

Perfil de aminoácidos y tejido muscular en personas veganas y ovolactovegetarianas

Henao Ramos Laura María, Styles Gallego Luisa María¹, Diazgranados Doricela²

Resumen:

La implementación de la dieta vegana y ovolactovegetariana en personas activas ha cobrado importancia en los últimos tiempos, debido a los beneficios que estas atribuyen a la salud; sin embargo, aún no existe mucha evidencia que demuestre la relación de estas dietas con el cumplimiento del perfil de aminoácidos y, por ende, el aumento del tejido muscular requerido en prácticas deportivas de exigencia moderada a intensa. Por tanto, este estudio tiene como objetivo establecer por medio de una revisión sistemática si existen diferencias entre la síntesis de masa muscular entre personas activas que consuman una dieta vegana u ovolactovegetariana. Para esta revisión, se tuvieron en cuenta artículos científicos publicados en los últimos 10 años, en de inglés y español, empleando bases de datos registradas, como PubMed, ScienceDirect, Scopus, y no registradas, como LA Reference, EBSCO y BVS. Finalmente, se encontraron cuatro artículos que proporcionaban información que cumplía con todos los criterios de inclusión y exclusión. Se puede concluir que ambas dietas sí poseen la capacidad de generar una síntesis proteica óptima para actividades deportivas y práctica de actividad física de intensidad leve y moderada; sin embargo, la dieta ovolactovegetariana tiene la ventaja que permite incluir alimentos que cuentan con perfil de aminoácidos completos y, por ello, parece estar más adecuada al ejercicio físico regular.

Palabras clave: dieta vegana, vegetariana, veganos, dietas basadas en plantas, ejercicio, actividad física, rendimiento deportivo, adulto.

1 Estudiantes del programa de Nutrición y Dietética. Universidad Libre Seccional Pereira.

2 Profesor del programa de Nutrición y Dietética. Universidad Libre Seccional Pereira

Amino acid profile and muscle tissue in vegans and lacto-ovo vegetarians

Abstract:

The implementation of the vegan and lacto-ovo vegetarian diet in active people have gained importance in recent times, due to the benefits they attribute to health, however, there is still not much evidence to demonstrate the relationship of these diets with the fulfillment of the amino acid profile and therefore in the increase of muscle tissue required in sports practices of moderate to intense demand. Therefore, this study aims to establish by means of a systematic review if there are differences between the syntheses of muscle mass between physically active people who consume a vegan or lacto-ovo vegetarian diet. For this review, scientific articles published in the last ten years, in English and Spanish languages, were taken into account, using registered databases such as: PubMed, ScienceDirect, Scopus, not registered as LA Reference, EBSCO and VHL. Finally, we found four articles that provided information that met all the inclusion and exclusion criteria. It can be concluded that both diets do have the ability to generate an optimal protein synthesis for sports activities and practice of physical activity of mild and moderate intensity, however, the lacto-ovo vegetarian diet has the advantage that allows to include foods that have a complete amino acid profile and therefore seems to be more appropriate to regular physical exercise.

Keywords: vegan diet, vegetarian, vegans, exercise, plant-based diets, physical activity, sports performance, adult.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la sociedad ha optado por llevar un estilo de vida en el que se excluye el consumo de alimentos de origen animal, ya sea por razones religiosas, éticas, filosóficas, cuidado del medio ambiente,^{1,2} preservar la vida de los animales y, además, mejorar su estado de salud.^{3,4,5} Existen diversas formas de llevar a cabo la dieta vegetariana, pero el concepto nace del término inglés *plant-based diet*, que implica una dieta basada en alimentos de origen vegetal.⁶ Cabe resaltar que este artículo está enfocado en población adulta (18-59 años, 11 meses y 29 días) que sean activos.

La dieta vegetariana se define como aquella que no incluye carne (incluso carnes de res, aves, pescados), mariscos, o productos derivados de los de origen animal; esta es la dieta vegana que es exclusivamente a base de plantas y no incluye ninguno de los alimentos mencionados. La ovolactovegetariana excluye también las carnes, pero permite el consumo de productos lácteos, como el yogur, el queso y los huevos.⁷ Teniendo en cuenta la clasificación anterior, los vegetarianos pueden ser veganos u ovolactovegetarianos.

