

EFFECTOS DE LA PROTEÍNA WHEY, LEUCINA Y ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN LA COMPOSICIÓN CORPORAL

EFFECTS OF WHEY PROTEIN, LEUCINE AND RESISTANCE TRAINING ON BODY COMPOSITION

Katherine Franco Hoyos

Nutricionista Dietista

MSc en Nutrición Deportiva

Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos Medellín, Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud), Colombia

kfranco@ces.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-1580-8275>

Luis Felipe Bedoya Bedoya

Nutricionista Dietista

MSc en Nutrición Deportiva

Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos Medellín, Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud), Colombia

lbedoyab@ces.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-4477-0923>

Natali Duque Ochoa

Nutricionista Dietista

MSc en Nutrición Deportiva

Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos Medellín, Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud), Colombia

nduqueo @ces.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-2683-5631>

Maximiliano Kammerer López

Nutricionista Dietista

MSc en Ciencias de Alimentación y Nutrición Humana

Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos Medellín, Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud), Colombia

mkammerer@ces.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-2868-2766>

Santiago Gómez Velásquez

Ingeniero de Alimentos

Especialista en Estadística de la Universidad Nacional

MSc en Salud Pública

Doctorando en Epidemiología y Bioestadística de la Escuela de Graduados, Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud)

Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos Medellín, Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud), Colombia

sagomez@ces.edu.co

<https://orcid.org/0000-0002-5618-2056>

Artículo recibido el 21 de marzo de 2023. Aceptado en versión corregida el 21 de agosto de 2023.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Los deportistas y las personas activas que entrenan la fuerza para lograr un aumento de su masa muscular tienen requerimientos calóricos y proteicos aumentados, por esta razón emplean diversas estrategias como la suplementación con proteína whey aislada y aminoácidos aislados como la leucina después del entrenamiento sustentados en la premisa de que promueven el incremento en la síntesis de proteínas musculares, y por ende un aumento de la masa magra. **OBJETIVO:** Comparar cambios de la composición corporal aplicando el método de Absorciometría Dual de Rayos X (DEXA) en personas físicamente activas expuestas a un programa de entrenamiento de la fuerza con la suplementación de proteína whey aislada y/o leucina durante 12 semanas. **METODOLOGÍA:** estudio aleatorizado prospectivo longitudinal en un grupo de 10 varones físicamente activos, los cuales fueron asignados al azar en 3 grupos de suplementación con proteína whey aislada, leucina o la mezcla de ambas bajo el mismo protocolo de entrenamiento de la fuerza. Se evaluó la composición corporal en 3 momentos: semana 0, semana 6 y semana 12 de la intervención. **RESULTADOS:** En las condiciones evaluadas no se observaron cambios estadísticamente significativos de las variables de composición corporal y fuerza en los diferentes protocolos de suplementación: leucina, proteína whey aislada con leucina y proteína whey aislada. **CONCLUSIONES:** Se observaron resultados superiores de la masa magra y la fuerza en el grupo de la suplementación de proteína whey aislada con leucina con respecto a los demás grupos, cabe aclarar que por el tamaño de muestra no alcanzó a ser estadísticamente significativo.

Palabras clave: Aminoácidos, absorciometría dual de rayos X, proteína whey aislada, leucina, composición corporal.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Athletes and active people who work hard to increase their muscle mass have increased caloric and protein requirements. For this reason, they use different strategies such as whey protein isolate supplementation and/or branched-chain amino acids after sustained training on the premise that they promote an increase in muscle protein synthesis, and therefore an increase in lean mass. **OBJECTIVE:** To compare body composition changes in physically active people exposed to a strength training program with whey protein isolate and/or leucine supplementation for 12 weeks. **METHODS:** Longitudinal prospective randomized study in a group of 10 physically active males, which were randomly assigned to 3 supplementation groups with whey protein isolate, leucine, or a mixture of both, under the same strength training protocol. Body composition was evaluated in 3 moments: week 0, week 6 and week 12 of the intervention. **RESULTS:** In the evaluated conditions, no statistically significant changes were observed in the variables of body composition and strength based on the different supplementation protocols: Leucine, protein with leucine and protein. **CONCLUSIONS:** Compared with the other groups, higher results were observed in lean mass and strength in group using the whey protein isolate supplementation with leucine. It should be noted that due to the size of the sample, the difference was not statistically significant.

Keywords: Amino acids, dual x-ray absorptiometry, whey protein isolate, leucine, body composition.

http://dx.doi.org/10.7764/Horiz_Enferm.34.2.287-305

INTRODUCCIÓN

El estudio de la composición corporal permite evaluar los efectos que tienen la alimentación, el ejercicio físico, la enfermedad, el crecimiento y el desarrollo de un individuo, así como la influencia de factores del entorno sobre el mismo, con el fin de obtener información para diseñar estrategias de alimentación y entrena-miento en función de mejorar el contenido de masa grasa y/o masa libre de grasa^(1,2).

Existen diferentes metodologías para evaluar la composición corporal in vivo. Los procedimientos de laboratorio - indirectos- ofrecen estimativas más preci-

sas sobre los componentes de masa grasa y de otros constituyentes relacionados a la masa libre de grasa, como la absorciometría dual de rayos X (DEXA), considerada como método “criterio” para la valoración de los componentes corporales⁽³⁻⁵⁾.

Atletas y personas físicamente activas entrenan la fuerza por su asociación con cambios en la composición corporal como el aumento de la masa magra, reducción de la masa grasa⁽⁶⁾ y por estimular la síntesis de proteínas musculares^(7,8). Estas personas tienen requerimientos de proteína más altos

(entre 1,4 y 2,0 g/kg/día) en comparación con aquellas que llevan un estilo de vida sedentario. Aunque es posible satisfacer estas necesidades proteicas a través de la dieta, algunas personas optan por cumplir sus requerimientos utilizando suplementos de proteína como el aislado de proteína de suero (proteína whey aislada), debido a que esta forma contiene aminoácidos que se asimilan fácilmente^(9,10). La proteína whey aislada se considera que tiene la más alta calidad biológica en términos de proteínas. El aislado de proteína de suero en su forma pura carece de otros elementos como grasas, carbohidratos, lactosa y colesterol, lo que permite una absorción más rápida⁽¹¹⁾. Frecuentemente, este suplemento se consume después del ejercicio, lo que promueve la síntesis de proteínas musculares y, por lo tanto, el aumento de masa magra. Aunque aún no se ha determinado una dosis estándar para el aislado de proteína de suero⁽¹²⁾. Estudios experimentales han suministrado entre 20-40g/día⁽¹³⁾ encontrando efectos positivos en el aumento de la masa magra con dosis de 25g/día^(14,15); sin embargo, el potencial que pueda tener un suplemento de proteína después del entrenamiento debe analizarse a nivel individual en función del gasto energético y la ingesta general de nutrientes.

