1-p70S6k1, que se sabe que regulan la MPS. Estos datos sugieren que los ácidos grasos poliinsaturados ω -3 sensibilizan el músculo esquelético a potentes estímulos anabólicos, como los aminoácidos y la insulina. Además, Rodacki, C. L. et al. (2012) han demostrado que la combinación de suplementos con entrenamiento produce mejoras significativas en la fuerza muscular y la capacidad funcional en adultos mayores.

Efectos de la suplementación sobre el parámetro de la velocidad de la marcha

Diagrama 10 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la velocidad de la marcha



Fuente: Elaboración propia

Como se observa el diagrama 10 sólo 5 estudios evaluaron la velocidad de la marcha como variable resultado de la suplementación. Investigadores, como Ko et al., encontraron que después de una intervención enriquecida con 7,2 g de BCAA durante 5 semanas se presentaron mejoras significativas ($p < 0,01$). Estudios anteriores han proporcionado evidencia sólida sobre la relación de los BCAA con diversos mecanismos implicados en la aparición de la pérdida de la función física relacionada con la edad, por ejemplo, un estudio transversal con 227 adultos mayores ≥ 65 años sugirió que niveles bajos de BCAA se correlacionan con baja masa muscular, deficiente función muscular y baja fuerza en los adultos mayores de la comunidad (Ter Borg et al. 2019). Asimismo, se ha evidenciado como la suplementación a largo plazo con BCAA puede mejorar la función de los músculos esqueléticos, aumentando la resistencia física y la coordinación motora a través del aumento de la biogénesis mitocondrial y la regulación positiva de la expresión de sirtuina 1, una proteína que está asociada con la longevidad y una mejor biogénesis mitocondrial, así como la reducción de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS). Además, la ingesta de BCAA mejora la función muscular al disminuir la concentración de creatina quinasa, un marcador de daño muscular. (Liao et al.2022)

Por otro lado, Lin et al.,2021 encontró que la administración de 12.8 g de proteína de suero, 1.2 g de leucina y 120 UI de vitamina D durante un periodo de 3 meses resultó en mejoras significativas, específicamente en adultos mayores, menores de 75 años. Es importante destacar que el grupo que recibió la suplementación alcanzó una ingesta total de proteínas de

1.4 g/Kg/día, en línea con las recomendaciones de la Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo (ESPEN) para adultos mayores (Deutz et al., 2014).

a (Salles et al., 2013), esta combinación de factores podría explicar las mejoras tanto en la masa muscular como en la velocidad de la marcha observadas en el estudio. No obstante, como plantea el estudio de Burd et al. (2013), es posible que se requiera una mayor cantidad de proteína en la dieta para estimular al máximo la síntesis proteica muscular en la población de mayor edad, lo que podría ayudar a explicar la falta de resultados en poblaciones mayores de 75 años.

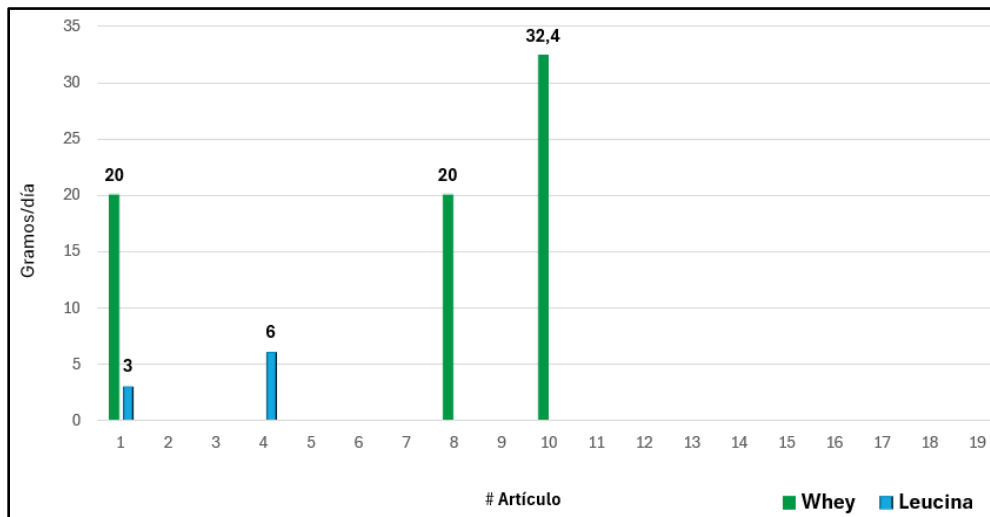
Llama la atención el resultado encontrado respecto a la suplementación combinada de proteína de suero, vitamina D y vitamina E frente a este parámetro, debido a que no hubo diferencia entre grupos, mientras que en la masa muscular y fuerza de agarre si se encontraron mejoras significativas. A pesar de los resultados positivos observados en otros parámetros, no hay una explicación clara del por qué el tratamiento no resultó efectivo en mejorar la fuerza de agarre. Este hallazgo sugiere que otros factores, no contemplados en el estudio o que no fueron identificados, podrían haber influido en la respuesta al tratamiento en relación con este parámetro específico.

Por último, se compararon los resultados de los dos estudios que implementaron HMB independiente al ejercicio. El estudio de Nassimi et al. 2021 (yogur fortificado con 3g HMB+1000 UI vit D + 500 mg vit C) contó con la participación de 66 sujetos, mientras que el estudio de Yang et al. 2023 (3 g HMB) incluyó a 28 adultos mayores. En ambos estudios, se observó una diferencia significativa entre el grupo tratamiento y control, en el estudio de Nassimi et al, la diferencia fue de 0.10 m/s ($p < 0.010$), mientras que en el estudio de Yang fue de 0.11 m/s ($p < 0.014$). Considerando lo anterior, se evidencia que el HMB, ya sea suplementado solo o en combinación, tiene un impacto sobre la velocidad de la marcha. Esto se puede atribuir a que el HMB es un metabolito activo derivado del catabolismo de la leucina, y su función principal es aumentar la síntesis de proteínas al activar la vía de señalización mTOR y el factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF-1), así como desempeñar funciones anti catabólicas al disminuir la vía ubiquitina-proteosoma y aumentar el anabolismo proteico. En resumen, actúa como una sustancia coadyuvante en la prevención de la atrofia muscular por desuso y en la mejora de la recuperación del músculo esquelético, lo cual se va a ver reflejado en el incremento de la velocidad al caminar. (Conde Maldonado et al. 2022).

FRAGILIDAD

Llama la atención que solo se reportan 5 estudios en los cuales se mide el impacto de la suplementación en la fragilidad de los adultos mayores. Dos de ellos utilizaron la proteína de suero (proteína whey) como único tratamiento, 1 la leucina como único tratamiento, 1 la combinación de leucina con proteína whey y 1 se centró en el aporte total de proteína asegurando 25 g por tiempo de comida principal. En general el aporte de proteína de suero fue entre 20 y 32,4 g/d con un promedio de 24 g/d y el de leucina fue entre 3 y 6 g/d con un promedio de 4,5 g/d.

Diagrama 11 Cantidad de proteína de suero y leucina brindada durante la intervención en pacientes (pre) frágiles



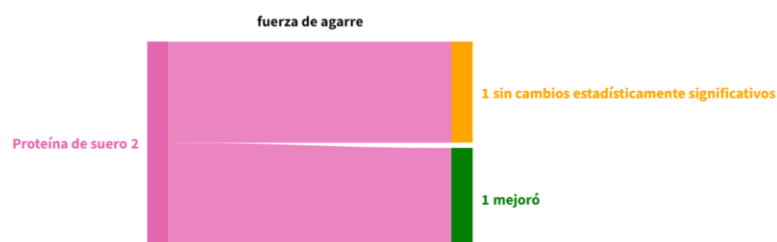
Fuente: Elaboración propia

Efectos de la suplementación en el parámetro de masa muscular

Dorhout et al. 2021 reportaron un efecto positivo en la masa muscular de los adultos mayores (pre)frágiles menores de 75 años que consumían 25 g de proteína en cada tiempo de comida principal; lo cual refuerza lo anteriormente reportado por Tieland et al. 2017 que una ingesta alta de proteínas en la dieta se asocia con una menor pérdida de masa corporal magra y menor fragilidad en comparación con una ingesta baja de proteínas y Pennings et al. 2011 quienes demostraron en su estudio con isótopos estables, que la ingesta de proteínas y/o aminoácidos de la dieta estimula la síntesis de proteínas musculares y disminuye su descomposición, lo que da como resultado un equilibrio neto de proteínas musculares y un aumento de masa muscular.

Efectos de la suplementación en el parámetro de la fuerza de agarre

Diagrama 12 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto a la fuerza de agarre



Fuente: Elaboración propia

Dos estudios abordaron el efecto de la ingesta de proteínas en adultos mayores frágiles sobre la fuerza de agarre. Jadczyk et al. (2021) investigaron el impacto de la suplementación con 20 g de proteína de suero vs 20g de proteína de arroz acompañado de ejercicio durante 6 meses, encontrando que la fuerza de agarre mejoró en ambos grupos ($p = 0,004$), lo que les permitió concluir que la calidad de la proteína no es importante siempre y cuando se brinde una cantidad adecuada de proteína. Sin embargo, contrastando con esta conclusión, la literatura existente ha destacado los beneficios específicos de la proteína de suero (whey protein) y estudios como los de Huang, Condello, and Kuo 2021 explicaron que la proteína de la leche consta de una cantidad relativamente mayor de BCAA en comparación con otras fuentes de proteínas dietéticas comúnmente consumidas y contiene un contenido de leucina relativamente significativo (12,3% de leucina); por lo tanto, los productos proteicos a base de leche se han considerado como la fuente de proteína superior para estimular la síntesis de proteínas musculares.

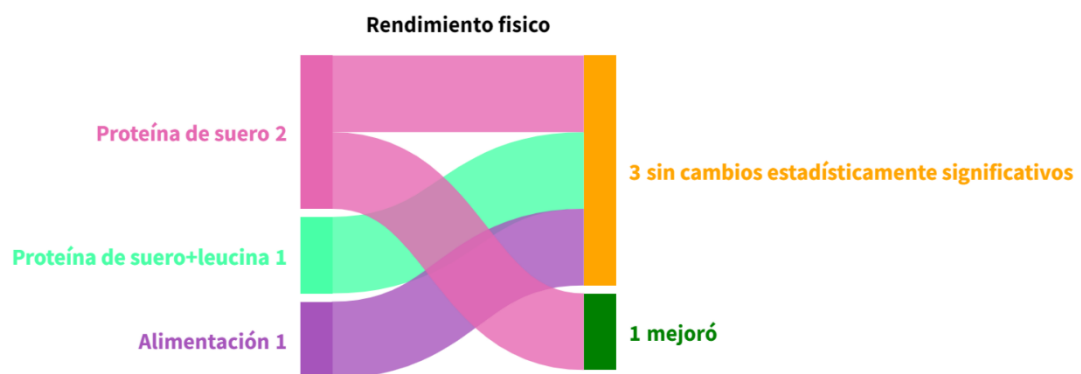
Por otro lado, Kang et al. (2019) llevaron a cabo una intervención durante 3 meses, utilizando una dosis de 32.4 g de proteína de suero acompañada de ejercicio en el grupo tratamiento vs solo ejercicio en el grupo control. Luego de 2 meses de seguimiento, observaron una mejoría significativa en la fuerza de agarre en el grupo tratamiento (0,107 Kg en las mujeres y 0.98 Kg en los hombres, $p=0.007$). Asimismo, durante la intervención también se observaron otros aspectos clínicos importantes, los pacientes con familiares o acompañantes mostraron una mayor fuerza de prensión manual en comparación con aquellos que estaban solos ($p < 0,05$), así como una correlación significativa entre la fuerza de prensión y vivir con la familia ($p < 0,05$).