Según la actualización de los datos de la revista *Vegetus* sobre el porcentaje de vegetarianos en la población española, se encontró que para 2021 el 13 % de los españoles son vegetariana.⁸ Por otra parte, en Estados Unidos, el 5 % se reportaron vegetarianos y el 2 % veganos.^{9,10,11}

En esta población con dietas especiales y por sus características, la constante evidencia ha permitido identificar los aspectos que debe cumplir esta población en cuanto a la alimentación, principalmente en el cumplimiento del perfil apropiado de aminoácidos para un adecuado estado nutricional. Por esto, se recalca en la actualidad la importancia de contar con un profesional enfocado en nutrición y suplementación.^{12,13,14,15}

Es necesario mencionar que existen unos aminoácidos que son limitantes en estos patrones de dieta, principalmente la lisina, metionina, isoleucina, treonina y triptófano, entre estos aminoácidos la lisina es la que menos se encuentra incluida en los cereales, pero en otros alimentos como las legumbres contienen niveles altos de este aminoácido y de leucina.¹⁶ Por otra parte, la Academy of Nutrition and Dietetics menciona que es importante realizar mezclas adecuadas de alimentos (legumbres y semillas) y realizar un consumo de proteínas de origen vegetal para alcanzar los requerimientos de proteínas y aminoácidos esenciales y ramificados (leucina, isoleucina y valina), estos últimos son muy importantes, ya que promueven el aumento de masa muscular, incrementan la hormona de crecimiento en sangre y reducen el daño muscular generado por el ejercicio, así como los niveles de ácido láctico. Los alimentos con mayor aporte de estos aminoácidos ramificados son productos lácteos, huevos y cereales (arroz, avena y maíz).^{17,18,19}

Teniendo presente esta información, es importante mencionar el papel tan relevante que cumple el músculo esquelético en la práctica de la actividad física, ya que es un tejido que representa el 30-40 % de la masa corporal total en personas sanas y contiene aproximadamente el 75 % de todas las proteínas corporales. El músculo realiza una serie de funciones esenciales:

- a) Es el principal determinante del gasto energético.
- b) Ayuda en el mantenimiento de la termogénesis;
- c) Es un almacén de aminoácidos e hidratos de carbono;
- d) Permite la unión entre diferentes tejidos y órganos para la disposición de sustratos, favoreciendo la conexión metabólica del tejido adiposo y el hígado, así como la homeostasis energética;
- e) Órgano endocrino que produce miocinasas, las cuales intervienen en la interacción entre varios órganos.^{16,20}

El músculo se divide en tres tipos: el primero es el músculo esquelético, el cual está a cargo del sistema nervioso autónomo (SNA) y se muestra con un aspecto estriado. Este está unido al hueso por medio de fibras de colágeno y conforma los tendones; los otros dos tipos que existen son el músculo liso y el músculo cardíaco.^{16,21}

Se puede resaltar que el músculo esquelético está compuesto por varios tipos de fibras musculares, las cuales se caracterizan por estar presentes de acuerdo con la actividad física que hace el individuo. Las fibras tipo 1 (fibras rojas) se diferencian por ser pequeñas, delgadas y tener gran cantidad de mitocondrias, son resistentes a la fatiga, pero limitan la fuerza. Las fibras tipo 2 (fibras intermedias) se caracterizan por tener un alto porcentaje de glucógeno, mitocondrias y mioglobina; permiten la contracción rápida e intensa, y son resistentes a la fatiga muscular. Las fibras tipo 2- b (fibras blancas) se destacan por tener un mayor tamaño; al contrario de las anteriores, tienen menor cantidad de mioglobinas y mitocondrias, pero con una mayor cantidad de glucógeno.²¹

La hipertrofia está definida como el incremento del tamaño de las fibras musculares individuales, es el modo principal en el que se da el crecimiento muscular. Para impulsar este resultado, es necesario implementar un entrenamiento de resistencia que influye directamente en la mejora de la fuerza muscular y del hueso, y mejora el rendimiento deportivo.²¹ Por otra parte, la fuerza está definida como la capacidad que tiene un grupo muscular en mantener o ejecutar ejercicios físicos con cargas o sobrecargas;²² por ende, la masa muscular depende del equilibrio entre la síntesis y la degradación, que se pueden ver alterados por estado nutricional, actividad física, equilibrio hormonal y presencia de enfermedades, entre otros.^{22,23}