Al finalizar un entrenamiento de la fuerza se presenta una disminución significativa en los aminoácidos séricos como la leucina, un activador del complejo mTORC1 que resulta en la iniciación de la traducción de proteínas, razón por la cual investigaciones previas han sugerido que una ingesta de 5 g de leucina combinado con bajas dosis de proteína inmedia-

tamente después del ejercicio, pueden ser igual de eficaces que dosis altas de proteína para estimular la síntesis de proteínas musculares^(16,17).

La posición de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva sobre proteínas y ejercicio y algunos estudios reportan que una dosis promedio de 20-25 g absolutos de proteína de alta calidad maximiza la síntesis de proteínas musculares; sin embargo, la edad, coingestión de carbohidratos, estímulos del ejercicio de fuerza, la cantidad de masa muscular activa de los individuos, ingesta total diaria de proteína así como su distribución uniforme y el contenido de aminoácidos de cadena ramificada como la leucina son factores que pueden determinar objetivamente una dosis única como recomendación a la población general, físicamente activa y deportista^(18,19). De acuerdo con lo anterior, se considera relevante aportar evidencia que sustente si es necesario o no la mezcla de proteína whey aislada y leucina para obtener cambios sobre la composición corporal.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue comparar cambios de la composición corporal en personas físicamente activas expuestas a un programa de entrenamiento de la fuerza aplicando diferentes protocolos de suplementación con proteína whey aislada y/o leucina.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de tipo longitudinal en una población constituida por 10 hombres asignados de forma aleatoria a tres grupos de comparación con

diferentes protocolos de suplementación, un mismo programa de entrenamiento y; se analizó su ingesta dietética promedio al inicio y al finalizar la intervención como medida de seguimiento y se indicó a los participantes evitar cambiar su patrón usual de consumo durante el tiempo de esta. Los participantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Sujetos: Diez varones adultos de edades entre 20 y 35 años participaron voluntariamente de este estudio y completaron satisfactoriamente toda la intervención. Los participantes fueron asignados al azar en 3 grupos de suplementación: leucina (n=3, edad= 22,77 ± 2,04 años), proteína + leucina (n=3, edad= 27,22 ± 4,91 años) y proteína (n=4, edad= 24,75 ± 5,18 años). Para participar en el estudio se tuvieron como criterios de inclusión que los sujetos fueran mayores de edad, tener entre 18 y 40 años, practicar actividad física mínimo 3 veces por semana al menos un mes previo a la intervención y ser usuarios del gimnasio de la Universidad CES (Corporación en Estudios de la Salud), de Medellín, Colombia. Se consideraron como criterios de exclusión presentar obesidad a partir del indicador porcentaje de grasa de Jackson y Pollock >25% (14), ser deportista de alto nivel competitivo, tener alergia a la leche de vaca, y/o tener un consumo frecuente de medicamentos, suplementos nutricionales o presentar eventos médico-quirúrgicos que pudieran alterar los resultados del estudio.

Intervención: A los participantes se les prescribió un programa de entrenamiento de la fuerza estandarizado a una intensidad

del 70% de la Repetición Máxima (RM) de cada sujeto y se suministró un protocolo de suplementación con proteína whey aislada 25 g, leucina 5 g o la combinación de ambos, 25 g de proteína + 5 g de leucina, considerando la aleatorización realizada previamente a través del software EPIDAT 4.2. Los efectos de la intervención se midieron a través de la evaluación de la composición corporal por método DEXA y se aplicó el recordatorio de 24 horas de un día en semana y un día del fin de semana para evaluar el promedio de ingesta diario al inicio y al final del estudio. La evaluación de la composición corporal fue realizada en el Centro de Estudios Avanzados en Nutrición y Alimentación CESNUTRAL de la Facultad de Ciencias de la Nutrición y los Alimentos de la Universidad CES, Medellín, Colombia. Se programó a cada participante para que el día de la prueba DEXA no realizara actividad física 12 horas antes de la evaluación, los voluntarios se despojaron de joyas y accesorios y demás elementos metálicos externos, usando una bata quirúrgica desechable para dicha prueba.

Evaluación de la fuerza y prescripción del entrenamiento: Cada participante realizó un test de fuerza máximo por RM mediante la Ecuación Oconner^(20,21) con el fin de determinar la máxima intensidad de entrenamiento expresado en kilos. Cada sesión de entrenamiento fue de 5 series de 10 repeticiones cada una con un descanso completo de 1 minuto entre series. El RM se evaluó en la semana 0 para la prescripción del plan de entrenamiento, en la semana 6 para la progresión de este y en la semana 12 para evaluar el impacto de la

intervención. La prescripción del entrenamiento y la evaluación de la fuerza fue realizada por un entrenador del Gimnasio IPS CES Poblado de la Universidad CES, de título profesional en deporte. La prescripción individual del entrenamiento se realizó 6 ejercicios base, de los cuales 3 involucran músculos del segmento superior del cuerpo (pectoral, dorsal ancho y deltoides) y 3 del segmento inferior (cuádriceps, isquiotibiales y gastrocnemio). Las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo en las instalaciones del gimnasio IPS CES Poblado.

Protocolos de suplementación: Se suministró durante 12 semanas continuas la dosis y suplemento correspondiente a cada participante, para que fuera ingerido después de cada sesión de entrenamiento, reconstituido únicamente con agua. La posología seleccionada a cada protocolo fue determinada bajo dos parámetros: el primero que fueran dosis empleadas en investigaciones que han demostrado un efecto ergogénico^(10,22-24) y en segundo lugar que fuese una dosis similar a la forma en que se comercializan. La proteína whey aislada suministrada se adquirió en el laboratorio Bio Nutrition comercializada en 20 g de proteína por porción y la leucina se adquirió a granel en el laboratorio Smart Chemical. Las dosis de suplementación que se suministraron fueron: para el grupo “leucina” 5 g, para el grupo “proteína whey aislada + leucina” 25 g de proteína whey aislada con 5 g de leucina y el grupo “proteína” 25 g de proteína whey aislada.