Estos hallazgos respaldan la teoría de Berkman y Krishna, que sostienen que el apoyo social tiene efectos beneficiosos para la salud, siendo así que este es un factor protector y compensatorio contra factores estresantes, lo que puede mitigar la vulnerabilidad y llevar a un mejor estado de salud entre los adultos mayores frágiles que experimentan vulnerabilidad

fisiológica (Berkman y Krishna, et al 2014). Asimismo, los lazos sociales pueden proporcionar un apoyo emocional o instrumental esencial y compañía durante la enfermedad al ayudar a una persona a enfrentar mejor y compensar este estrés fisiológico y recuperarse más rápidamente (Mehrabi et al., 2024).

Efectos de la suplementación en el parámetro del rendimiento físico

Diagrama 13 Efectos de diferentes tipos de suplementación con respecto al rendimiento físico



Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en el diagrama 13, cuando se implementó un tratamiento con 32,4 g/día proteína de suero acompañado de ejercicio durante 3 meses como se hizo en el estudio de Kang et al. 2019, se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) en la prueba de levantarse de la silla y la puntuación de equilibrio del SPPB entre los grupos. Este hallazgo es consistente con la literatura que indica que los productos proteicos a base de leche, por su contenido de suero se consideran como la mejor fuente de proteína para estimular la síntesis de proteínas musculares. Esta relación entre la ingesta de proteínas y la mejora de la función física es particularmente relevante en el contexto del envejecimiento, ya que como han sugerido Isanejad y colaboradores en 2020, la ingesta de proteínas en la dieta (principalmente aminoácidos esenciales) pueden aumentar la respuesta anabólica y prevenir o retardar la pérdida de masa muscular y la disminución de la función física en las personas mayores.

Por otro lado, a diferencia de los resultados evidenciados por Kang y colaboradores, en el estudio realizado por Jadcak et al. 2021, no se presentaron diferencias significativas en el rendimiento físico utilizando SPPB ($p = 0.012$) entre los tratamientos de con 20g de proteína de

arroz vs 20g de proteína de suero. Llama la atención que dentro de las primeras 6 semanas de intervención, 6 pacientes con proteína de suero presentaron síntomas gastrointestinales moderados vs 3 pacientes con proteína de arroz.

Como bien se sabe con el envejecimiento aparecen una serie de trastornos gastrointestinales que afectan la motilidad gástrica y colónica, estos cambios incluyen vaciamiento gástrico retardado, debido a esto puede generarse una sensación prolongada de plenitud postprandial, así como a una mayor incidencia de síntomas digestivos adversos, como distensión abdominal, dolor, malestar y acidez estomacal.(Dalziel et al. 2017) (Chapman et al. 2021). Sin embargo, Huang et al.2022 señalan que en estudios como el Serra-Prat se encontró que las personas mayores frágiles por el contrario, tienen un vaciado gástrico posprandial acelerado. Dado que la proteína del suero contiene un alto contenido de leucina, entre un 10% y un 15%, y se absorbe más rápidamente que la caseína (Chapman et al. 2021), se podría explicar que este vaciamiento gástrico rápido sea la causa de los problemas gastrointestinales observados en algunos participantes del estudio.

En el estudio de Amasene y colaboradores en 2022 abordaron el efecto del entrenamiento de resistencia sin suplementación (grupo placebo) vs 20 g proteína de suero combinado con 3 g leucina post el entrenamiento de resistencia durante 3 meses y evidenciaron que el rendimiento físico mejoró en ambos grupos ($p < 0.005$), lo que les permitió concluir que el SPPB mejoraba independientemente de la suplementación con proteínas; junto a esto los autores destacaron la eficacia de los programas de entrenamiento de resistencia para mejorar el rendimiento físico de los adultos mayores, y así prevenir el inicio o la progresión de la fragilidad en sus etapas iniciales. Estos hallazgos concuerdan con la literatura existente, como lo señala la revisión sistemática de Weng y colaboradores en 2022, donde se concluye que la combinación del ejercicio de fuerza con otros tipos de entrenamiento tiene efectos beneficiosos, especialmente en la mejora de la fuerza de agarre manual, la fuerza de los extensores de la rodilla, así como en los resultados del Timed Up and Go (TUG) y el SPPB.

Para finalizar, en el estudio de Dorhout et al en 2021 luego de 2 meses de seguimiento, no observaron mejoras significativas en la prueba SPPB en el grupo tratamiento (aumento a 25 g de proteína en cada tiempo de comida principal), lo cual los autores explican que se debió a que la puntuación inicial de SPPB en la población de estudio fue alta, con dos tercios de los participantes teniendo una puntuación de 10 o más puntos, lo que sugiere posibles limitaciones en la detección de cambios en el rendimiento físico debido al efecto techo. Por lo tanto, se incluyeron otras medidas de resultado que no estaban sujetas al efecto techo, como lo fueron

la prueba de levantarse de la silla, la masa corporal magra y medidas relacionadas con la fuerza.

Efectos de la suplementación en el parámetro de la velocidad de la marcha

El estudio de Buigues y colaboradores en el 2023 demostró que una suplementación nutricional con 6 g de leucina durante 3 meses no modificó significativamente el índice de fragilidad en los residentes de hogares de adultos mayores, sin embargo tras analizar la relación entre el índice de fragilidad y la velocidad de la marcha encontraron una correlación significativa, con $Rho = -0.612$ y un valor de $p < 0.001$, lo que sugiere que a medida que el Índice de Fragilidad aumenta, la velocidad de la marcha tiende a disminuir.

Con respecto a la falta de efecto de la leucina sobre este parámetro, los autores refieren que la única diferencia entre los dos grupos al inicio fue en el estado nutricional, que fue ligeramente mejor en el grupo de leucina, aunque ambos grupos tenían un estado nutricional adecuado. Sin embargo, no se puede descartar que la suplementación con leucina podría haber producido algún efecto beneficioso en el índice de fragilidad en individuos con un peor estado nutricional en comparación con los incluidos en su estudio.

Los hallazgos en la literatura respaldan la teoría de Buigues y colaboradores debido a que otros autores han informado que la fragilidad se asocia con niveles más bajos de BCAA en sangre y que estos aminoácidos se relacionan positivamente con la longitud de los telómeros de los leucocitos en la mediana edad y negativamente con la fragilidad, (Wilson et al. 2017, Le Couteur et al. 2020).

9. CONCLUSIÓN

El uso de suplementación que contiene proteína de suero, leucina y vitamina D demostró destacarse como estrategia prometedora para tratar la sarcopenia en adultos mayores, debido a que, incluso al administrar 1.1g/ Kg de proteína de suero, la combinación de estos nutrientes con ejercicio muestra mejoras significativas en la masa muscular, fuerza de agarre, rendimiento físico y velocidad de la marcha. La dosis que mostró tener un mayor impacto frente estos parámetros fue 20g/día de proteína de suero, 2,8 g leucina y 800 UI vitamina D.

Por otro lado, mientras que el uso exclusivo de proteína de suero, leucina y HMB no muestra beneficios significativos en la mejora de la mayoría de los parámetros mencionados anteriormente, la suplementación combinada con leucina, ácidos grasos poliinsaturados $\omega 3$ y probióticos parece ser efectiva para mejorar la masa muscular, fuerza de agarre, rendimiento físico y velocidad de la marcha, aunque en menor medida en comparación con la combinación de proteína de suero, leucina y vitamina D.

Finalmente en el caso de los BCAA como única intervención, mostraron ser significativos únicamente para mejorar la masa muscular, fuerza de agarre y velocidad de la marcha, aunque cuando se administran como única intervención o combinados hay impacto positivo, se observó que es más significativo cuando se combinaba con 500 UI vitamina D.

En cuanto a la fragilidad, la suplementación con proteína de suero como único tratamiento junto con el ejercicio mostró tener un efecto significativo únicamente para la fuerza de agarre en los adultos mayores frágiles. Sin embargo, la cantidad de literatura científica actual que aborda las intervenciones con suplementos proteicos en relación con la fragilidad y sus efectos frente a la masa muscular, fuerza y rendimiento físico es muy limitada. Por consiguiente, resulta difícil determinar de manera definitiva si la suplementación proteica tiene un efecto significativo en el tratamiento de la fragilidad.

sino también de considerar las alteraciones gastrointestinales y el contexto social de los adultos mayores. Además, se destaca que una combinación de ejercicio y suplementos proteicos parece tener un mayor impacto en reducir la pérdida de masa, fuerza y función muscular en adultos mayores frágiles como con sarcopenia. Estos factores adicionales pueden desempeñar un papel crucial en la eficiencia y adherencia al tratamiento nutricional.

10. RECOMENDACIONES

- Se hacen necesarios más estudios que analicen el efecto de la suplementación proteica en el adulto mayor frágil, teniendo en cuenta que la mayoría de la evidencia científica se centra en el adulto mayor con sarcopenia.
- Evaluar el efecto del entrenamiento físico en conjunto con la suplementación proteica en adulto mayor frágil y adulto mayor con sarcopenia.
- Para próximas investigaciones, sería interesante profundizar en las dosis promedio de proteína de suero, leucina y vitamina D necesarias para obtener un impacto positivo en el tratamiento de la sarcopenia en el adulto mayor.

11. REFERENCIAS

1. Abinza Soler, Pedro, Cecilio Álamo gonzalez, Federico Cuesta Triana, Javier Gómez Pavón, and Alfonso González Ramírez. 2014. *Guía de Buena Práctica Clínica En Geriátrica*. Madrid: Sociedad Española de geriatría y gerontología.
2. Álvarez-Bustos, Alejandro, Beatriz Rodríguez-Sánchez, Jose A. Carnicero-Carreño, Walter Sepúlveda-Loyola, Francisco J. Garcia-Garcia, and Leocadio Rodríguez-Mañas. 2022. "Healthcare Cost Expenditures Associated to Frailty and Sarcopenia." *BMC Geriatrics* 22(1):1–12. doi: 10.1186/s12877-022-03439-z.
3. Akita, H., Takahashi, H., Asukai, K., Tomokuni, A., Wada, H., Marukawa, S., Yamasaki, T., Yanagimoto, Y., Takahashi, Y., Sugimura, K., Yamamoto, K., Nishimura, J., Yasui, M., Omori, T., Miyata, H., Ochi, A., Kagawa, A., Soh, Y., Taniguchi, Y., Ohue, M., ... Sakon, M. (2019). The utility of nutritional supportive care with an eicosapentaenoic acid (EPA)-enriched nutrition agent during pre-operative chemoradiotherapy for pancreatic cancer: Prospective randomized control study. *Clinical nutrition ESPEN*, 33, 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.06.003>
4. Amasene, Maria, Cristina Cadenas-Sanchez, Iñaki Echeverria, Begoña Sanz, Cristina Alonso, Ignacio Tobalina, Jon Irazusta, Idoia Labayen, and Ariadna Besga. 2022. "Effects of Resistance Training Intervention along with Leucine-Enriched Whey Protein Supplementation on Sarcopenia and Frailty in Post-Hospitalized Older Adults: Preliminary Findings of a Randomized Controlled Trial." *Journal of Clinical Medicine* 11(1):1–13. doi: 10.3390/jcm11010097.
5. Angulo J, El Assar M, Álvarez-Bustos A, Rodríguez-Mañas L. Physical activity and exercise: Strategies to manage frailty. *Redox Biol.* 2020 Aug;35:101513. doi: 10.1016/j.redox.2020.101513. Epub 2020 Mar 20. PMID: 32234291; PMCID: PMC7284931.
6. Bai, G. H., Tsai, M. C., Tsai, H. W., Chang, C. C., & Hou, W. H. (2022). Effects of branched-chain amino acid-rich supplementation on EWGSOP2 criteria for sarcopenia in older adults: a systematic review and meta-analysis. *European journal of nutrition*, 61(2), 637–651. <https://doi.org/10.1007/s00394-021-02710-0>
7. Berkman LF, Krishna A. *Epidemiología de las redes sociales*. En: LFKI B, Glymour MM, editores. *Epidemiología social* (2 Eds). Prensa de la Universidad de Oxford; 2014. pág. 234–89
8. Bettany-Saltikov, Josette. 2010. "Guides & Tutorials: Systematic Search for Systematic Review: Formulate Research Question Using PICO." *Nursing Standard* 24(50):47–55. doi: 10.7748/NS2010.08.24.50.47.C7939.
9. Björkman, Mikko P., Merja H. Suominen, Hannu Kautiainen, Satu K. Jyväkorpi, Harriet U. Finne-Soveri, Timo E. Strandberg, Kaisu H. Pitkälä, and Reijo S. Tilvis. 2020. "Effect of Protein Supplementation on Physical Performance in Older People With Sarcopenia—A Randomized Controlled Trial." *Journal of the American Medical Directors Association* 21(2):226-232.e1. doi: 10.1016/j.jamda.2019.09.006.
10. Bo, Yacong, Changfeng Liu, Zhe Ji, Ruihong Yang, Qianqian An, Xueyuan Zhang, Jie You, Dandan Duan, Yafei Sun, Yiwei Zhu, Han Cui, and Qunjun Lu. 2019. "A High Whey Protein, Vitamin D and E Supplement Preserves Muscle Mass, Strength, and Quality of Life in Sarcopenic Older Adults: A Double-Blind Randomized Controlled Trial." *Clinical Nutrition* 38(1):159–64. doi: 10.1016/j.clnu.2017.12.020.