La actividad física se puede clasificar en dos formas: moderada (150-300 min/sem) y vigorosa (75 min/sem); además, se estipula que la actividad de fuerza muscular y ósea se realiza 2 veces a la semana.⁹ Y haciendo una comparación con la clasificación que hay para Colombia, una persona es físicamente activa cuando realiza actividades físicas moderadas o vigorosas periódicamente (PAL de 1,7).²⁴ Por otra parte, se debe mencionar a la población categorizada como sedentarios, los cuales no cumplen con los mínimos 30 min diarios de ejercicio o los 600 m/min/sem, enfocándose en actividades como dormir, ver televisión y leer, entre otras.²⁴

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, es importante hacer una relación de estas, ya que se complementan. Por un lado, la actividad física constante puede favorecer el aumento del músculo esquelético debido a que promueve la hipertrofia de la fibra del músculo, esto se presenta por el equilibrio de las proteínas musculares y las células satélites presentes en la fibra muscular esquelética; es necesario mencionar que la proteína muscular aumenta cuando la síntesis es mayor a su degradación de esta.^{22,23,25,26}

Cabe resaltar que es factible realizar este estudio, que es de gran importancia, por el auge que están tomando estas dietas, sobre todo, en las personas activas. Por esto, se considera un estudio innovador, que pretende realizar un análisis del aporte de nutrientes en dietas especiales y cómo se deben llevar a cabo, teniendo en cuenta

que sin una correcta asesoría se pueden presentar deficiencias al tratar de cubrir las necesidades nutricionales aumentadas por la práctica física regular.

MÉTODOS

Esta revisión tiene como objetivo responder la siguiente pregunta problema: ¿existe evidencia científica que correlacione la síntesis proteica del tejido muscular y la dieta vegana y ovolactovegetariana en vegetarianos activos? Se definieron entonces los siguientes objetivos de la revisión:

- Indagar por medio de una revisión sistemática si existen diferencias entre la síntesis de masa muscular entre personas activas que consuman una dieta vegana u ovolactovegetariana.
- Distinguir a través de la información disponible las diferencias entre los componentes de la dieta vegana y ovolactovegetariana, y su posible relación con los cambios en composición corporal asociada al ejercicio físico regular.
- Determinar mediante el análisis de la información recolectada si existen diferencias específicas en tejido muscular que modifiquen el rendimiento físico o la práctica deportiva entre las personas veganas y ovolactovegetarianas activas.

METODOLOGÍA

En este estudio, se ha llevado a cabo una revisión sistemática basándose en la metodología Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA) caracterizándose por ser de tipo exploratorio retrospectivo, puesto que el tema a tratar no cuenta con gran cantidad de estudios; no solo se consideraron estudios de ensayo clínico aleatorio.

Se recuperaron artículos científicos publicados en los últimos diez años. El término MESH “vegetarian diets” se formalizó en 2015, por lo que la búsqueda se modificó ampliando la ventana de tiempo utilizada e, incluso, términos usados indistintamente como “plant-based diet” o “vegetarians”, entre otros; todos los términos usados se detallan en la Tabla 1 de ecuaciones de búsqueda. Se incluyeron artículos en inglés y español de bases de datos registradas como PubMed, ScienceDirect/Scopus, y no registradas como LA Reference, EBSCO y BVS. Utilizando las palabras claves “dieta vegana”, “vegetariano”, “veganos”, “ejercicio”, “actividad física”, “dietas basadas en plantas”, “rendimiento deportivo”, “adulto”, empleando los

conectores booleanos “AND”, “OR” o “NOT”.