Evaluación de la composición corporal: Las mediciones fueron realizadas por dos antropometristas certificados para el

manejo e interpretación del DEXA marca General Electric Lunar Prodigy. Todas las mediciones antropométricas se llevaron a cabo de acuerdo con los Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica publicados por (ISAK) 2019. El peso corporal fue medido con una báscula digital SECA 769 con una precisión de 0,1 kg; la estatura con un estadiómetro SECA 213 con una precisión de 0,1 cm. Las mediciones fueron realizadas en tres ocasiones: semana 0, semana 6 y semana 12. En las evaluaciones DEXA, se aplicó la metodología de cuerpo total del software ENCORE⁽²⁵⁾ del fabricante para la estimación de la composición corporal y se determinó la masa total, el contenido mineral óseo, la masa magra, la masa grasa en kilogramos y el porcentaje de grasa (%). Todas las mediciones fueron realizadas en la mañana entre las 7:00 y 9:00 horas, luego de al menos 6 horas de sueño. A cada participante se le indicó un reposo de al menos 24 horas de actividad física previo a la evaluación de la composición corporal, así como vaciar la vejiga y evitar realizar una comida copiosa 2 horas previas a la medición.

Evaluación de la ingesta: No se planteó ninguna restricción dietética durante el transcurso del estudio, ni se prescribió un plan de alimentación a los participantes; sin embargo, se les dio la instrucción de continuar con sus hábitos dietéticos cotidianos. Para efectos de seguimiento y análisis de resultados se evaluó la ingesta al inicio y al finalizar la intervención con un recordatorio de 24 horas.

Control de errores y sesgos: La asignación del tratamiento se realizó garantizando un

doble ciego para cada muestra; los suplementos se entregaron en la misma presentación en dosis individuales, el rotulado fue realizado por un tercero quien era el único que conocía la distribución de los suplementos entre los sujetos. Los posibles sesgos de selección se controlaron aplicando adecuadamente los criterios de inclusión, de exclusión y la utilizando de EPIDAT 4.2 en la aleatorización. El control de sesgos de la información se realizó mediante una prueba piloto en tres personas, con el fin de evaluar los procesos y formatos en la intervención, adicionalmente se llevó un registro de asistencia a los entrenamientos y se evaluó la ingesta al inicio y al final de la intervención con el fin de monitorear cambios en la alimentación que pudieran interferir sobre los resultados en composición corporal.

Análisis estadístico: Los descriptivos de las variables sociodemográficas, antropométricas y los cambios en la intervención se realizaron por medio del software estadístico SPSS licencia 21 Universidad CES. Para el análisis de las variables continuas se aplicaron pruebas de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk, aquellas con distribución normal se analizaron con media y desviación estándar y los de distribución no normal con mediana y rango intercuartílico. Las variables cualitativas se describieron por medio de frecuencias absolutas y relativas. Los cambios en la intervención se determinaron utilizando un alfa de referencia de $p < 0,05$, implementado pruebas estadísticas para muestras pareadas en la medición de seguimiento de la semana 6 y de la semana 12, aplicando

la prueba ANOVA pareada de comparativo de medias paramétricas con los estadísticos Traza de Pillai y Lambda de Wilks en el efecto del factor tiempo y Traza de Hotelling para el efecto del factor tiempo versus protocolo de suplementación; se determinaron las diferencias entre grupos y el comparativo de las medianas no paramétricas con el estadístico de la prueba de Friedman. El gráfico de diferencias de medias en composición corporal y fuerza se realizó en la librería ggplot 2 del paquete estadístico R. El comparativo de la ingesta calórica antes y después de la intervención se analizó a través de la prueba T de Student pareada.

Consideraciones éticas: El proyecto de investigación: “*Efectos de la suplementación con proteína del suero y leucina sobre la composición corporal en un grupo de personas expuestas a un entrenamiento de fuerza de 12 semanas evaluadas mediante DEXA*” fue aprobado por el Comité institucional de ética en investigación en humanos de la Universidad CES y realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki y las consideraciones éticas establecidas para la investigación con seres humanos enunciadas en la resolución colombiana 8430 de 1993. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes.

RESULTADOS

La edad de los participantes estaba comprendida entre los 18 y 40 años, todos manifestaron ser físicamente activos previos al estudio durante 13 meses o menos, todos residentes del área metropolitana del Valle de Aburrá, 9 de

ellos de nacionalidad colombiana y uno de ellos venezolana.

En la Tabla 1 se presentan las medias, desviaciones estándar, medianas y rangos intercuartílicos de las variables de composición corporal del método DEXA: masa total, masa magra, contenido mineral óseo y porcentaje de grasa evaluados en la semana 0, semana 6 y semana 12. Los resultados indicaron que no hubo cambios significativos ($p > 0,05$) inducidos por el entrenamiento de fuerza en las variables de composición corporal en los tres diferentes protocolos de suplementación. En las variables masa ósea, masa total y porcentaje de grasa, se resalta que, ni el efecto del factor (Tiempo), ni la interacción (Tiempo vs protocolo de suplementación) son significativos para generar diferencias entre las medias de las variables mencionadas (confirmado a través de la prueba de esfericidad de Mauchly), sin embargo, en la variable masa magra se observó que el factor tiempo sí presentó diferencias estadísticamente significativas al inicio y final de

la intervención en el grupo de suplementación con la mezcla de 25 gramos de proteína whey aislada y 5 gramos de leucina.

La Figura 1, ilustra la interacción de las medias de las variables de composición corporal evaluadas por DEXA expresadas en kilogramos de: masa total, masa magra, contenido mineral óseo, masa grasa y en porcentaje (%) el porcentaje de grasa de las 3 mediciones y entre los tres protocolos de suplementación suministrados. Es importante resaltar de ella que, las variables masa grasa y masa magra fueron las que presentaron una mayor tendencia a disminuir y aumentar respectivamente en los 3 grupos de suplementación. Los participantes del grupo de suplementación con la mezcla de 25 gramos de proteína whey aislada y 5 gramos de leucina tuvieron un incremento mayor de la masa magra en la semana 6 (medición 2) y de igual manera un incremento más moderado de esta misma variable al finalizar la intervención (medición 3).