11. Buigues, Cristina, Olga Theou, Rosa Fonfría-Vivas, Francisco M. Martínez-Arnau, Kenneth Rockwood, and Omar Cauli. 2023. "Can Leucine Supplementation Improve Frailty Index Scores?" *Geriatrics (Switzerland)* 8(5). doi: 10.3390/geriatrics8050102.
12. Burd, Nicholas, Gorissen, Stefan y van Loon, Luc. (2013). Resistencia anabólica de la síntesis de proteínas musculares con el envejecimiento. *Reseñas de ciencias del ejercicio y el deporte* , 41 , 169-173. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318292f3d5>
13. Cano, Carlos & Borda, Miguel & Samper-Ternent, Rafael & Chavarro-Carvajal, Diego & Santacruz, Cecilia & Arciniegas, Antonio. (2018). Iluminando las decisiones e intervenciones públicas para la población adulta mayor: Estudio SABE Bogotá. *Medicina*. 40.
14. Ceglia, L., Niramitmahapanya, S., da Silva Morais, M., Rivas, D. A., Harris, S. S., Bischoff-Ferrari, H., Fielding, R. A., & Dawson-Hughes, B. (2013). A randomized study on the effect of vitamin D₃ supplementation on skeletal muscle morphology and vitamin D receptor concentration in older women. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 98(12), E1927–E1935. <https://doi.org/10.1210/jc.2013-2820>
15. CEPAL. 2020. "Envejecimiento y Derechos de Las Personas Mayores." Biblioguias CEPAL.
16. Chapman I, Oberoi A, Giezenaar C, Soenen S. Rational Use of Protein Supplements in the Elderly-Relevance of Gastrointestinal Mechanisms. *Nutrients*. 2021 Apr 8;13(4):1227. doi: 10.3390/nu13041227. PMID: 33917734; PMCID: PMC8068133.
17. Cholewa, JM, Dardevet, D., Lima-Soares, F. et al. Proteínas y aminoácidos de la dieta en el control de la masa muscular durante la inmovilización y el envejecimiento: papel de la respuesta MPS. *Aminoácidos* 49 , 811–820 (2017). <https://doi.org/10.1007/s00726-017-2390-9>.
18. Coelho-Junior, Hélio J., Emanuele Marzetti, Anna Picca, Matteo Cesari, Marco C. Uchida, and Riccardo Calvani. 2020. "Protein Intake and Frailty: A Matter of Quantity, Quality, and Timing." *Nutrients* 2020a, Vol. 12, Page 2915 12(10):2915. doi: 10.3390/NU12102915.
19. Coelho-Júnior HJ, Calvani R, Picca A, Gonçalves IO, Landi F, Bernabei R, Cesari M, Uchida MC, Marzetti E. Protein-Related Dietary Parameters and Frailty Status in Older Community-Dwellers across Different Frailty Instruments. *Nutrients*. 2020b; 12(2):508. <https://doi.org/10.3390/nu12020508>
20. Conde Maldonado, Enrique, Diego Marqués-Jiménez, Patricia Casas-Agustench, and Anna Bach-Faig. 2022. "Effect of Supplementation with Leucine Alone, with Other Nutrients or with Physical Exercise in Older People with Sarcopenia: A Systematic Review." *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English Ed.)* 69(8):601–13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.endien.2022.11.012>.
21. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, Cooper C, Landi F, Rolland Y, Sayer AA, Schneider SM, Sieber CC, Topinkova E, Vandewoude M, Visser M, Zamboni M; Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019 Jan 1;48(1):16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169. Erratum in: *Age Ageing*. 2019 Jul 1;48(4):601. PMID: 30312372; PMCID: PMC6322506.
22. Dalziel, J. E., Young, W., McKenzie, C. M., Haggarty, N. W., & Roy, N. C. (2017). Gastric Emptying and Gastrointestinal Transit Compared among Native and Hydrolyzed

- Whey and Casein Milk Proteins in an Aged Rat Model. *Nutrients*, 9(12), 1351. <https://doi.org/10.3390/nu9121351>
23. Damiano, S., Muscariello, E., La Rosa, G., Di Maro, M., Mondola, P., & Santillo, M. (2019). Dual Role of Reactive Oxygen Species in Muscle Function: Can Antioxidant Dietary Supplements Counteract Age-Related Sarcopenia? *International Journal of Molecular Sciences*, 20(15), 3815. <https://doi.org/10.3390/ijms20153815>
 24. Denison H.J., Cooper C., Sayer A.A., Robinson S.M. Prevention and optimal management of sarcopenia: A review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people. *Clin. Interv. Aging*. 2015;10:859–869.
 25. Deutz, Nicolaas E. P., Jürgen M. Bauer, Rocco Barazzoni, Gianni Biolo, Yves Boirie, Anja Bosy-Westphal, Tommy Cederholm, Alfonso Cruz-Jentoft, Zeljko Krznarić, K. Sreekumaran Nair, Pierre Singer, Daniel Teta, Kevin Tipton, and Philip C. Calder. 2014. "Protein Intake and Exercise for Optimal Muscle Function with Aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group." *Clinical Nutrition* 33(6):929–36. doi: 10.1016/j.clnu.2014.04.007.
 26. Dorhout, Berber G., Esmée L. Doets, Ellen J. I. Van Dongen, Lisette C. P. G. M. De Groot, and Annemien Haveman-Nies. 2021. "In-Depth Analyses of the Effects of a Diet and Resistance Exercise Intervention in Older Adults: Who Benefits Most from ProMuscle in Practice?" *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences* 76(12):2204–12. doi: 10.1093/gerona/glab104.
 27. Dos Santos Tavares, Darlene Mara et al. Frailty syndrome and socioeconomic and health characteristics among older adults. *Colomb. Med.* [online]. 2017, vol.48, n.3, pp.126-131. ISSN 1657-9534. <https://doi.org/10.25100/cm.v48i3.1978>.
 28. Dupont, J., Dedeysne, L., Dalle, S., Koppo, K., & Gielen, E. (2019). The role of omega-3 in the prevention and treatment of sarcopenia. *Aging clinical and experimental research*, 31(6), 825–836. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01146-1>
 29. Fairfield WD, Minton DM, Elliehausen CJ, Nichol AD, Cook TL, Rathmacher JA, Pitchford LM, Paluska SA, Kuchnia AJ, Allen JM, et al. Small-Scale Randomized Controlled Trial to Explore the Impact of β -Hydroxy- β -Methylbutyrate Plus Vitamin D3 on Skeletal Muscle Health in Middle Aged Women. *Nutrients*. 2022; 14(21):4674. <https://doi.org/10.3390/nu14214674>
 30. Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, A. B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W. J., Burke, G., McBurnie, M. A., & Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 56(3), M146–M156. <https://doi.org/10.1093/gerona/56.3.m146>
 31. Gade, Josephine, Anne Marie Beck, Hanne E. Andersen, Britt Christensen, Finn Ronholt, Tobias W. Klausen, Anders Vinther, and Arne Astrup. 2019. "Protein Supplementation Combined with Low-Intensity Resistance Training in Geriatric Medical Patients during and after Hospitalisation: A Randomised, Double-Blind, Multicentre Trial." *British Journal of Nutrition* 122(9):1006–20. doi: 10.1017/S0007114519001831.
 32. Goates S, Du K, Arensberg MB, Gaillard T, Guralnik J, Pereira SL. Economic impact of hospitalizations in US adults with Sarcopenia. *J Frailty Aging*. 2019;8(2):93–99. doi: 10.14283/jfa.2019.10.
 33. Guo, Yufei, Xiaoya Fu, Qingjing Hu, Lihua Chen, and Hui Zuo. 2022. "The Effect of Leucine Supplementation on Sarcopenia-Related Measures in Older Adults: A

Systematic Review and Meta-Analysis of 17 Randomized Controlled Trials ." *Frontiers in Nutrition* 9.

34. Halfon, M., Phan, O., & Teta, D. (2015). Vitamin D: a review on its effects on muscle strength, the risk of fall, and frailty. *BioMed research international*, 2015, 953241. <https://doi.org/10.1155/2015/953241>
35. Huang, Ling-Pi, Giancarlo Condello, and Chia-Hua Kuo. 2021. "Effects of Milk Protein in Resistance Training-Induced Lean Mass Gains for Older Adults Aged ≥ 60 y: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Nutrients* 13(8).
36. Isanejad, M., Sirola, J., Rikkinen, T., Mursu, J., Kröger, H., Qazi, S. L., Tuppurainen, M., & Erkkilä, A. T. (2020). Higher protein intake is associated with a lower likelihood of frailty among older women, Kuopio OSTPRE-Fracture Prevention Study. *European journal of nutrition*, 59(3), 1181–1189. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01978-7>
37. Jadczyk, Agathe Daria, Renuka Visvanathan, Robert Barnard, and Natalie Luscombe-Marsh. 2021. "A Randomized Controlled Pilot Exercise and Protein Effectiveness Supplementation Study (EXPRESS) on Reducing Frailty Risk in Community-Dwelling Older People." *Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics* 40(1):26–45. doi: 10.1080/21551197.2021.1886222.
38. Jyäkörpi, Satu K., Riikka T. Niskanen, Marianna Markkanen, Karoliina Salminen, Timo Sibakov, Kaity-marin Lehtonen, Susanna Kunvik, Kaisu H. Pitkala, Anu M. Turpeinen, and Merja H. Suominen. 2023. "Effect of Milk Fat Globule Membrane- and Protein-Containing Randomized Controlled Trial." 1–15.
39. Kang, Lin, Ying Gao, Xiaohong Liu, Yinghui Liang, Yiwen Chen, Yanhong Liang, Lu Zhang, Wei Chen, Haiyu Pang, and Li Ning Peng. 2019. "Effects of Whey Protein Nutritional Supplement on Muscle Function among Community-Dwelling Frail Older People: A Multicenter Study in China." *Archives of Gerontology and Geriatrics* 83(January 2019):7–12. doi: 10.1016/j.archger.2019.03.012.
40. Ko, Chun Hung, Shin Jiuan Wu, Shan Tair Wang, Yin Fan Chang, Chin Sung Chang, Ta Shen Kuan, Hua Ying Chuang, Chia Ming Chang, Willy Chou, and Chih Hsing Wu. 2020. "Effects of Enriched Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Sarcopenia." *Aging* 12(14):15091–103. doi: 10.18632/aging.103576.
41. Landi, Francesco, Riccardo Calvani, Matteo Cesari, Matteo Tosato, Anna Maria Martone, Roberto Bernabei, Graziano Onder, and Emanuele Marzetti. 2015. "Sarcopenia as the Biological Substrate of Physical Frailty." *Clinics in Geriatric Medicine* 31(3):367–74. doi: 10.1016/J.CGER.2015.04.005.
42. Le Couteur, David G., Samantha M. Solon-Biet, Victoria C. Cogger, Rosilene Ribeiro, Rafael de Cabo, David Raubenheimer, Gregory J. Cooney, and Stephen J. Simpson. 2020. "Branched Chain Amino Acids, Aging and Age-Related Health." *Ageing Research Reviews* 64:101198. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101198>.
43. Lewis, L. N., Hayhoe, R. P. G., Mulligan, A. A., Luben, R. N., Khaw, K. T., & Welch, A. A. (2020). Lower Dietary and Circulating Vitamin C in Middle- and Older-Aged Men and Women Are Associated with Lower Estimated Skeletal Muscle Mass. *The Journal of nutrition*, 150(10), 2789–2798. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa221>
44. Liao CD, Chen HC, Huang SW, Liou TH. The Role of Muscle Mass Gain Following Protein Supplementation Plus Exercise Therapy in Older Adults with Sarcopenia and Frailty Risks: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis of Randomized Trials. *Nutrients*. 2019 Jul 25;11(8):1713. doi: 10.3390/nu11081713. PMID: 31349606; PMCID: PMC6723070.