Se eligieron los artículos en los que su contenido menciona las palabras clave mencionadas. No existieron restricciones en cuanto a la ubicación geográfica. Los criterios de inclusión y exclusión de la revisión fueron criterios de inclusión: estudios en población vegetariana (veganos u ovolactovegetarianos), adultos que incluyesen individuos con actividad física moderada a intensa o práctica de ejercicio regular o con datos de rendimiento deportivo; criterios de exclusión: adolescentes, niños, infantes, gestantes, lactantes. Para una completa comprensión de los estudios, los criterios que se tuvieron en cuenta para su inclusión fueron artículos originales, revisiones sistemáticas y revisiones; se clasificaron los estudios como “seleccionados y eliminados” teniendo en cuenta la relación que existe entre el ovolactovegetarianismo y el veganismo con la ganancia de masa muscular o rendimiento deportivo o actividad física moderada a intensa. A partir de la lectura previa de artículos y libros, para la ejecución de la revisión sistemática se crearon ocho ecuaciones de búsqueda con el fin de encontrar la que permitiera responder a la pregunta problema y alcanzar los objetivos planteados. (Tabla 1).

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda

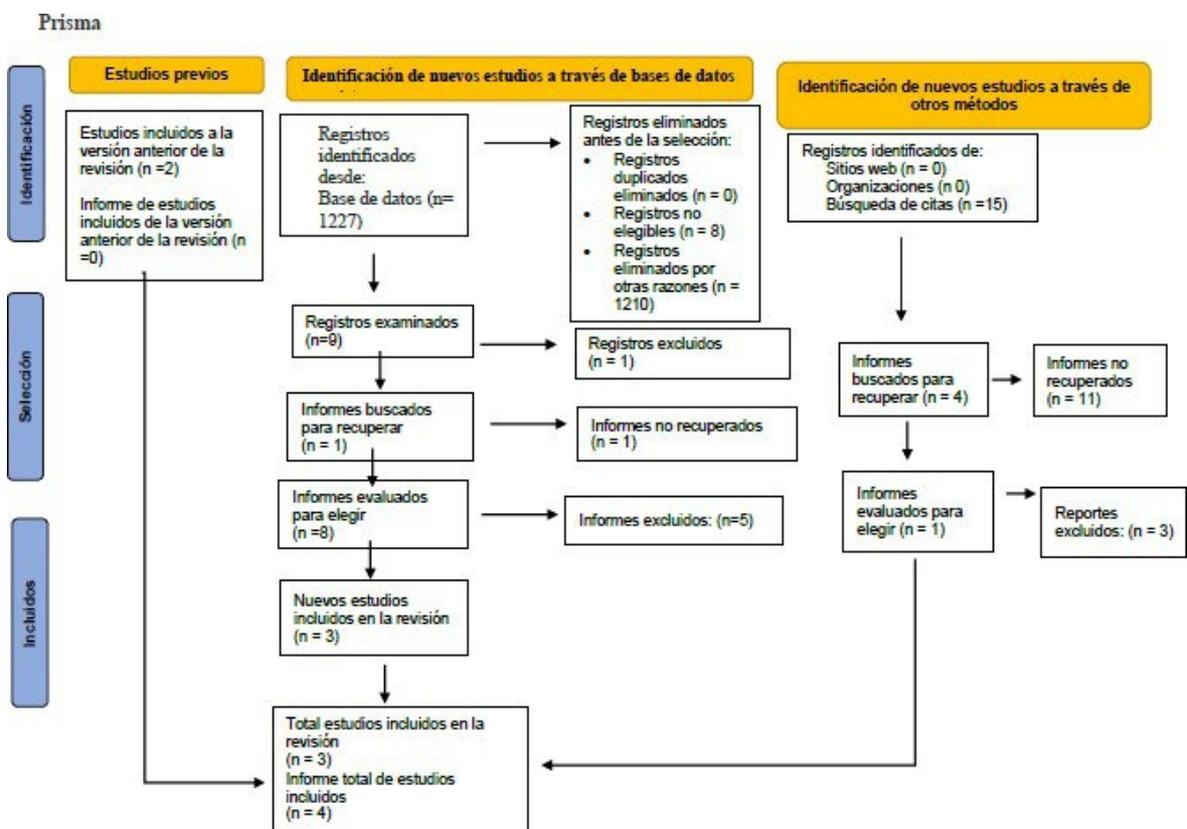
Ecuaciones de búsqueda	Número de artículo/ Ecuación
((((((((muscle striated[MeSH Terms]) OR (muscle protein synthesis[MeSH Terms])) AND (vegan[MeSH Terms])) OR (vegetarians[MeSH Terms])) AND (adult[MeSH Terms])) NOT (adolescent[MeSH Terms])) NOT (child[MeSH Terms])) NOT (infant[MeSH Terms])) NOT (pregnacy[MeSH Terms])) OR (diet, vegetarian[MeSH Terms])	1
((((muscle striated[MeSH Terms]) OR (muscle protein synthesis[MeSH Terms])) AND (vegan[MeSH Terms])) OR (vegetarians[MeSH Terms])) AND (adult[MeSH Terms])) OR (diet, vegetarian[MeSH Terms])	2
((((((((muscle striated[MeSH Terms]) OR (muscle protein synthesis[MeSH Terms])) AND (vegan[MeSH Terms])) OR (vegetarians[MeSH Terms]))OR (diet, vegetarian[MeSH Terms])) OR (aged[MeSH Terms])) OR (young adult[MeSH Terms]))	3
((((((((((((muscle striated[MeSH Terms]) OR (muscle protein synthesis[MeSH Terms])) AND (muscle hypertrophy[MeSH Terms]))) AND (vegan[MeSH Terms]))) OR (vegetarians diet[MeSH Terms])) OR (aged[MeSH Terms]))) OR (young adult[MeSH Terms])	4
vegans OR vegetarians diet AND muscle striated OR muscle protein synthesis OR muscle hypertrophy AND adult	5
vegans OR vegetarians OR diet vegetarian AND muscle striated OR muscle protein synthesis OR muscle hypertrophy AND adult	6
Diet, vegan OR vegetarians OR vegans AND muscle protein synthesis AND adult	7
((((Diet, vegan OR vegetarians OR vegans AND (sports[MeSH Terms])) OR (activity, physical[MeSH Terms]))) OR (sports performance[MeSH Terms])) AND (adult[MeSH Terms])	8
Plant based diet and physical training and performance	9