Tabla 1. Valores de peso y composición corporal por protocolo de suplementación.

Prot + Leuc: Mezcla de proteína y leucina, T: Efecto del factor tiempo, T vs PS: Efecto del factor tiempo según protocolo de suplementación, ^a: Traza de pillai, Lamda de Wilks, ^b: Traza de Hotelling, Media ± DE: promedio y desviación estándar. NA: No aplica. *Masa Grasa (kg): Distribución no normal, análisis con mediana y rango intercuatílico, ^c:Friendman.

Variable	Grupo	Medición 1		Medición 2		Medición 3		ANOVA		T Student			
		Media (DE)	Mediana (Rango)	Media (DE)	Mediana (Rango)	Media (DE)	Mediana (Rango)	T	T vs PS	Δ	p - value	IC 95%	
								p - value	p - value			Inferior	Superior
Masa Total (Kg)	Leucina (n=3)	78,56 (12,96)	86,00 (22,50)	76,80 (11,68)	82,10 (21,5)	78,40 (11,88)	84,50 (21,3)	0,173 ^a	0,149 ^b	1,180	0,067	-0,103	2,463
	Prot + Leuc (n=3)	80,10 (5,97)	83,50 (10,40)	81,80 (6,88)	85,00 (12,60)	81,93 (6,50)	83,80 (12,6)						
	Proteína (n=4)	79,62 (24,39)	71,70 (54,70)	79,77 (24,25)	71,60 (54,00)	81,32 (25,91)	72,60 (57,20)						
Masa Magra (Kg)	Leucina (n=3)	59,53 (9,63)	64,82 (16,96)	58,75 (9,45)	63,71 (16,83)	60,35 (9,52)	64,92 (17,32)	0,045 ^a	0,519 ^b	1,426	0,019	0,292	2,560
	Prot + Leuc (n=3)	56,09 (6,00)	55,05 (11,87)	58,08 (6,31)	55,42 (11,76)	58,69 (7,23)	55,49 (13,36)						
	Proteína (n=4)	58,22 (12,66)	54,23 (28,77)	57,89 (10,45)	54,48 (23,61)	59,23 (11,57)	55,66 (26,01)						
Contenido Mineral Óseo (Kg)	Leucina (n=3)	3,09 (0,64)	2,98 (1,28)	3,06 (0,57)	2,98 (1,28)	3,09 (0,62)	2,97 (1,22)	0,878 ^a	0,708 ^b	0,003	0,737	-0,024	0,017
	Prot + Leuc (n=3)	3,05 (0,50)	2,96 (0,99)	3,05 (0,51)	2,96 (0,99)	3,03 (0,46)	2,97 (0,92)						
	Proteína (n=4)	2,79 (0,42)	2,72 (1,00)	2,80 (0,40)	2,72 (1,00)	2,80 (0,41)	2,72 (0,96)						
*Masa Grasa (Kg)	Leucina (n=3)	15,91 (2,88)	16,88 (5,52)	14,98 (2,15)	14,68 (4,27)	14,94 (2,80)	14,00 (5,37)	0,273 ^c	NA	0,253	0,681	-1,604	1,097
	Prot + Leuc (n=3)	20,95 (4,45)	19,58 (8,58)	20,65 (5,49)	17,62 (9,64)	20,20 (4,77)	18,14 (8,86)						
	Proteína (n=4)	18,61 (11,38)	14,74 (24,93)	19,07 (13,44)	14,32 (29,47)	19,27 (13,94)	14,16 (30,22)						
% de Grasa	Leucina (n=3)	20,20 (0,79)	19,90 (1,50)	19,56 (1,44)	20,30 (2,60)	19,10 (2,26)	19,70 (4,40)	0,205 ^a	0,919 ^b	0,840	0,133	-1,992	0,312
	Prot + Leuc (n=3)	26,16 (5,12)	26,70 (5,10)	25,23 (5,89)	23,50 (11,40)	24,70 (5,71)	24,30 (11,40)						
	Proteína (n=4)	21,92 (6,39)	20,40 (13,80)	22,00 (8,37)	19,80 (18,60)	21,75 (8,31)	19,30 (18,20)						

Efectos de la proteína whey, leucina y entrenamiento de fuerza en la composición corporal

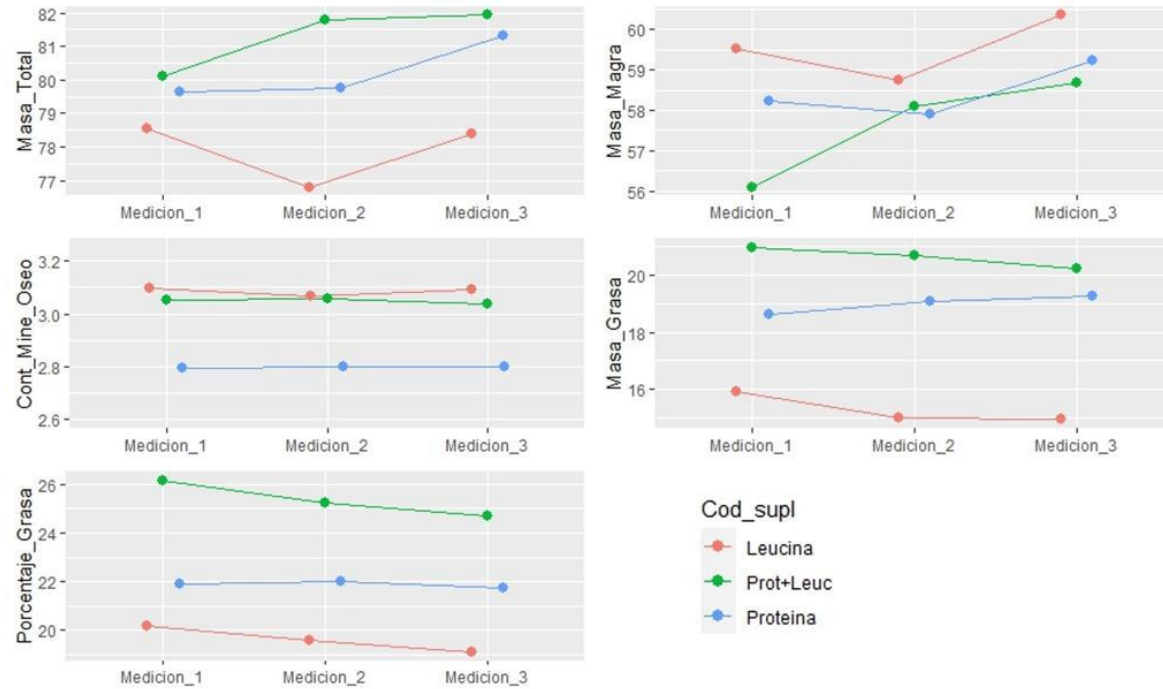


Figura 1. Diferencias entre las variables de composición corporal por protocolos de suplementación en las 3 mediciones.