45. Liao, Minqi, Yingjun Mu, Xin Su, Lu Zheng, Shiwen Zhang, Hongen Chen, Shan Xu, Junrong Ma, Ruiqing Ouyang, Wanlin Li, Chen Cheng, Jun Cai, Yuming Chen, Changyi Wang, and Fangfang Zeng. 2022. "Association between Branched-Chain Amino Acid Intake and Physical Function among Chinese Community-Dwelling Elderly Residents." *Nutrients* 14(20).
46. Lin, Chih Chien, Ming Hsiung Shih, Chih Dao Chen, and Sung Ling Yeh. 2021. "Effects of Adequate Dietary Protein with Whey Protein, Leucine, and Vitamin D Supplementation on Sarcopenia in Older Adults: An Open-Label, Parallel-Group Study." *Clinical Nutrition* 40(3):1323–29. doi: 10.1016/j.clnu.2020.08.017.
47. Liu S, Zhang L, Li S. Advances in nutritional supplementation for sarcopenia management. *Front Nutr.* 2023 Jul 10;10:1189522. doi: 10.3389/fnut.2023.1189522. PMID: 37492597; PMCID: PMC10365293.
48. Malmstrom TK, Miller DK, Simonsick EM et al.. SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2016; 7: 28–36.
49. Marques, J., Shokry, E., Uhl, O., Baber, L., Hofmeister, F., Jarmusch, S., Bidlingmaier, M., Ferrari, U., Koletzko, B., & Drey, M. (2023). Sarcopenia: investigation of metabolic changes and its associated mechanisms. *Skeletal muscle*, 13(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s13395-022-00312-w>
50. Mart, Francisco M., Rosa Fonfr, Cristina Buigues, Yolanda Castillo, Pilar Molina, Aldert J. Hoogland, Femke Van Doesburg, and Leo Pruijboom. 2020. "Nutrients Effects of Leucine Administration in Sarcopenia :” 1–16.
51. Mehrabi, F., & Béland, F. (2024). The role of frailty in the relationships between social relationships and health outcomes: a longitudinal study. *BMC public health*, 24(1), 602. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-18111-x>
52. Meza-Valderrama, Delky & Marco, Ester & Dávalos-Yerovi, Vanesa & Muns, Maria & Tejero-Sánchez, Marta & Duarte, Esther & Sánchez-Rodríguez, Dolores. (2021). Sarcopenia, Malnutrition, and Cachexia: Adapting Definitions and Terminology of Nutritional Disorders in Older People with Cancer. *Nutrients*. 13. 761. 10.3390/nu13030761.
53. Miyake, S., Ogo, A., Kubota, H., Teramoto, F., & Hirai, T. (2019). β -Hydroxy- β -methylbutyrate Suppresses NF- κ B Activation and IL-6 Production in TE-1 Cancer Cells. *In vivo* (Athens, Greece), 33(2), 353–358. <https://doi.org/10.21873/invivo.11481>
54. Moore, DR; Churchward-Venne, TA; Witard, O.; Breen, L.; Burd, NA; Tipton, KD; Phillips, SM La ingestión de proteínas para estimular la síntesis de proteínas miofibrilares requiere una mayor ingesta relativa de proteínas en hombres mayores sanos que en hombres más jóvenes. *J. Gerontol. Un biol. Ciencia. Medicina. Ciencia.* 2015 , 70 , 57–62.
55. Montenegro, K. R., Cruzat, V., Carlessi, R., & Newsholme, P. (2019). Mechanisms of vitamin D action in skeletal muscle. *Nutrition Research Reviews*, 32(2), 192–204. doi:10.1017/S0954422419000064
56. Mori, Hiroyasu, and Y. Tokuda. 2022. "De-Training Effects Following Leucine-Enriched Whey Protein Supplementation and Resistance Training in Older Adults with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial with 24 Weeks of Follow-Up." *Journal of Nutrition, Health and Aging* 26(11):994–1002.
57. Nasimi, Nasrin, Zahra Sohrabi, Mohammad Hossein Dabbaghmanesh, Mohammad Hadi Eskandari, Alireza Bedeltavana, Mandana Famouri, and Pedram Talezadeh.

2021. "A Novel Fortified Dairy Product and Sarcopenia Measures in Sarcopenic Older Adults: A Double-Blind Randomized Controlled Trial." *Journal of the American Medical Directors Association* 22(4):809–15. doi: 10.1016/j.jamda.2020.08.035.
58. Oikawa, Sara Y., Tanya M. Holloway, and Stuart M. Phillips. 2019. "The Impact of Step Reduction on Muscle Health in Aging: Protein and Exercise as Countermeasures." *Frontiers in Nutrition* 6:453801. doi: 10.3389/FNUT.2019.00075/BIBTEX.
59. Organización de las Naciones Unidas - ONU (2019). *Desafíos globales: Envejecimiento*. Naciones Unidas. Recuperado el 18 de agosto de 2023 de <https://www.un.org/es/global-issues/ageing>.
60. Organización Panamericana de la Salud. (s. f.). *Envejecimiento saludable*. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/envejecimiento-saludable>
61. Pennings, Bart, René Koopman, Milou Beelen, Joan M. G. Senden, Wim H. M. Saris, and Luc J. C. van Loon. 2011. "Exercising before Protein Intake Allows for Greater Use of Dietary Protein-Derived Amino Acids for de Novo Muscle Protein Synthesis in Both Young and Elderly Men." *The American Journal of Clinical Nutrition* 93(2):322–31. doi: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29649>.
62. Petretto, D. R., Pili, R., Gaviano, L., López, C. M., & Zuddas, C. (2016). Envejecimiento activo y de éxito o saludable: una breve historia de modelos conceptuales. *Revista española de geriatría y Gerontología*, 51(4), 229-241.
63. Picca, Anna, Hélio José Coelho-Junior, Riccardo Calvani, Emanuele Marzetti, and Davide Liborio Vetrano. 2022. "Biomarkers Shared by Frailty and Sarcopenia in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Ageing Research Reviews* 73:101530. doi: 10.1016/J.ARR.2021.101530.
64. Rejnmark L. (2011). Effects of vitamin d on muscle function and performance: a review of evidence from randomized controlled trials. *Therapeutic advances in chronic disease*, 2(1), 25–37. <https://doi.org/10.1177/2040622310381934>
65. Roberts H.C., Lim S.E.R., Cox N.J., Ibrahim K. The Challenge of Managing Undernutrition in Older People with Frailty. *Nutrients*. 2019;11:808. doi: 10.3390/nu11040808.
66. Rodacki, C. L., Rodacki, A. L., Pereira, G., Naliwaiko, K., Coelho, I., Pequito, D., & Fernandes, L. C. (2012). Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *The American journal of clinical nutrition*, 95(2), 428–436. <https://doi.org/10.3945/ajcn.111.021915>
67. Rodríguez Gutiérrez, María Manuela, Lozada Martínez, Ivan David, Moreno López, Natalia, Vargas Arboleda, Diego Alexander, Nieto García, Carlos Eduardo, Picón Jaimes, Yelson Alejandro, & Causado, Amileth Suarez. (2022). Prevalence of sarcopenia in older adults in two retirement homes in Pereira, Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(2), 266-272. Epub 16 de marzo de 2022. <https://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v22i2.4358>.
68. Rondanelli, Mariangela, Clara Gasparri, Gaetan Claude Barrile, Santina Battaglia, Alessandro Cavioni, Riccardo Giusti, Francesca Mansueto, Alessia Moroni, Fabrizio Nannipieri, Zaira Patelli, Claudia Razza, Alice Tartara, and Simone Perna. 2022. "Effectiveness of a Novel Food Composed of Leucine, Omega-3 Fatty Acids and Probiotic *Lactobacillus Paracasei* PS23 for the Treatment of Sarcopenia in Elderly Subjects: A 2-Month Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial." *Nutrients* 14(21):1–16. doi: 10.3390/nu14214566

69. Rondanelli, Mariangela, Emanuele Cereda, Catherine Klersy, Milena Anna Faliva, Gabriella Peroni, Mara Nichetti, Clara Gasparri, Giancarlo Iannello, Daniele Spadaccini, Vittoria Infantino, Riccardo Caccialanza, and Simone Perna. 2020. "Improving Rehabilitation in Sarcopenia: A Randomized-Controlled Trial Utilizing a Muscle-Targeted Food for Special Medical Purposes." *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle* 11(6):1535–47. doi: 10.1002/jcsm.12532.
70. Sakuma K, Hamada K, Yamaguchi A, Aoi W. Current Nutritional and Pharmacological Approaches for Attenuating Sarcopenia. *Cells*. 2023; 12(19):2422. <https://doi.org/10.3390/cells12192422>.
71. Salles, J., Chanet, A., Giraudet, C., Patrac, V., Pierre, P., Jourdan, M., Luiking, Y. C., Verlaan, S., Migné, C., Boirie, Y., & Walrand, S. (2013). 1,25(OH)₂-vitamin D₃ enhances the stimulating effect of leucine and insulin on protein synthesis rate through Akt/PKB and mTOR mediated pathways in murine C2C12 skeletal myotubes. *Molecular nutrition & food research*, 57(12), 2137–2146. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201300074>
72. Sayer, A. A., & Cruz-Jentoft, A. (2022). Sarcopenia definition, diagnosis and treatment: consensus is growing. *Age and ageing*, 51(10), afac220. <https://doi.org/10.1093/ageing/afac220>
73. Serra-Prat, M., Mans, E., Palomera, E., & Clavé, P. (2013). Gastrointestinal peptides, gastrointestinal motility, and anorexia of aging in frail elderly persons. *Neurogastroenterology and motility*, 25(4), 291–e245. <https://doi.org/10.1111/nmo.12055>
74. Smith GI, Atherton P, Reeds DN, Mohammed BS, Rankin D, RennieMJ, Mittendorfer B. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2011;93:402–12
75. Takeuchi, Izumi, Yoshihiro Yoshimura, Sayuri Shimazu, Seungwon Jeong, Makio Yamaga, and Hiroaki Koga. 2019. "Effects of Branched-Chain Amino Acids and Vitamin D Supplementation on Physical Function, Muscle Mass and Strength, and Nutritional Status in Sarcopenic Older Adults Undergoing Hospital-Based Rehabilitation: A Multicenter Randomized Controlled Trial." *Geriatrics and Gerontology International* 19(1):12–17. doi: 10.1111/ggi.13547.
76. Tanaka, M., Kishimoto, K. N., Okuno, H., Saito, H., & Itoi, E. (2014). Vitamin D receptor gene silencing effects on differentiation of myogenic cell lines. *Muscle & nerve*, 49(5), 700–708. <https://doi.org/10.1002/mus.23950>
77. ten Haaf, Dominique S. M., Malou A. H. Nuijten, Martijn F. H. Maessen, Astrid M. H. Horstman, Thijs M. H. Eijsvogels, and Maria T. E. Hopman. 2018. "Effects of Protein Supplementation on Lean Body Mass, Muscle Strength, and Physical Performance in Nonfrail Community-Dwelling Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis." *The American Journal of Clinical Nutrition* 108(5):1043–59. doi: <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy192>.
78. Ter Borg, S., Luiking, Y. C., van Helvoort, A., Boirie, Y., Schols, J. M. G. A., & de Groot, C. P. G. M. (2019). Low Levels of Branched Chain Amino Acids, Eicosapentaenoic Acid and Micronutrients Are Associated with Low Muscle Mass, Strength and Function in Community-Dwelling Older Adults. *The journal of nutrition, health & aging*, 23(1), 27–34. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1108-3>
79. Tessier A.-J., Chevalier S. An Update on Protein, Leucine, Omega-3 Fatty Acids, and Vitamin D in the Prevention and Treatment of Sarcopenia and Functional Decline. *Nutrients*. 2018;10:1099. doi: 10.3390/nu10081099.