RESULTADOS

La revisión arrojó 1.227 artículos, de los cuales por pertinencia se eliminaron 1.210 porque no presentaban asociaciones entre masa muscular, rendimiento deportivo y variables de entrenamiento en población vegetariana; 8 artículos se eliminaron por duplicados.⁹

artículos se seleccionaron para lectura de “abstract”, uno de los cuales no se encontró en acceso libre; de los 8 artículos revisados, se seleccionaron 3 para lectura de metodología; un artículo fue recuperado por referencias bibliográficas en búsqueda libre (Figura 1).

Figura 1. Flujograma PRISMA



Nota: Figura modificada de PRISMA Statement 2021. (<http://prisma-statement.org/>)

RESULTADOS

De los cuatro artículos encontrados, dos fueron revisiones sistemáticas con similares resultados. Rogerson²⁷ y Lourenço²⁸ concluyen que existe evidencia de una baja creatina muscular y afectación de rendimiento crónico, especialmente en deportistas o atletas de alto rendimiento con dietas especiales (veganos u ovolactovegetarianas). Por otro lado, entre los dos artículos de investigaciones llevadas a cabo en vegetarianos, uno compara los rendimientos entre veganos, ovolactovegetarianos y omnívoros, y el otro relaciona parámetros de perfil nutricional de consumo de los atletas y deportistas vegetarianos con los objetivos de ingesta o las recomendaciones nutricionales

internacionales. En el primer estudio de Nebl et al.,²⁹ no se hallaron diferencias entre tiempos de entrenamiento, rendimiento y fuerza entre corredores veganos vs. ovolactovegetarianos y omnívoros; sin embargo, el grupo de trabajo afirma, al igual que Woodbridge et al.,³⁰ que el rendimiento en estos individuos depende y está relacionado directamente con una adecuada asesoría nutricional; Woodbridge et al., sin embargo, sí encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el perfil de consumo de calorías, proteínas, vitamina D y selenio; estas subadecuaciones de calorías y energía fueron descritas en las dos revisiones sistemáticas; sin embargo, es un hallazgo novedoso la disminución de los niveles de vitamina D y selenio (Tabla 2).^{27,30,31}