Diferencias en las medias masa total, contenido mineral óseo (Cont_Mine_Oseo), masa magra, masa grasa y porcentaje de grasa, determinados mediante DEXA, observados en los grupos suplementados con Leucina (líneas rojas), Proteína + Leucina (líneas verdes) y Proteína (líneas azules). Los datos son presentados como media.

En la Tabla 2, se observan los cambios en la fuerza del segmento superior, analizado con la prueba de RM para dorsal ancho entre los diferentes protocolos de suplementación, que muestra que el efecto de la interacción (Tiempo vs Protocolo de suplementación) no es significativo para generar diferencias entre las medias de la fuerza RM dorsal ancho, sin embargo el factor tiempo si presento diferencias estadísticamente significativas de ganancia de fuerza en este musculo antes (semana 0) y después (semana 12) de la intervención en los tres grupos de suplementación.

En la Tabla 3 se observan los cambios en la fuerza del segmento inferior, analizado con la prueba de RM para cuádriceps entre los diferentes protocolos de suplementación donde ni el factor tiempo ni el Tiempo vs Protocolo de suplementación presentaron cambios significativos entre las medias de la fuerza RM cuádriceps en los tres protocolos de suplementación entre el inicio y el final de la intervención.

En la Figura 2 se presentan las diferencias entre las medias de la prueba de RM en los músculos dorsal ancho y cuádriceps en las tres mediciones según el protocolo de suplementación. Para la prueba de RM del músculo dorsal ancho, se puede observar una tendencia marcada al aumento de la fuerza en kg entre la semana 6 y 12 en los grupos de suplementación con leucina y proteína

whey aislada consumidos de manera independiente. La prueba de RM de cuádriceps presentó una tendencia al aumento más homogénea entre la semana 6 y 12 en los tres grupos de suplementación.

La Tabla 4 muestra el análisis de la evaluación de la ingesta calórica del recordatorio de 24 horas de un día en semana y un día de fin de semana. Los resultados indicaron que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el promedio de calorías ingeridas entre el inicio y el final de la intervención en los tres grupos de suplementación. El cambio reportado en la ingesta dietética entre semana de los participantes antes y después de la intervención fue de -38 kilocalorías, +7 kilocalorías y + 517 kilocalorías en los grupos de suplementación con: leucina, la mezcla de proteína whey aislada con leucina y proteína whey aislada respectivamente. Solo el grupo de suplementación con leucina reportó consumir menos kilocalorías en el fin de semana, -167 kcal con respecto al consumo promedio de kilocalorías entre semana. El aporte de proteína en la ingesta dietética en promedio fue de 91 g/día y de 1,5 g/kg/peso al inicio de la intervención y 119 g/día y 1,6 g/kg/peso al finalizar la intervención asociado a las dosis suministradas por protocolo de suplementación.

Tabla 2. Cambios en la fuerza del segmento superior -dorsal ancho- entre protocolos de suplementación.

Protocolo suplementación	Medición 1		Medición 2		Medición 3		ANOVA		T Student			
	Media (DE)	Mediana (rango)	Media (DE)	Mediana (rango)	Media (DE)	Mediana (rango)	Tiempo	Tiempo vs Protocolo	Δ	p - value	IC 95%	
							p - value	p - value			Inferior	Superior
Leucina (n=3)	72 (16,8)	66 (32)	79 (15,5)	80 (31)	144,7 (15,3)	153 (27)	0,144	0,576	46,8	0,009	14,96	78-63
Prot + Leuc (n=3)	71 (8,9)	68 (17)	76 (9,2)	78 (18)	76 (67,3)	100 (128)						
Proteína (n=4)	79 (17)	73 (38)	85,3 (20,8)	79 (47)	137,8 (137,8)	137,8 (50,5)						

Prot + Leuc: Mezcla de proteína y leucina, T: Efecto del factor tiempo, T vs PS: Efecto del factor tiempo según protocolo de suplementación, ^a: Traza de Pillai, Lamda de Wilks, ^b: Traza de Hotelling. Los valores de las mediciones están expresados en Kilogramos para media y mediana.

Tabla 3. Cambios en la fuerza del segmento inferior –cuádriceps- entre protocolos de suplementación.

Protocolo suplementación	Medición 1		Medición 2		Medición 3		ANOVA		T Student			
	Media (DE)	Mediana (rango)	Media (DE)	Mediana (rango)	Media (DE)	Mediana (rango)	Tiempo	Tiempo vs Protocolo	Δ	p - value	IC 95%	
							p - value	p - value			Inferior	Superior
Leucina (n=3)	96,3 (22,1)	102 (43)	103,3 (23,1)	106 (46)	223,75 (71,46)	201,25 (137,5)	0,144	0,576	99,51	0,041	5,04	193,97
Prot + Leuc (n=3)	113 (3,5)	115 (6)	107,3 (46,6)	128 (86)	165,83 (183,21)	135 (362,5)						
Proteína (n=4)	85 (7,2)	85,5 (15)	123,5 (22,8)	117,5 (51)	198,59 (157,64)	148,13 (341,9)						

Prot + Leuc: Mezcla de proteína y leucina, T: Efecto del factor tiempo, T vs PS: Efecto del factor tiempo según protocolo de suplementación, ^a: Traza de Pillai, Lamda de Wilks, ^b: Traza de Hotelling. Los valores de las mediciones están expresados en Kilogramos para media y mediana.