80. Tezze C, Sandri M, Tessari P. Anabolic Resistance in the Pathogenesis of Sarcopenia in the Elderly: Role of Nutrition and Exercise in Young and Old People. *Nutrients*. 2023 Sep 20;15(18):4073. doi: 10.3390/nu15184073. PMID: 37764858; PMCID: PMC10535169. (Tezze, Sandri, Tessari, 2023)
81. Therdyothin, A., Phiphophatsanee, N., & Isanejad, M. (2023). The Effect of Omega-3 Fatty Acids on Sarcopenia: Mechanism of Action and Potential Efficacy. *Marine drugs*, 21(7), 399. <https://doi.org/10.3390/md21070399>
82. Tieland, M., R. Franssen, C. Dullemeijer, C. van Dronkelaar, H. Kyung Kim, T. Ispoglou, K. Zhu, R. L. Prince, L. J. C. van Loon, and Lisette C. P. G. M. de Groot. 2017. "The Impact of Dietary Protein or Amino Acid Supplementation on Muscle Mass and Strength in Elderly People: Individual Participant Data and Meta-Analysis of RCT's." *The Journal of Nutrition, Health and Aging* 21(9):994–1001. doi: <https://doi.org/10.1007/s12603-017-0896-1>.
83. Tseng, Ping-Tao, Bing-Yan Zeng, Bing-Syuan Zeng, Yu-Chi Liao, Brendon Stubbs, John S. Kuo, Cheuk-Kwan Sun, Yu-Shian Cheng, Yen-Wen Chen, Tien-Yu Chen, Yu-Kang Tu, Pao-Yen Lin, Chih-Wei Hsu, Dian-Jeng Li, Chih-Sung Liang, Mein-Woei Suen, Yi-Cheng Wu, Yow-Ling Shiue, and Kuan-Pin Su. 2023. "Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Sarcopenia Management: A Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials." *Ageing Research Reviews* 90:102014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102014>.
84. Van Loon, Luc J. C. 2016. "Proteína De La Dieta Para Mantener El Envejecimiento Activo." *Sports Science Exchange* 28(160):1–5.
85. Wall, B.T.; Gorissen, S.H.; Pennings, B.; Koopman, R.; Groen, B.B.L.; Verdijk, L.B.; van Loon, L.J.C. Aging Is Accompanied by a Blunted Muscle Protein Synthetic Response to Protein Ingestion. *PLoS ONE* 2015, 10, e0140903.
86. Weng, Wei-Han, Yun-Hui Cheng, Tzu-Hsin Yang, Shwn-Jen Lee, Yea-Ru Yang, and Ray-Yau Wang. 2022. "Effects of Strength Exercises Combined with Other Training on Physical Performance in Frail Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Archives of Gerontology and Geriatrics* 102:104757. doi: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104757>
87. Wilson, D., Jackson, T., Sapey, E., & Lord, J. M. (2017). Frailty and sarcopenia: The potential role of an aged immune system. *Ageing research reviews*, 36, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.01.006>
88. Witard, O. C., Wardle, S. L., Macnaughton, L. S., Hodgson, A. B., & Tipton, K. D. (2016). Protein Considerations for Optimising Skeletal Muscle Mass in Healthy Young and Older Adults. *Nutrients*, 8(4), 181. <https://doi.org/10.3390/nu8040181>
89. Yang, C., Y. Song, T. Li, X. Chen, J. Zhou, Q. Pan, W. Jiang, M. Wang, and Hong Jia. 2023. "Effects of Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrate Supplementation on Older Adults with Sarcopenia: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study." *Journal of Nutrition, Health and Aging* 27(5):329–39. doi: 10.1007/s12603-023-1911-1.
90. Zanini B, Simonetto A, Zubani M, Castellano M, Gilioli G. The Effects of Cow-Milk Protein Supplementation in Elderly Population: Systematic Review and Narrative Synthesis. *Nutrients*. 2020 Aug 23;12(9):2548. doi: 10.3390/nu12092548. PMID: 32842497; PMCID: PMC7551861.

10. ANEXOS

Anexo 1. Palabras clave para la búsqueda de artículos científicos

Base de datos	Cadena de búsqueda	Filtros aplicados	Total de resultados
pubmed	(((elderly[Text Word] OR "older adult"[Text Word] OR Aging[Text Word] OR aged[Text Word] OR elder[Text Word] OR "aged patient"[Text Word]) OR (Aged[MeSH Terms])) AND ("frail elderly"[Text Word] OR "Functionally Impaired Elderly"[Text Word] OR "frail elder"[Text Word] OR "frail older adult"[Text Word] OR "frailty"[Text Word] OR sarcopeni*[Text Word] OR sarcopenia[Text Word])) AND (((("Protein* intake"[Text Word] OR "protein* supplementation"[Text Word] OR "amino acid supplementation"[Text Word] OR "HMB"[Text Word] OR "leucine"[Text Word] OR "aminoacid"[Text Word] OR "protein* consumption"[Text Word] OR "protein* feeding"[Text Word] OR "Dietary Protein"[Text Word] OR (protein*[MeSH Terms]) OR (Leucine[MeSH Terms]) OR ("Amino Acids"[MeSH Terms]) OR ("Dietary Proteins"[MeSH Terms])) AND (2019:2024[pdat])	Classical Article, Clinical Study, Clinical Trial, Comparative Study, Controlled Clinical Trial, Meta-Analysis, Multicenter Study, Observational Study, Pragmatic Clinical Trial, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review, English, Spanish	765
Embase	('protein* intake':ti,ab,kw OR 'protein* supplementation':ti,ab,kw OR 'amino acid supplementation':ti,ab,kw OR 'hmb':ti,ab,kw OR 'leucine':ti,ab,kw OR 'aminoacid':ti,ab,kw OR 'protein* consumption':ti,ab,kw OR 'protein* feeding':ti,ab,kw OR 'dietary protein*':ti,ab,kw OR 'protein intake'/exp OR 'protein supplementation'/exp OR 'leucine'/exp OR 'amino acid'/exp) AND (elderly:ti,ab,kw OR 'older adult*':ti,ab,kw OR aging:ti,ab,kw OR aged:ti,ab,kw OR elder:ti,ab,kw OR 'aged patient*':ti,ab,kw OR 'aged'/exp) AND ('frail elderly':ti,ab,kw OR 'functionally impaired elderly':ti,ab,kw OR 'frail elder*':ti,ab,kw OR 'frail older adult*':ti,ab,kw OR 'frailty':ti,ab,kw OR sarcopeni*:ti,ab,kw OR sarcopenia:ti,ab,kw OR 'sarcopenia'/exp OR 'frailty'/exp OR 'frail elderly'/exp) AND (2019:py OR 2020:py OR 2021:py OR 2022:py OR 2023:py OR 2024:py) AND ('article'/it OR 'review'/it) AND ('article'/it	-	1,909

	OR 'review'/it) AND ([english]/lim OR [spanish]/lim)		
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY ("Protein* intake" OR "protein* supplementation" OR "amino acid supplementation" OR "HMB" OR "leucine" OR "aminoacid" OR "protein* consumption" OR "protein* feeding" OR "Dietary Protein*") AND TITLE-ABS-KEY (elderly OR "older adult*" OR aging OR aged OR elder OR "aged patient*") AND TITLE-ABS-KEY ("frail elderly" OR "Functionally Impaired Elderly" OR "frail elder*" OR "frail older adult*" OR "frailty" OR sarcopeni* OR sarcopenia)) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))	-	860
TOTAL			3534

Anexo 2 Matriz de análisis de artículos científicos

Enfermedad	Autor	Título	Año de publicación	Objetivo	País	Tamaño de la muestra	Rango de edad media	Tiempo de la intervención	Ejercicio	Tipo de suplemento	Resultados	Variables a evaluar	Masa muscular	Rendimiento físico SPPB	velocidad de la marcha	Fuerza de agarre	Conclusiones
Ambas	(Amasene et al. 2022)	Effects of resistance training intervention along with leucine-enriched whey protein supplementation on sarcopenia and frailty in post-hospitalized older adults: Preliminary findings of a randomized controlled trial	2022	examinar si un programa de entrenamiento de resistencia de 12 semanas junto con suplementos proteicos enriquecidos con leucina después de cada sesión de entrenamiento (dos sesiones/semana) podría ser beneficioso para los adultos mayores posthospitalizados (≥70 años) en términos de mejorar su estado de fragilidad y sarcopenia, así como concentraciones sanguíneas de mioquinas inducidas por el ejercicio	España	28	82.9	12 semanas	si	Proteína de suero 20g y leucina 3g	El principal hallazgo del presente estudio es que la adición de proteína de suero enriquecida con leucina al programa de entrenamiento de resistencia no provocó ninguna mejora significativa en el estado de fragilidad y sarcopenia. Además, no se observaron diferencias entre los grupos en los análisis de biomarcadores sanguíneos. 3.1. Efectos de la intervención sobre la sarcopenia y el estado de fragilidad Aunque ambos grupos mejoraron en el rendimiento físico según la puntuación total del SPPB (todos $p < 0,005$, Tabla 2), sólo el grupo placebo mostró una mejora estadísticamente significativa en la prevalencia de fragilidad según el umbral SPPB. El número de participantes frágiles disminuyó de 3 a 3 después de la intervención sólo en el grupo de placebo ($p < 0,05$). Por el contrario, se observaron mejoras no estadísticamente significativas en el estado de sarcopenia en ambos grupos de intervención (todos $p > 0,05$, Tabla 2).	SPPB (equilibrio, velocidad de la marcha y soporte de silla)	NA	mejoró	NA	NA	sólo se observaron mejoras significativas en el estado de fragilidad en un grupo de intervención, los adultos mayores de ambos grupos mejoraron significativamente en el rendimiento físico independientemente de la suplementación proteica. Consideramos que este es un punto importante a resaltar, ya que con 12 semanas de entrenamiento de resistencia, comenzamos a observar efectos beneficiosos sobre el rendimiento físico en adultos mayores posthospitalizados. Asimismo, sugerimos que, si se prolonga, la sarcopenia y el estado de fragilidad mejorarán en consecuencia.
Sarcopenia	(Björkman et al. 2020)	Effect of Protein Supplementation on Physical Performance in Older People With Sarcopenia—A Randomized Controlled Trial	2020	Probar los efectos a largo plazo de la suplementación con proteínas enriquecidas con suero sobre el rendimiento físico y muscular.	Finlandia	218	83.6	6 a 12 meses	si	proteína de suero 20g	Los 2 suplementos de prueba no tuvieron efectos significativos sobre los indicadores del rendimiento físico. Por lo tanto, los cambios en el SPPB y el CSPPS no difirieron entre los grupos durante el periodo de intervención de 12 meses (Figura 1). Hubo un ligero pero significativo aumento de peso durante los primeros 6 meses en ambos grupos de suplementos que se estabilizó a los 12 meses, pero nuevamente no se encontraron diferencias significativas entre los 3 grupos de intervención. El segundo índice muscular, el índice de masa del músculo esquelético de frecuencia única, se mantuvo prácticamente	Batería corta de rendimiento físico (SppB), función muscular por medio de fuerza agarre de mano, velocidad de la marcha 4m, SM índice de músculo esquelético	se mantuvo	Sin cambios significativos	Sin cambios significativos	Sin cambios significativos	la suplementación con proteína de suero enriquecida en combinación con ejercicio físico de baja intensidad en el hogar no atenúa el deterioro del rendimiento muscular y físico en personas mayores con sarcopenia que vivían en la comunidad, pero causó un aumento de peso temporal y provocó problemas gastrointestinales leves. quejas en más de la mitad de los participantes