Tabla 2. Resultados de la revisión sistemática

Autores y año de publicación	Título del artículo	Resultados
Philip Wood-bridge, María Konstantaki & Gill Horgan (2020)	Nutritional deficiencies in vegan runners: a comparison of actual versus recommended food intakes and dietary recommendations	Se hallaron diferencias entre la ingesta y las recomendaciones nutricionales o ingesta objetivo en cuanto a la ingesta calórica (2219 ± 531 kcal v 2554 ± 420 kcal), ingesta de proteínas ($72,9 \pm 20,0$ gv $92,0 \pm 12,4$ g), consumo de vitamina D ($5,0 \pm 6,3$ μ g/dv $10,0$ μ g/d) y selenio ($45,7 \pm 21,0$ μ g/dv $60,0$ μ g/d y $75,0$ μ g/d para mujeres y hombres, respectivamente; todos a $p < 0,05$). Por otro lado, se hallaron datos de sobreadecuación en la ingesta promedio de hierro, zinc, vitamina B12, calcio y yodo.
Josefine Nebl, Sven Haufe, Julian Eigendorf, Paulina Wasserfurth, Uwe Tegtbur and Andreas Hahn (2019)	Exercise capacity of vegan, lacto-ovovegetarian and omnivorous recreational runners	Los grupos mostraron hábitos de entrenamiento comparables en términos de frecuencia (media $3,08 \pm 0,90$ veces/sem, $p = 0,735$), tiempo (media $2,93 \pm 1,34$ h/sem, $p = 0,079$) y distancia recorrida (mean $29,5 \pm 14,3$ km/sem, $p = 0,054$). El rendimiento final y la fuerza de entrenamiento (P_{maxBW}) fue similar en los (OMN: $4,15 \pm 0,48$ W/kg, LOV: $4,20 \pm 0,47$ W/kg, VEG: $4,16 \pm 0,55$ W/kg; $p = 0,917$) y no se observaron diferencias en la producción final de lactato (OMN: $11,3 \pm 2,19$ mmol/L, LOV: $11,0 \pm 2,59$ mmol/L, VEG: $11,9 \pm 1,98$ mmol/L; $p = 0,648$).
Leidiana Lourenço Rodrigues Rafaela Martín Santos (2021)	Vegetarian diet and the relationship with sport	Las funciones inmunológicas se ven alteradas en el sobrentrenamiento prolongado, lo que provoca una reducción crónica en el rendimiento. El entrenamiento moderado y regulado no presenta alteraciones funcionales en rendimiento deportivo. Los vegetarianos tienen un bajo nivel de creatina en sus cuerpos, debido a que este aminoácido está más presente en los alimentos de origen animal.
David Rogerson (2018)	Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers	La suplementación de creatina y la beta-alanina puede ser beneficiosa en atletas y deportistas veganos, ya que las dietas vegetarianas promueven una baja creatina muscular.

DISCUSIÓN

Un resumen de la posición actual de las dietas vegetarianas, las presentó el *position paper* de la Sociedad de Nutrición Humana de Italia en 2017. Los siguientes son sus principales enunciados:^{32,33}

- Las dietas vegetarianas que incluyen una gran variedad de plantas son adecuadas en nutrientes para todos los grupos de edad de población italiana.
- Sin embargo, la vitamina B12 se puede encontrar en niveles bajos. por lo que se recomienda la suplementación o el consumo de alimentos fortificados con la vitamina.
- Los vegetarianos deberían consumir más proteínas que los omnívoros por la reducida digestibilidad de la proteína de origen vegetal.
- Los vegetarianos deben consumir buenas fuentes de calcio, hierro, zinc, y preparar los alimentos que favorezcan la biodisponibilidad del calcio, hierro y el zinc.
- Los vegetarianos deberían consumir suficientes cantidades de omega 3 y limitar las fuentes de omega 6.

Como se observa en las recomendaciones, los vegetarianos pueden cumplir con los requerimientos para las funciones corporales y mantener un adecuado estado de salud; sin embargo, nutrientes

con su mayor y mejor fuente alimentaria en productos de origen animal, como las proteínas, vitamina B12, calcio, hierro, zinc y ácido linoleico (omega 3), deberán ser suplementados.

En esta revisión, a partir del total de estudios encontrados, es importante mencionar que, a pesar de realizar una indagación exhaustiva con diferentes ecuaciones de búsqueda, los artículos encontrados no relacionaban de forma eficiente el perfil de aminoácidos y tejido muscular en personas veganas y ovolactovegetarianas que fueran activas, con diferencias importantes en los métodos para determinar rendimiento y fuerza muscular.