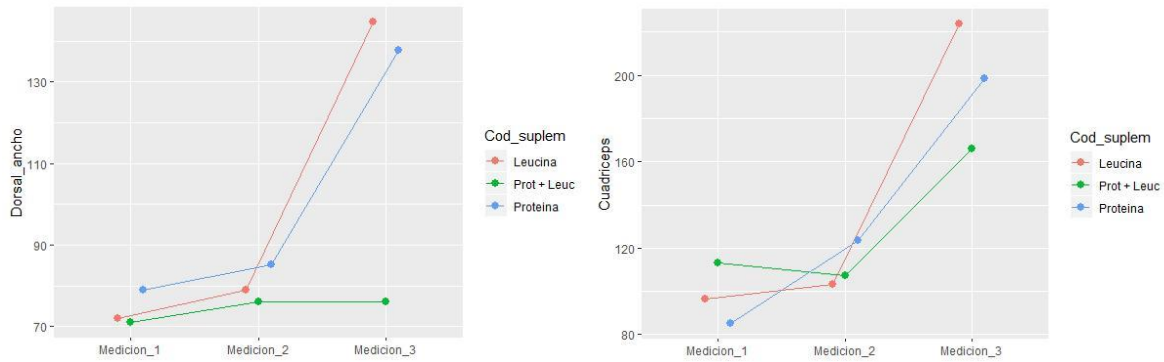


Figura 2. Diferencias entre las variables de fuerza (segmento superior e inferior) por protocolos de suplementación en las 3 mediciones.

Diferencias en las medias de la prueba RM para los músculos dorsal ancho y cuádriceps observados en los grupos suplementados con Leucina (líneas rojas), Proteína + Leucina (líneas verdes) y Proteína (líneas azules). Los datos son presentados como media.

Tabla 4. Evaluación de la ingesta calórica al inicio y final de la intervención.

Protocolo de suplementación	Momento	Consumo en semana*	Cambio consumo en semana*	p - value	Consumo fines de semana*	Cambio consumo fines de semana*	p - value
Leucina (n=3)	Medición 1	2317 (244)			2502 (583)		
	Medición 3	2279 (225)	- 38	0,176	2669 (516)	- 167	0,525
	Promedio	2298 (211)			2585 (501)		
Prot + leuc (n=3)	Medición 1	2024 (503)			2262 (690)		
	Medición 3	2031 (1036)	+ 7	0,986	3014 (631)	+ 752	0,271
	Promedio	2028 (728)			2638 (720)		
Proteína (n=4)	Medición 1	1802 (25)			2381 (417)		
	Medición 3	2319 (1036)	+ 517	0,396	2866 (464)	+ 485	0,322
	Promedio	2061 (733)			2623 (483)		

* Consumo alimentario expresado en Kcal con estadístico de media y desviación estándar.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que 12 semanas de entrenamiento de la fuerza y suplementación con leucina, proteína o la mezcla de ambas no representan cambios estadísticamente significativos entre los 3 protocolos sobre las variables de composición corporal del DEXA (masa magra, contenido mineral óseo y porcentaje de grasa) obtenidos en estos sujetos físicamente activos; sin embargo, se encontraron diferencias con significancia estadística en la variable masa magra en el factor tiempo antes y después de la intervención.

Los hallazgos en relación con el comportamiento del contenido mineral óseo son los esperados dado que los procesos de formación y resorción ósea en adultos sanos (18-45 años) son estables, razón por la cual no hubo pérdidas ni ganancias significativas en esta variable a pesar de la intensidad y el volumen del entrenamiento⁽²⁶⁾. Se ha informado que la actividad física proporciona efectos positivos sobre la masa ósea, pero los resultados de esta investigación sugieren que las intervenciones menores a 12 semanas no son suficientes para ver estos cambios^(27,28).

Respecto a la variable masa magra, estudios previos que han investigado los efectos de suplementos de proteína de diferentes fuentes y/o aminoácidos como la leucina, demuestran resultados ambiguos frente a los cambios sobre la composición corporal en un programa de entrenamiento de la fuerza⁽⁸⁾. Un estudio de 8 semanas de entrenamiento de fuerza y suplementación con proteína de huevo o

leucina no reportó cambios significativos inducidos por el entrenamiento sobre la composición corporal y un estudio similar a este de 12 semanas de entrenamiento de fuerza y suplementación con leucina, proteína whey aislada y proteína de soya concluyó que la suplementación no proporciona un beneficio en el aumento de la masa magra o la fuerza del músculo esquelético por encima del grupo placebo⁽²⁹⁾; sin embargo, en biopsias realizadas en estos estudios se encontró que la suplementación con proteína whey aislada aumenta el número de células satélite lo que sugiere que este fenómeno puede promover adaptaciones del entrenamiento o ganancia de masa magra favorables en periodos más prolongados. Ensayos clínicos como el de Colker et al.⁽³⁰⁾ en el que suministraron proteína whey aislada o la combinación de proteína whey aislada, glutamina y aminoácidos de cadena ramificada sí reportaron incrementos estadísticamente significativos en la masa libre de grasa en el grupo de suplementación con proteína whey aislada y adición de aminoácidos, es de anotar que en dicha investigación la ingesta dietética fue controlada por un nutricionista dietista y la prescripción proteica fue de 1,6 g/kg/día de proteína en ambos grupos. Los resultados de otro ensayo también muestran incrementos en masa magra con un suplemento de 22g de proteína whey aislada en comparación a otras fuentes de proteínas⁽³¹⁾.

Aunque la suplementación con proteína whey aislada parece tener efectos favorables sobre la composición corporal la suplementación con leucina de forma aislada parece ser débil en el mejor de los

casos. Esta investigación pretendió evaluar a su vez el efecto de la suplementación con leucina y el entrenamiento de fuerza, dado que es un aminoácido protagónico en la señalización para aumentar la síntesis de proteínas musculares, se ha pensado durante mucho tiempo que la suplementación con leucina puede mejorar la síntesis de proteínas musculares y, por lo tanto, el crecimiento en respuesta a la nutrición y el ejercicio. Sin embargo, se han realizado pocos estudios en los que se haya suministrado la leucina de forma aislada⁽³²⁾. Un meta análisis publicado en 2015 concluye que la leucina sí tiene efecto sobre la masa muscular y su función en población de edad avanzada (≥ 65 años) con sarcopenia⁽³²⁾ y una revisión bibliográfica publicada en 2017 afirmó que los suplementos de proteína podrían tener un efecto positivo en el aumento del rendimiento y la masa muscular, pero hacen falta más estudios para esclarecer su posible beneficio sobre la composición corporal, la fatiga, la atenuación y reducción del dolor y daño muscular⁽¹⁶⁾.