Fuente: Elaboración propia

Enfermedad	Autor	Título	Año de publicación	Objetivo	País	Tamaño de la muestra	Rango de edad media	Tiempo de la intervención	Ejercicio	Tipo de suplemento	Resultados	Variables a evaluar	Masa muscular	Rendimiento físico SPPB	velocidad de la marcha	Fuerza de agarre	Conclusiones	
Sarcopenia	(Bo et al. 2019)	A high whey protein, vitamin D and E supplement preserves muscle mass, strength, and quality of life in sarcopenic older adults: A double-blind randomized controlled trial	2019	examinar el efecto de un suplemento nutricional que contiene proteína de suero, vitamina D y E sobre las medidas de sarcopenia.	China	60	73.23 ± 6.52	6 meses	no	proteína suero 23g, vitamina D 702 UI y E 103 mg	No se observaron diferencias en la masa muscular apendicular, la velocidad de marcha de 6 m, el tiempo para completar 5 paradas, el tiempo para ponerse de pie, la proteína C reactiva sérica, la albúmina, el colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad, el colesterol total, los triglicéridos, la proteína total, la interleucina-6, factor de necrosis tumoral alfa, 25-hidroxit vitamina D 3 y vitamina E entre los grupos de intervención y placebo a lo largo del tiempo (P > 0,05). Sin embargo, debido a la suplementación con proteína de suero, los cambios en la ingesta de proteínas en el grupo de intervención aumentaron significativamente que en el grupo de placebo. En	La intervención nutricional de 6 meses, resultó en un aumento significativo del peso corporal (cambio de intervención: 3,11 ± 1,67 kg, P < 0,001; cambio de placebo: 4,91 ± 13,03 kg, P = 0,049), IMC (cambio de intervención: 1,23 ± 0,64 kg/m ² , P < 0,001; cambio de placebo: 1,71 ± 4,02 kg/m ² , P = 0,027). mejoran significativamente la fuerza de prensión de la mano	índice de masa muscular relativa (RSMI), fuerza prensión manual (dinamómetro), función física (velocidad de marcha de 6 m, prueba de silla y prueba de cronometraje de arriba y abajo, TUG), la calidad de vida (medida mediante la	mejoró	NA	Sin cambios significativos	mejoró	demostró que la suplementación combinada de proteína de suero, vitamina D y E puede mejorar significativamente el RSMI. la fuerza muscular y los marcadores anabólicos como el IGF-1 y la IL-2 en adultos mayores con sarcopenia.
fragilidad	(Buiques et al. 2023)	Can Leucine Supplementation Improve Frailty Index Scores	2023	este análisis secundario fue analizar los datos del ECA registrado anteriormente para evaluar el efecto de la suplementación con leucina sobre el nivel de fragilidad medido por el índice de fragilidad (FI).	España	41	78.2 ± 9.1	13 semanas	no	leucina 6g	Se logró calcular el IF de 41 participantes que tuvieron datos suficientes para calcularlo en ambas mediciones (antes y después de la administración de leucina o placebo. No hubo diferencias estadísticas en los niveles de FI al inicio (grupo placebo FI 0,27 ± 0,08 y grupo leucina FI 0,27 ± 0,10) o a las 13 semanas de seguimiento (grupo placebo FI 0,28 ± 0,10 y grupo leucina FI 0,28 ± 0,03). Se logró calcular el IF de 41 participantes que tuvieron datos suficientes para calcularlo en ambas mediciones (antes y después de la administración de leucina o placebo.	Hubo una correlación inversa significativa entre el FI y la fuerza de prensión manual (Rho = -0,363, p = 0,014; prueba de Spearman) y la velocidad de la marcha (Rho = -0,612, p < 0,001; prueba de Spearman) tanto al inicio como en el momento de la prensión manual; fuerza (Rho = -0,426, p = 0,006; prueba de Spearman) y velocidad de la marcha (Rho = -0,708, p < 0,001; prueba de Spearman)	índice de masa muscular (IMM), masa muscular, fuerza muscular (dinamometría), índice de fragilidad (IF), velocidad de la marcha	No hubo correlación entre el índice de masa muscular y el IF	NA	Correlación inversa significativa entre el FI y la fuerza de prensión manual (Rho = -0,612, p < 0,001)	correlación inversa significativa entre el FI y la fuerza de prensión manual (Rho = -0,363, p = 0,014)	La suplementación con leucina no cambió significativamente los niveles del índice de fragilidad en los residentes de hogares de ancianos. Se recomiendan más estudios para explorar la asociación con otros componentes de la dieta o suplementos. Dado que el índice de fragilidad representa una construcción multidimensional de fragilidad, puede ser plausible que la suplementación con leucina pueda producir algún efecto en el fenotipo físico del síndrome de fragilidad
fragilidad	(Dorhout et al. 2021)	In-Depth Analyses of the Effects of a Diet and Resistance Exercise Intervention in Older Adults: Who Benefits Most From ProMuscle in Practice	2021	nuestro objetivo fue explorar las diferencias en la capacidad de respuesta a RE (ejercicio de resistencia) y PS (suplementos proteicos) entre subgrupos según las características demográficas y los trastornos que afectan la movilidad en la intervención ProMuscle in Practice.	Países bajos	168	74.7 ± 5.8	12 semanas	si	aumentaron su ingesta de proteínas a 25 g por comida principal	Se encontró que el efecto de interacción Tratamiento x Sarcopenia era significativo para los cambios relativos en la fuerza de extensión de la pierna (β = 13,2%; IC del 95%: 0,4, 26,1), mostrando un aumento mayor en los participantes con sarcopenia en comparación con aquellos sin sarcopenia, como se presenta en Figura 1. Los participantes (pre)frágiles mostraron una mejora significativa en todos los resultados del estudio, excepto en SPPB.	efecto positivo significativo en todos los resultados del estudio en los participantes de 75 años o menos (edad media: 71 ± 3). Los participantes mayores de 75 años (edad media: 81 ± 4) mostraron un aumento significativo en la fuerza de extensión de rodilla, prensa de piernas y fuerza de extensión de piernas	(SPPB, La prueba consta de 3 componentes: equilibrio de pie, levantamiento repetido de una silla y prueba de velocidad de la marcha), masa muscular, fuerza muscular	mejoró sobre todo en <75 años	se mantuvo	se mantuvo	NA	Los resultados no demostraron diferencias significativas en las interacciones bidireccionales (con respecto a los efectos absolutos) entre el tratamiento y, respectivamente, la fragilidad, la sarcopenia y la osteoartritis. Esto indica que tanto los participantes con como sin trastornos que afectan la movilidad pueden beneficiarse de la intervención.
sarcopenia	(Gade et al. 2019)	Protein supplementation combined with low-intensity resistance training in geriatric medical patients during and after hospitalization: A randomised, double-blind, multicentre trial	2019	el objetivo del presente estudio fue investigar si la PIS (suplemento de proteína) en una población de pacientes geriátricos daneses sometidos a RT (entrenamiento de resistencia) durante la hospitalización y 12 semanas después del alta, sobre los parámetros de fuerza muscular, masa muscular y función física y mental.	Dinamarca	100	85.3	12 semanas	si	proteína de suero 25g/2,5g caseína, vit D 2,8 µg	El presente estudio no encontró efectos aditivos en ningún criterio de valoración de la PIS en adultos mayores hospitalizados con enfermedades agudas a los que se les ofreció RT estandarizada durante el ingreso y 12 semanas después del alta. Sin embargo, ambos grupos mejoraron significativamente en la mayoría de los parámetros, y específicamente el aumento en la masa magra muestra una respuesta adaptativa al RT de acuerdo con estudios previos.	El cumplimiento promedio (ingesta en porcentaje de la dosis total) de los productos de intervención durante la hospitalización. Alrededor del 51% en ambos grupos siguió el programa de RT en un grado moderado a alto. Durante la hospitalización, el grupo de proteínas recibió en promedio 10,0 g de proteína/kg por día de la dieta y PIS, y el grupo de placebo recibió 0,6 g de proteína/kg por día, lo que para ambos grupos es inferior a la recomendación para pacientes con	prueba de soporte en silla, LBM (masa corporal magra), fuerza prensión, velocidad de la marcha, índice de Barthel, índice de movilidad de Morton, calidad de vida	mejoró	Sin cambios significativos	Sin cambios significativos	Sin cambios significativos	En el presente estudio, no se encontró ningún efecto aditivo de la PIS durante y 12 semanas después del ingreso hospitalario en pacientes geriátricos a los que se les ofreció RT de baja intensidad y suplementos de proteínas en un programa de RT. Esto podría explicarse por una baja diferencia en la ingesta total de proteínas entre los grupos de 0,4 g/kg por día durante la hospitalización y 0,2 g/kg por día después del alta. Sin embargo, basándose en la ganancia de masa magra observada en ambos grupos, el estudio respalda el conocimiento establecido de la RT como una estrategia potente para contrarrestar la sarcopenia. Se necesitan más estudios para establecer la importancia de los diferentes aspectos del diseño del