Por otro lado, la literatura encontrada menciona que la síntesis de proteína se puede llevar a cabo óptimamente al implementar cualquiera de las dos dietas,^{22,32} pero en lo que se difiere es en la planificación y ejecución de cada una, ya que los ovolactovegetarianos incluyen fuentes de origen animal (huevo y productos lácteos), que son ricos en aminoácidos de cadena ramificada, principalmente de la leucina, puesto que es un desencadenante principal de la síntesis de proteína muscular y participa en la recuperación y adaptación del ejercicio, lo que facilita el proceso de aumento de masa muscular;^{23,25} por ende, se recomienda un consumo diario de 3 g. Para contribuir a este proceso, igualmente se debe cumplir con unos requerimientos diarios de proteína, de los cuales están

en rangos de 1,4-2,0 g/día aplicados en la mayoría de las personas que practican algún deporte.^{20,26,28}

Por el contrario, en los veganos se debe prestar atención al cumplimiento del perfil de aminoácidos, ya que se deben realizar diversas mezclas de granos y cereales, puesto que las fuentes alimentarias son limitadas.²⁷

En cuanto a micronutrientes, el hierro se encuentra mayormente de forma no hemo, el cual presenta una menor biodisponibilidad que el hierro hemo que está presente en fuentes de origen animal. Por su parte, la población femenina vegana presenta un mayor riesgo de anemia que los hombres veganos u ovolactovegetarianos y que las mujeres ovolactovegetarianas, debido a las pérdidas de sangre cada mes; también se ha evidenciado que una disminución de los porcentajes séricos de hierro aún sin presencia de anemia reduce la capacidad de resistencia, genera un aumento en el gasto de energía y afecta la adaptación en el ejercicio en estas mujeres y, por ende, un agotamiento en los tejidos musculares.^{19,28,34}

Además se describe en población sedentaria y activa vegetariana, que estas dietas no tienen un buen aporte de vitamina B12, por lo cual se hace necesario la inclusión de cereales fortificados y en la mayor parte de los casos la suplementación de la vitamina, para evitar deficiencias y consecuencias a largo plazo.^{18,27,35}

Debido a los posibles déficits mencionados, se hace fundamental el acompañamiento de un profesional enfocado en el área de nutrición y dietética que facilite la adaptación a la actividad física y deportiva de cada individuo y evite las posibles carencias de estos micronutrientes.^{28,30,36,37}

Igualmente, es necesario continuar realizando estudios de carácter cuantitativo y cualitativo para generar más información que permita llegar a conclusiones de lo que es más apropiado para los individuos activos que deseen implementar estas dietas.^{17,23}

CONCLUSIONES

Finalmente, se puede concluir que, a pesar de realizar un análisis riguroso de diferentes artículos, se logró determinar que es un tema que en los últimos años ha cobrado mucha relevancia y que a pesar de esto no se encuentran suficientes que proporcionen información concluyente frente al cambio del perfil de aminoácidos y tejido muscular en personas veganas y ovolactovegetarianas activas, posiblemente por las diferentes metodologías usadas por los investigadores.

No obstante, en la literatura encontrada se evidenció que los individuos veganos activos sí tienen la capacidad de lograr una síntesis proteica adecuada; sin embargo, en algunas disciplinas deportivas, especialmente de alto rendimiento, deben

suplementar y escoger muy bien el tipo de proteína que consumen y que les permita alcanzar los requerimientos individuales de degradación muscular a la que están expuestos por la actividad física que realizan.

Las proteínas de origen vegetal en la mayoría de los casos son limitadas en aminoácidos esenciales y aminoácidos ramificados, que favorecen la síntesis muscular, por lo cual, a diferencia de los sujetos que implementan la dieta ovolactovegetariana que consumen libremente huevo y lácteos, los veganos requieren una asesoría nutricional para el entrenamiento y la práctica deportiva regular e intensa.

Se encontró en la revisión que, en algunas prácticas deportivas, los veganos y ovolactovegetarianos tienen un menor rendimiento comparado con los omnívoros.

RECOMENDACIONES

Realizar posteriores investigaciones en personas veganas y ovolactovegetarianas activas que estén enfocadas no solo en el requerimiento proteico, sino también en la deficiencia de hierro, zinc, calcio y la vitamina B12, dado que tienen una baja biodisponibilidad en estas dietas especiales e influyen directamente en el rendimiento deportivo, especialmente en la aparición de procesos de agotamiento crónico en sujetos con anemia o anemia subclínica.