Si bien esta intervención no presentó diferencias significativas entre protocolos de suplementación en las variables analizadas para composición corporal, es de resaltar que el tamaño del efecto en la ganancia total de kilogramos de masa magra posterior a la intervención fue mayor en el grupo “*proteína whey aislada + leucina*” con un incremento de 2,51 kg, mientras que en los grupos Leucina y Proteína fue de 0,82 kg y de 0,98 kg respectivamente, para los nutricionistas, esta ganancia representa un incremento importante sobre la compo-

sición corporal de una persona físicamente activa y dan una orientación positiva de la eficacia de la suplementación combinada de proteína whey aislada con leucina.

El cambio reportado en la ingesta dietética entre semana de los participantes fue de -38 kilocalorías, +7 kilocalorías y + 517 kilocalorías en los grupos de suplementación con: leucina, la mezcla de proteína whey aislada con leucina y proteína whey aislada respectivamente y aunque el consumo calórico no presentó diferencias estadísticamente significativas al inicio y al finalizar la intervención, es importante resaltar que la literatura ha reportado que un incremento en la ingesta calórica de un promedio de 500 kilocalorías por encima del Gasto Energético Total podría resultar en un aumento de una libra de masa corporal, factor que pudo contribuir a la ganancia de masa magra promedio del grupo de suplementación con proteína whey aislada que fue de 1,1 kilogramos en total^(33,34).

En relación con las variables masa grasa y porcentaje de grasa, los resultados de este estudio coinciden con los hallazgos de otras intervenciones. En una revisión bibliográfica publicada en 2017 los autores manifiestan que al parecer no existen cambios significativos entre la mejora de la composición corporal y la ingesta de suplementos de proteína y/o aminoácidos, aunque hubo reportes de una ligera disminución de la masa grasa, este comportamiento se mantuvo durante los 9 meses de la intervención, sin diferencias entre los grupos de proteína y el grupo de carbohidratos. Esta disminución, por lo tanto, se puede deber al estímulo del entrenamiento^(16,31).

Por último, con respecto a las variables analizadas para la fuerza, tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes protocolos de suplementación, resultados que coinciden con los hallados en otros estudios en los que administraron 3g de leucina⁽³⁵⁾; sin embargo, es de resaltar que en el presente estudio el grupo de suplementación con leucina obtuvo mayores ganancias en la pruebas de RM con una incremento de 73 kg en dorsal ancho y 105 kg en cuádriceps entre la primera medición (semana 0) y la medición final (semana 12), en comparación con los demás grupos, situación que representa cambios importantes para el desarrollo de la fuerza en este periodo de tiempo.

Esta investigación tuvo limitaciones que deben de tenerse en cuenta a la hora de dar las conclusiones: en la prueba de RM se hicieron cambios en los ejercicios de progresión de la semana 6 (conservando los mismos grupos musculares), debido a que las máquinas utilizadas para los ejercicios de extensión de rodilla, pantorrilla máquina inclinada y press pecho máquina sentado, presentaban un peso insuficiente para la fuerza máxima de algunos de los participantes en los músculos cuádriceps, gastrocnemio y pectoral, respectivamente.

La ingesta dietética no fue controlada con el fin de simular prácticas usuales de suplementación en personas físicamente activas, además de intentar sustentar si la ingesta de estos suplementos por sí solo genera o no los efectos atribuidos a este en cuanto a composición corporal⁽³⁵⁾. Para disminuir el conflicto de

los resultados en los efectos de suplementos de proteína y/o aminoácidos como la leucina se propone continuar con este tipo de investigaciones y proceso metodológico en diferentes grupos de edad, incluyendo ambos sexos que permitan determinar los cambios en la composición corporal por sexo y ciclo vital en intervenciones de más de 12 semanas de duración (29).

AGRADECIMIENTOS

A los participantes del estudio, a los colaboradores en el desarrollo de este.

Fuentes de financiamiento: Universidad CES.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés. Las marcas de suplementos empleadas no realizan financiación económica, ni tienen relación personal con los investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Toselli S. Body Composition and Physical Health in Sports Practice: An Editorial. IJERPH. el 24 de abril de 2021;18(9):4534.
2. Vaquero-Cristóbal R, Albaladejo-Saura M, Luna-Badachi AE, Esparza-Ros F. Differences in Fat Mass Estimation Formulas in Physically Active Adult Population and Relationship with Sums of Skinfolds. IJERPH. el 23 de octubre de 2020;17(21):7777.
3. Han H, Sharma Y, Zan G, Wu Z, Wang S, Wu Y, et al. Preliminary research on body composition measurement using X-ray phase contrast imaging. Phys Med. agosto de 2018;52:1-8.