Enfermedad	Autor	Título	Año de publicación	Objetivo	País	Tamaño de la muestra	Rango de edad media	Tiempo de la intervención	Ejercicio	Tipo de suplemento	Resultados	Variables a evaluar	Masa muscular	Rendimiento físico SPPB	velocidad de la marcha	Fuerza de agarre	Conclusiones	
fragilidad	(Jadzak et al. 2021)	A Randomized Controlled Pilot Exercise and Protein Effectiveness Supplementation Study (EXPRESS) on Reducing Frailty Risk in Community-Dwelling Older People	2021	informar sobre la viabilidad y los efectos del ejercicio combinado con el consumo dos veces al día de suplementos proteicos a base de suero o arroz durante 6 meses sobre los resultados primarios de velocidad de la marcha, fuerza de agarre y rendimiento físico en adultos mayores frágiles y prefrágiles que viven en la comunidad. Los resultados secundarios incluyeron estado de fragilidad, masa muscular, calidad de vida, ingesta nutricional, rendimiento cognitivo, depresión y niveles de actividad física.	Australia	70	73.34 ± 6.85 años	6 meses	si	proteína de suero 20g	No se encontraron diferencias entre los dos grupos de proteínas en cuanto a la fuerza de agarre, la velocidad de la marcha y el rendimiento físico utilizando SPPB y TUG a los 3 o 6 meses (todos los valores de p > 0,05). Sin embargo, la fuerza de agarre (p = 0,004; BL-6 meses) y el rendimiento físico utilizando SPPB (p = 0,012; BL-6 meses) y TUG (p < 0,001; BL-3 meses y BL-6 meses) mejoraron en ambos grupos, mientras que la velocidad de la marcha se mantuvo estable (p = 0,332) durante los 6 meses.	Todos los parámetros evaluados permanecieron estables o mejoraron (es decir, fuerza de agarre, rendimiento físico, rendimiento cognitivo y componente mental del SF-36) durante los 6 meses, y al final del estudio, 39 de los 70 participantes iniciales ya no estaban clasificados como en riesgo de fragilidad (es decir, ni prefrágiles ni frágiles).	Rendimiento físico (SPPB), fuerza de agarre, velocidad de la marcha, SPPB, TUG.	NA	mejoró	se mantuvo	mejoró	se descubrió que los suplementos de proteína de suero y arroz tienen efectos comparables sobre los parámetros de función física en adultos mayores frágiles, lo que infiere que la calidad de la proteína (es decir, suero o arroz) puede no ser tan crítica siempre que se consuma una cantidad suficiente. Sin embargo, el cumplimiento del ejercicio en el hogar fue mayor que el del ejercicio en el centro, y está claro que la preferencia de una persona por diferentes fuentes de proteínas debe considerarse y adaptarse a sus necesidades y experiencias a medida que avanza en un programa de nutrición y ejercicio.
sarcopenia	(Jyväkorpi et al. 2023)	Effect of Milk, Fat Globule Membrane- and Protein-Containing Snack Product on Physical Performance of Older Women-A Randomized Controlled Trial	2023	el propósito de este estudio fue probar si un producto de refrigerio rico en MFGM (membrana de los glóbulos grasos de la leche) y proteína hidrolizada mejoraría el rendimiento físico de mujeres mayores con una ingesta de proteínas por debajo del nivel recomendado al inicio.	Finlandia	94	75	12 semanas	si	proteína 23g	El resultado principal del estudio, el cambio en la prueba de cinco veces de sentarse y levantarse, no difirió entre los grupos de intervención y control al final del ensayo (intervención -2,3 (IC del 95%: -3,9 a -1,6),) versus control -2,2 (IC del 95%: -3,2 a -1,2), p = 0,29). Por lo tanto, ambos grupos mejoraron algo en la prueba de cinco veces de sentarse y levantarse. De los resultados secundarios, el cambio en la puntuación total del SPPB difirió significativamente (+0,8 puntos (IC del 95%: +0,5 a +1,1) en el grupo de intervención versus 0,2	Otros resultados secundarios (velocidad al caminar, fuerza de agarre de la mano, Trail Making Test A y B, calidad de vida relacionada con la salud según RAND-36) no cambiaron significativamente debido	prueba de cinco veces de sentarse y levantarse, SPPB (velocidad de la marcha y equilibrio), fuerza de	NA	mejoro	se mantuvo	Sin cambios significativos	nuestro estudio sugiere que la combinación de MFGM y proteínas mejoró el rendimiento físico relacionado con el equilibrio y la puntuación total del SPPB en mujeres mayores que viven en la comunidad. En el futuro, la prevención del equilibrio y las caídas podría considerarse como resultados primarios en estudios con MFGM o MFGM combinado con proteínas, especialmente en diseños de estudios sin ejercicio obligatorio. También sería interesante ver los resultados de los ECA en diversos grupos de personas mayores para saber quiénes posiblemente se beneficiarían más de este tipo de
fragilidad	(Kang et al. 2019)	Effects of whey protein nutritional supplement on muscle function among community-dwelling frail older people: A multicenter study in China	2019	Evaluar si los suplementos de proteína de suero pueden mejorar la función muscular de las personas mayores frágiles además del ejercicio de resistencia.	China	115	77.3 (61,7% mujeres)	12 semanas	si	proteína de suero 32.4g	la fuerza de prensión manual, la velocidad de la marcha y la puntuación de la Batería Corta de Rendimiento Físico (SPPB). Durante el segundo y tercer seguimiento, encontramos que la fuerza de prensión manual y la presencia con un compañero familiar se correlacionaron significativamente con el efecto de la intervención (r = 0,634, 0,490, respectivamente, p ambos < 0,05) y la fuerza de prensión tuvo una correlación significativa con vivir con la familia (r = 0,723, 0,719, respectivamente, p ambos < 0,05). Estos indicaron que la presencia con un compañero familiar y la convivencia con la familia pueden ser predictores de los efectos de la intervención.	Para los participantes del grupo activo, encontramos que la velocidad de la marcha mejoró progresivamente en las visitas de seguimiento	Velocidad de la marcha, fuerza prensión manual (dinamometro), velocidad de la marcha, SPPB (batería corta de rend físico), hemoglobina glucosilada y la proteína C reactiva	NA	mejoró (pararse silla)	mejoró	mejoró	Este estudio muestra que la suplementación nutricional específica, además del ejercicio, podría proporcionar un beneficio adicional a los pacientes de edad avanzada. Grupos como los que se recuperan de una hospitalización y la comunidad también podrían beneficiarse de la suplementación nutricional y el ejercicio. La intervención nutricional combinada con actividades físicas estructuradas en general puede proporcionar beneficios adicionales a las personas mayores, mejorar las condiciones de fragilidad física y tener el potencial de mejorar la movilidad, la independencia y la calidad de vida.
Sarcopenia	(Ko et al. 2020)	Effects of enriched branched-chain amino acid supplementation on sarcopenia	2020	El objetivo del presente estudio fue evaluar los efectos a corto plazo de la suplementación enriquecida con BCAA en sujetos con presarcopenia o sarcopenia. Aquí, planteamos la hipótesis de que el rendimiento físico, la fuerza muscular y la masa muscular de los pacientes de edad avanzada mejorarían después de 5 semanas de tratamiento con BCAA.	Taiwan	33	66.6	semana 17	no	BCAA 3.6 g	Después de una intervención enriquecida con BCAA de 5 semanas, el índice de masa esquelética (MSI), la velocidad de la marcha y la fuerza de agarre mejoraron (Tabla 1). Los cambios fueron consistentes tanto en el subgrupo sarcopénico (Tabla complementaria 1) como en el subgrupo presarcopénico (Tabla complementaria 2), excepto en el MSI.	a fuerza de agarre fue mayor en ambos subgrupos después de 5 semanas de terapia con BCAA. Después de 12 semanas de interrupción, el SMI y la fuerza de prensión fueron inferiores a los de la prueba de la semana 5 en el grupo de < 65 años (1M/1F), mientras que la fuerza de prensión y la velocidad de la marcha fueron inferiores a los de la prueba de la	SMI (masa muscular esquelética apendicular), Velocidad de la marcha, fuerza de agarre	mejoró	NA	mejoró	mejoró	La suplementación con BCAA enriquecidos durante cinco semanas puede ayudar a mejorar los parámetros con valores bajos (SMI, velocidad de la marcha y fuerza de agarre) en sujetos presarcopénicos y sarcopénicos. Después de 12 semanas de interrupción, estas mejoras quedarán oscurecidas, especialmente el SMI y la fuerza de agarre. Sin embargo, se justifica realizar más investigaciones para confirmar los tipos, dosis y duraciones óptimas del tratamiento y los efectos de la

Enfermedad	Autor	Título	Año de publicación	Objetivo	País	Tamaño de la muestra	Rango de edad media	Tiempo de la intervención	Ejercicio	Tipo de suplemento	Resultados	Variables a evaluar	Masa muscular	Rendimiento físico SPPB	velocidad de la marcha	Fuerza de agarre	Conclusiones	
sarcopenia	(Lin et al. 2021)	Effects of adequate dietary protein with whey protein, leucine, and vitamin D supplementation on sarcopenia in older adults: An open-label, parallel-group study	2021	El objetivo de este estudio fue evaluar si una dieta con suplementación proteica alta (Supp) puede conducir a una mejor mejora que la ingesta adicional de proteínas a través del asesoramiento dietético (Dieta) en el mantenimiento de la masa muscular y la fuerza entre los ancianos sarcopénicos.	Taiwan	56	73.8	12 semanas	no	proteína de suero 12.8g, vitamina D 120 UI, leucina 1.2 g	Después de estratificar a los participantes por debajo de 75 (65-74) o >75 años, se descubrió que solo los sujetos en la categoría de edad de 65 a 74 años en el grupo Supp demostraron una velocidad de marcha significativamente mejor después de 12 semanas de intervención con suplementos (p = 0.005). No se observó el efecto beneficioso de +Q12+Q13	Después de un período de 4 y 12 semanas de asesoramiento dietético o de intervención con suplementos, el BW, FFM y AMMI aumentaron significativamente tanto en el grupo de dieta como en el de suplemento.	el BW (peso), FFM (masa libre de grasa), índice de masa muscular apendicular (AMMI), la fuerza de prensión manual, la velocidad de la marcha y la ingesta de calorías y macronutrientes después de 4 y 12 semanas de la intervención dietética	mejoró	NA	mejoró solo los sujetos en la categoría de edad de 65 a 74 años	NA	El AMMI se puede mejorar siempre que se consuma suficiente proteína (1.2 a 1.5 g/kg de peso corporal/día) en ancianos sarcopénicos. El suplemento nutricional permite a los ancianos sarcopénicos cubrir más cómodamente sus necesidades proteicas. La suplementación con proteína de suero y vitamina D puede mejorar aún más la velocidad de la marcha en sujetos sarcopénicos de edad avanzada, especialmente en el grupo de edad "más joven"
Sarcopenia	(Mart et al. 2020)	Effects of Leucine Administration in Sarcopenia: A Randomized and Placebo-controlled Clinical Trial	2020	Los principales objetivos del ECA fueron: (1) analizar los efectos de la administración de leucina oral sobre los criterios de sarcopenia, por ejemplo, masa muscular, fuerza y actividad funcional en personas mayores; (2) evaluar sus efectos sobre la función de los músculos respiratorios utilizando, como indicadores, las presiones respiratorias estáticas máximas en la boca, inspiratoria (MIP) y espiratoria (MEP), y el	España	42	78,9 ± 7,9	13 semanas	no	leucina 6g	El resultado primario medido fue el efecto del tratamiento sobre los criterios de sarcopenia, por ejemplo, masa magra, fuerza muscular y rendimiento físico y función de los músculos respiratorios. Efecto de la suplementación con leucina sobre los criterios respiratorios del músculo sarcopenia. No se observaron diferencias entre ambos grupos al inicio ni después de la intervención para los parámetros de función respiratoria establecidos como determinantes de la presencia de sarcopenia respiratoria. Efecto de la administración de leucina sobre los parámetros analíticos de la sangre	Hubo una diferencia significativa en el tiempo de caminata en comparación con los niveles iniciales, expresado como 100% entre los grupos de leucina y placebo, con un aumento en el tiempo necesario para completar la distancia en el grupo de placebo. El cambio significativo en el tiempo de caminata condujo a un aumento en	masa muscular, fuerza y actividad funcional en personas mayores, presiones respiratorias estáticas máximas en la boca, inspiratoria (MIP) y	se mantuvo	se mantuvo	mejoró	se mantuvo	El ECA demostró que esta intervención nutricional no afecta negativamente a la tasa de pérdida de músculo esquelético, pero sí mejora el rendimiento físico y la función muscular respiratoria, lo que también podría ser significativamente beneficioso para las personas institucionalizadas que presentan una enorme carga de comorbilidades y deficiencias
Sarcopenia	(Nasimi et al. 2021)	A Novel Fortified Dairy Product and Sarcopenia Measures in Sarcopenic Older Adults: A Double-Blind Randomized Controlled Trial	2021	Evaluar la eficacia del consumo diario de yogur fortificado con beta-hidroxi beta-metilbutirato (HMB) y vitaminas D y C sobre medidas de sarcopenia, inflamación y calidad de vida en adultos mayores sarcopénicos.	Irán	66	71.15 años	12 semanas	no	Yogur fortificado 300g con HMB 3g, vitamina D 1000 UI, Vit C 500mg	Los hallazgos del estudio mostraron que la masa magra total aumentó en 610 gy 310 g en los grupos de intervención y control, respectivamente, aumento de masa muscular en el grupo de intervención fue principalmente evidente en ALM (un aumento de 210 g) Aunque el aumento de ALM no fue estadísticamente significativo, aproximadamente un aumento del 1% en ALM parece clínicamente significativo.	masa magra apendicular (ALM), fuerza de prensión manual (HGS), la velocidad de la marcha (GS), relación suma de la masa magra de brazos y piernas (llamada ALM) y la altura al cuadrado (SMI)	Aumentó masa magra total y la ALM, SMI	NA	mejoró	mejoró	Este estudio demostró que la combinación de HMB y vitaminas D y C en forma de un novedoso yogur fortificado tuvo éxito en mantener la masa, la fuerza y la funcionalidad muscular, aumentar los mediadores anabólicos (vitamina D e IGF-1) y modular los marcadores inflamatorios y oxidativos (hs-CRP y MDA), que finalmente mejoraron la calidad de vida en adultos mayores sarcopénicos sin incluir ejercicio. Los hallazgos del presente estudio sugirieron que las intervenciones dietéticas apropiadas podrían ser una terapia complementaria eficaz para mitigar la progresión de la sarcopenia y mejorar el bienestar en adultos mayores con sarcopenia, independientemente de los programas de entrenamiento físico.	
Sarcopenia	(Rondanelli et al. 2020)	Improving rehabilitation in sarcopenia: a randomized-controlled trial utilizing a muscle-targeted food for special medical purposes	2020	evaluar la eficacia de una suplementación nutricional dirigida a los músculos sobre el rendimiento físico, la recuperación funcional y de la masa muscular en pacientes sarcopénicos de edad avanzada ingresados en un centro de rehabilitación para hospitalizados, así	Italia	127	80	8 semanas	si	proteína de suero 20g, vitamina D 800UI, leucina 2.8 g	velocidad de la marcha no cambió de manera importante en el grupo de control, mientras que mejoró significativamente (+0,061 m/s/mes [IC del 95%: 0,043 a 0,080]; P < 0,001) en el grupo de intervención que recibió la fórmula experimental. El cambio bruto en la velocidad de la marcha en el momento del alta fue de + 0,06 (DE, 0,06) m/s y + 0,00 (DE, 0,04) m/s en el grupo experimental y de control, respectivamente, variables secundarias: En el grupo de fórmula experimental, todos los criterios de valoración secundarios mejoraron significativamente en comparación con el valor inicial.	En consecuencia, las diferencias en los cambios entre el grupo de fórmula experimental y el grupo de fórmula de control en términos de todos los parámetros de resultado tomados en consideración fueron significativas, con la excepción de los componentes de calidad	Velocidad de la marcha, rendimiento físico, el estado funcional y las funciones cognitivas, masa muscular	Aumentó	mejoró	mejoró	mejoró	en adultos mayores con sarcopenia ingresados en el hospital para rehabilitación el consumo de una fórmula nutricional dirigida a los músculos a base de proteína de suero enriquecida con leucina y vitamina D mejoró el rendimiento y la función física así como la masa muscular, y redujo la intensidad y los costos.