4. Silva AM. Structural and functional body components in athletic health and performance phenotypes. *Eur J Clin Nutr.* febrero de 2019;73(2):215–24.
5. Esparza-Ros F, Raquel Vaquero-Cristóbal. *Antropometría: Fundamentación para la aplicación e interpretación.* Primera edición: 2023. Aula Magna; 2023.
6. Housh TJ, Johnson GO, Beck TW, Housh DJ, Malek MH, Mielke M, et al. *PubliCE.* 2009 [citado el 16 de noviembre de 2018]. Efecto de la Suplementación con Proteínas de Suero y Leucina sobre la Fuerza y Resistencia Muscular y sobre la Composición Corporal durante el Entrenamiento de Sobrecarga - *Ciencias del Ejercicio.* Disponible en: <https://g-se.com/efecto-de-la-suplementacion-con-proteinas-de-suero-y-leucina-sobre-la-fuerza-y-resistencia-muscular-y-sobre-la-composicion-corporal-durante-el-entrenamiento-de-sobrecarga-1239-sa-F57cfb271db8df>
7. *Lineamientos de Política Pública en Ciencias del Deporte en Nutrición.* Bogotá, D.C.: COLDEPORTES; 2015. 403 p.
8. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Coburn JW, Beck TW, Donlin PE, et al. *PubliCE.* 2006 [citado el 16 de noviembre de 2018]. Efectos de la Suplementación con Leucina y Proteínas de Huevo durante 8 Semanas de Entrenamiento de Sobrecarga Unilateral - *G-SE / Editorial Board / Dpto. Contenido.* Disponible en: <https://g-se.com/efectos-de-la-suplementacion-con-leucina-y-proteinas-de-huevo-durante-8-semanas-de-entrenamiento-de-sobrecarga-unilateral-743-sa-157cfb2717deae>
9. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* el 1 de agosto de 2018;15(1):38.
10. Hector AJ, Phillips SM. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* marzo de 2018;28(2):170–7.
11. Kimball SR, Jefferson LS. Signaling Pathways and Molecular Mechanisms through which Branched-Chain Amino Acids Mediate Translational Control of Protein Synthesis. *The Journal of Nutrition.* enero de 2006;136(1):227S-231S.
12. Marinangeli CPF, House JD. Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. *Nutrition Reviews.* el 1 de agosto de 2017;75(8):658–67.
13. Berrazaga I, Micard V, Gueugneau M, Walrand S. The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. *Nutrients.* el 7 de agosto de 2019;11(8):1825.
14. Andersen LL, Tufekovic G, Zebis MK, Cramer RM, Verlaan G, Kjaer M, et al. The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle fiber size and muscle strength. *Metab Clin Exp.* febrero de 2005;54(2):151–6.
15. Farup J, Rahbek SK, Vendelbo MH, Matzon A, Hindhede J, Bejder A, et al. Whey protein hydrolysate augments tendon and muscle hypertrophy independent of resistance

- exercise contraction mode: Whey protein and tissue hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*. octubre de 2014;24(5):788–98.
16. Rabassa-Blanco J, Palma-Linares I. Efectos de los suplementos de proteína y aminoácidos de cadena ramificada en entrenamiento de fuerza: revisión bibliográfica. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. el 4 de abril de 2017;21(1):55–73.
 17. Richard B. Kreider. *Principios Del Ejercicio Y la Nutrición Deportiva: De la Ciencia a la Práctica*. 2019. 479 p.
 18. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat TM, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. el 3 de enero de 2017;14(1):20.
 19. Moore DR. Maximizing Post-exercise Anabolism: The Case for Relative Protein Intakes. *Front Nutr*. el 10 de septiembre de 2019;6:147.
 20. Jiménez Gutiérrez A. Application of the 1RM estimation formulas from the RM in bench press in a group of physically active middle-aged women. *jhse*. 2008;3(1):10–22.
 21. Martínez-Cava A. Análisis de la validez de las ecuaciones de estimación del 1RM con técnica de parada: una nueva propuesta Validity of the 1RM estimation equations with stop technique: a new approach. 2017;6:13.
 22. Kerksick CM, Arent S, Schoenfeld BJ, Stout JR, Campbell B, Wilborn CD, et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. el 3 de enero de 2017;14(1):33.
 23. Phillips SM. Gatorade Sports Science Institute. [citado el 12 de febrero de 2019]. Protein Consumption and Resistance Exercise: Maximizing Anabolic Potential. Disponible en: <http://www.gssiweb.org:80/sports-science-exchange/article/sse-107-protein-consumption-and-resistance-exercise-maximizing-anabolic-potential>
 24. Greenwood M, Cooke MB, Ziegenfuss T, Kalman D, Antonio J, editores. *Nutritional supplements in sports and exercise*. Second edition. Cham: Springer; 2015. 385 p.
 25. Plataforma de software enCORE| GE HealthCare [Internet]. [citado el 17 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://latam.gehealthcare.com/products/bone-and-metabolic-health/encore-software-platform>
 26. Gabr SA. Comments: “Influence of physical training on bone mineral density in healthy young adults: a systematic review”. *Rev Assoc Med Bras*. agosto de 2019;65(8):1107–8.
 27. Barberán M. M, Campusano M. C, Trincado M. P, Oviedo G. S, Brantes G. S, Sapunar Z. J, et al. Recomendaciones para el uso correcto de densitometría ósea en la práctica clínica. Consenso de la Sociedad Chilena de Endocrinología y Diabetes. *Rev méd Chile*. diciembre de 2018;146(12):1471–80.
 28. Baker BS, Buchanan SR, Black CD, Bembien MG, Bembien DA. Bone, Biomarker, Body Composition, and Performance Responses to 8 Weeks of Reserve Officers’ Training Corps Training. *J Athl Train*. el 1 de junio de 2022;57(6):571–80.
 29. Mobley CB, Haun CT, Roberson PA, Mumford PW, Romero MA, Kephart WC, et al. Effects of Whey, Soy or Leucine Supplementation with 12 Weeks of Resistance Training on

- Strength, Body Composition, and Skeletal Muscle and Adipose Tissue Histological Attributes in College-Aged Males. *Nutrients*. el 4 de septiembre de 2017;9(9).
30. Colker C, Swain M, Fabrucini B, Shi Q, Kalman D. Effects of supplemental protein on body composition and muscular strength in healthy athletic male adults. *Current Therapeutic Research-clinical and Experimental - CURR THER RES*. el 31 de enero de 2000;61:19–28.
31. Volek JS, Volk BM, Gómez AL, Kunces LJ, Kupchak BR, Freidenreich DJ, et al. Whey protein supplementation during resistance training augments lean body mass. *J Am Coll Nutr*. 2013;32(2):122–35.
32. Gorissen SHM, Phillips SM. Branched-Chain Amino Acids (Leucine, Isoleucine, and Valine) and Skeletal Muscle [Internet]. Elsevier; 2019 [citado el 17 de agosto de 2023]. p. 283–98. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128104224000166>
33. Wolinsky I. *Nutrition in Exercise and Sport* [Internet]. 3a ed. Boca Raton: CRC Press; 2022 [citado el 17 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9780367813499>
34. Hickson JF, Wolinsky I, Pivarnik JM. Repeated days of bodybuilding exercise do not enhance urinary nitrogen excretions from untrained young adult males. *Nutrition Research*. julio de 1990;10(7):723–30.
35. Komar B, Schwingshackl L, Hoffmann G. Effects of leucine-rich protein supplements on anthropometric parameter and muscle strength in the elderly: a systematic review and meta-analysis. *J Nutr Health Aging*. abril de 2015;19(4):437–46.