Enfermedad	Autor	Título	Año de publicación	Objetivo	País	Tamaño de la muestra	Rango de edad media	Tiempo de la intervención	Ejercicio	Tipo de suplemento	Resultados	Variables a evaluar	Masa muscular	Rendimiento físico SPPB	velocidad de la marcha	Fuerza de agarre	Conclusiones	
Sarcopenia	(Rondanelli et al. 2022)	Effectiveness of a Novel Food Composed of Leucine, Omega-3 Fatty Acids and Probiotic Lactobacillus paracasei PS23 for the Treatment of Sarcopenia in Elderly Subjects: A 2-Month Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Trial	2022	evaluar la eficacia de un alimento médico especial compuesto de ácidos grasos omega-3, leucina y el probiótico LPPS23, en comparación con placebo, sobre la masa magra apendicular (ALM) en pacientes sarcopénicos que utilizan terapia dual.	Italia	50	79,71± 4,84 años	2 meses	no	Leucina 2.5g, omega 3, (500mg) probióticos (Lactobacillus paracasei PS23)	Se observó un aumento en ALM en el grupo de intervención que no logró alcanzar significación estadística, pero en el grupo de placebo, se observó una disminución estadísticamente significativa en ALM. El cambio en todas las pruebas funcionales en el grupo de intervención fue significativamente mayor en general que en el grupo de placebo. Además, al comparar los efectos entre grupos (intervención menos efectos placebo), se encontraron diferencias significativas en la escala de Tinetti (+2,396 puntos; IC 95%: 1,054, 3,739), la puntuación total del SPPB (+2,219 puntos; IC 95%: 1,436, 3,002), y la prueba de fuerza de prensión manual (4,087 kg; IC 95%: 2,781, 5,392).	El perfil de aminoácidos representado por valina, leucina, isoleucina y aminoácidos totales mostró un aumento estadísticamente significativo en el grupo de intervención en comparación con el grupo de placebo a los 60 días (p = 0,001).	El rendimiento físico (se evaluó mediante a) SPPB, que comprendió la velocidad de la marcha, la prueba de pararse en silla y la prueba de cronometraje y marcha), fuerza empuñadura, composición corporal	masa magra apendicular (ALM) mejoró	mejoró	NA	mejoró	Los hallazgos de este estudio indican que la administración de un alimento para fines médicos especiales a base de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 leucina y el probiótico LPPS23 parece ser una estrategia válida para contrarrestar la progresión de la sarcopenia y los parámetros que la definen en personas mayores. adultos.
Sarcopenia	(Takeuchi et al. 2019)	Effects of branched-chain amino acids and vitamin D supplementation on physical function, muscle mass and strength, and nutritional status in sarcopenic older adults undergoing hospital-based rehabilitation: A multicenter randomized controlled trial	2019	Analizar si una combinación de entrenamiento de resistencia y un bolo oportuno de suplementos de BCAA y vitamina D mejoraría la función física, la fuerza muscular y la masa muscular en adultos mayores sarcopénicos sometidos a rehabilitación de convalecencia hospitalaria	Japón	63	78.8 intervención y 80.3 control	8 semanas	si	BCAA 2500 mg Y Vitamina D 12.5 mcg	Las medidas de resultado secundarias incluyeron la fuerza muscular (fuerza de prensión manual) y la masa muscular (CC y circunferencia del brazo [AC]). El CC y el AC fueron indicadores de masa muscular esquelética y se midieron en la parte mayor de la pantorrilla o del brazo, respectivamente, sin parálisis ni contractura	Las puntuaciones motoras FIM aumentaron significativamente en ambos grupos con el tiempo (P < 0,05). C y AC aumentaron significativamente en ambos grupos con el tiempo (P < 0,05). CC, pero no AC, mostró una mejora significativamente mayor en el grupo de intervención (P = 0,033). La fuerza de prensión también aumentó significativamente con el tiempo (P < 0,05), con mejoras significativamente	Rendimiento de las AVD (actividades de la vida diaria), dominio motor de la Medida de Independencia Funcional (FIM-motor), FIM-cognitiva, fuerza muscular (fuerza de prensión manual) y la masa muscular	mejoró	NA	NA	mejoró	una intervención de 8 semanas que consiste en suplementación con BCAA y vitamina D con entrenamiento de resistencia de baja intensidad aumenta la fuerza muscular, la masa muscular y el estado nutricional en adultos mayores con sarcopenia postaguda. El presente estudio destaca la eficacia y seguridad de este enfoque, que es especialmente adecuado para adultos mayores con limitaciones físicas. Sin embargo, se requieren más estudios para determinar cómo la suplementación nutricional mejora los resultados de los adultos mayores sarcopénicos en combinación con otros procedimientos de
Sarcopenia	(Mori and Tokuda 2022)	De-Training Effects Following Leucine-Enriched Whey Protein Supplementation and Resistance Training in Older Adults with Sarcopenia: A Randomized Controlled Trial with 24 Weeks of Follow-Up	2022	evaluar la eficacia del desentrenamiento tras una intervención combinada de suplementación con proteína de suero de leucina y entrenamiento de resistencia sobre la masa muscular esquelética y la fuerza en adultos mayores con sarcopenia.	Japón	70	77 años	24 semanas	si	proteína de suero, leucina (11g proteína y 2300mg Leucina)	Al final de la intervención, el grupo RT+PRD mostró un aumento del SMI, HGS y KES en comparación con los valores iniciales. Sin embargo, al final de la intervención, el grupo RT y el grupo PRD no mostraron un aumento en HGS en comparación con el valor inicial.	a las 12 semanas de desentrenamiento y a las 24 semanas de desentrenamiento. El grupo RT + PRD tuvo una tasa de remisión de la sarcopenia del 33,1% y del 34,8% tras la intervención (p < 0,01) y a las 12 semanas de desentrenamiento (p < 0,05), respectivamente. A las 12 y 24 semanas de desentrenamiento, la tasa de remisión de la sarcopenia fue mayor en el grupo RT + PRD que en el grupo RT (p < 0,05).	SMI (masa muscular esquelética apendicular), HGS (fuerza de prensión de la mano) y KES (fuerza de extensión de rodilla), UWS (velocidad de la marcha)	mejoró	NA	NA	mejoró	Este estudio demostró que la intervención combinada de RT y PRD mostró un mantenimiento a largo plazo en el tratamiento de la sarcopenia que la RT sólo a las 24 semanas después del desentrenamiento. También puede prevenir de la masa muscular esquelética y la fuerza durante el desentrenamiento en adultos mayores con sarcopenia. Por lo tanto, la ingesta de PRD después del RT puede ser útil en el tratamiento de la sarcopenia en adultos mayores.
Sarcopenia	(Yang et al. 2023)	Effects of Beta-Hydroxy Beta-Methylbutyrate Supplementation on Older Adults with Sarcopenia: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study	2023	evaluar si la suplementación con HMB puede mejorar la fuerza muscular, la función y la composición corporal en adultos mayores con sarcopenia.	China	28	≥60 años	12 semanas	no	HMB 3g	A las 12 semanas, el HMBG tuvo una mejora significativa en HGS, mientras que el PG tuvo una disminución en HGS en comparación con el valor inicial. El HMBG tuvo una mejora significativamente mayor que el PG (P < 0,001) a las 12 semanas.	Resultados secundarios: La prueba de reposo en silla cinco veces mejoró significativamente a las 8 y 12 semanas en ambos grupos, mientras que la velocidad de la marcha aumentó a las 12 semanas sólo en el HMBG. En comparación con el PG, el HMBG tuvo una mejora estadísticamente mayor en la prueba de soporte de silla cinco veces (P = 0,001) y una mayor velocidad de la marcha (P = 0,014) a las 12 semanas.	Fuerza de prensión manual, velocidad de la marcha, soporte silla, composición corporal, masa del músculo esquelético (SMI)	no diferencia significativa	NA	aumentó	mejoró	La suplementación con HMB puede mejorar el efecto del entrenamiento con ejercicios de resistencia sobre la fuerza muscular, el rendimiento físico y la MQ en adultos mayores con sarcopenia. Por tanto, la suplementación con HMB podría ser un tratamiento eficaz para la sarcopenia. Se necesitan estudios multicéntricos y de gran tamaño de muestra adicionales para confirmar los efectos de la suplementación con HMB sobre la sarcopenia en adultos mayores.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Escala de medición	Tipo
SPPB	La prueba de Batería Corta de Desempeño Físico o Short Physical Performance Battery es una herramienta que consta de tres pruebas utilizada para evaluar el equilibrio, marcha y fuerza en miembros inferiores de los adultos mayores.	Nominal	Independiente Discreta
Masa muscular	Peso total de todos los músculos en el cuerpo, incluido el musculo esquelético, liso y cardíaco.	Razón	Independiente Continua
Fuerza de agarre	Medida que refleja la fuerza máxima generada por la contracción combinada de los músculos de la mano que llevan a la flexión de la articulación.	Razón	Independiente Continua
Velocidad de la marcha	Herramienta utilizada para la evaluación del rendimiento físico que consiste en el tiempo necesario para que un adulto mayor recorra una distancia específica	Nominal	Independiente Continua
Sarcopenia	Síndrome caracterizado por una pérdida progresiva y generalizada de masa y fuerza del músculo	Nominal	Dependiente Dicotómica

	esquelético		
Fragilidad	Síndrome clínico asociado a la edad con una disminución de la reserva fisiológica y la función en múltiples órganos y sistemas	Nominal	Dependiente Dicotómica
Cantidad de proteína	Gramos (g)	Razón	Independiente Discreta
Tipo de proteína	Proteína de suero, Aminoácidos de cadena ramificada, HMB, Leucina	Nominal	Independiente Discreta

Fuente: Elaboración propia