Es necesario que los investigadores estandaricen los métodos de determinación de fuerza muscular, medición del metabolismo proteico y rendimiento deportivo de acuerdo con el tipo de práctica deportiva y la actividad física recreacional.

REFERENCIAS

1. Krizanova J, Rosenfeld DL, Tomiyama A, et al. Pro-environmental behavior predicts adherence to plant-based diets. *Appetite*. 2021;163:105243. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105243>
2. Brunin J, Allès B, Péneau S, et al. Do individual sustainable food purchase motives translate into an individual shift towards a more sustainable diet? A longitudinal analysis in the NutriNet-Santé cohort. *Clean Responsible Consum*. 2022;5:100062. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2022.100062>
3. Kahleova H, McCann J, Alwarith J, et al. A plant-based diet in overweight adults in a 16-week randomized clinical trial: the role of dietary acid load. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;44:150-158. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.05.015>
4. Talreja DR y Talreja S. A comparison of plant-based, mediterranean, paleolithic and dash diets. *J Am Coll Cardiol*. 2022; 79(9_Supplement):1456-1456. <https://www.jacc.org/doi/epdf/10.1016/S0735-1097%2822%2902447-0>
5. Chen Z, Zuurmond MG, van der Schaft N, et al. Plant versus animal based diets and insulin resistance, prediabetes and type 2 diabetes: the Rotterdam study. *Eur J Epidemiol*. 2018;33: 883-893. <https://doi.org/10.1007/s10654-018-0414-8>
6. Von Essen E. Young adults' transition to a plant-based diet as a psychosomatic process: a psychoanalytically informed perspective. *Appetite*. 2021;157:105003. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105003>
7. Bonvecchio Arenas A, eds. Guías alimentarias y de actividad física en contexto de sobrepeso y obesidad en la población mexicana. México: Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías; 2014. https://www.anmm.org.mx/publicaciones/CANivANM150/L29_ANM_Guias_alimentarias.pdf
8. Unión Vegetariana Español. Estadísticas: número de vegetarianos en España; 2017. <https://unionvegetariana.org/estadisticas-numero-de-vegetarianos-en-espana/>
9. Hrynowski Z. What percentage of americans are vegetarian? 2019. <https://news.gallup.com/poll/267074/percentage-americans-vegetarian.aspx>

10. Cramer H, Kessler CS, Sundberg T, et al. Characteristics of americans choosing vegetarian and vegan diets for health reasons. *J Nutr Educ Behav.* 2017;49(7):561-567. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.04.011>
11. Juan W, Yamini S y Britten P. Food intake patterns of self-identified vegetarians among the US population, 2007-2010. *Procedia Food Science.* 2015;4:86-93. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.06.013>
12. Mariotti F, ed. *Vegetarian and plant-based diets in health and disease prevention.* Londres: Academic Press; 2017.
13. Gil Hernández A. El músculo, paradigma metabólico en la recuperación nutricional. *Nutr Hosp* 2019;36(N.º Extra 2):4-11
14. Harris, J., van Zonneveld, M., Achigan-Dako, E. G., Bajwa, B., Brouwer, I. D., Choudhury, D., ... & Schreinemachers, P. (2022). Fruit and vegetable biodiversity for nutritionally diverse diets: Challenges, opportunities, and knowledge gaps. *Global Food Security*, 33, 100618. Harris J, van Zonneveld M, Achigan-Dako E, et al. Fruit and vegetable biodiversity for nutritionally diverse diets: challenges, opportunities, and knowledge gaps. *Glob Food Sec.* 2022;33:100618. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100618>
15. Kim J, Kim H y Giovannucci E. L. Plant-based diet quality and the risk of total and disease-specific mortality: a population-based prospective study. *Clin Nutr.* 2021;40(12):5718-5725. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.10.013>
16. López Valdez N, Rojas Lemus M, Rodríguez Lara V et al. Tejido muscular. En Fortoul van der Goes, TI. *Histología y biología celular*, 3.ª ed. México: McGraw Hill; 2021. <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1995§ionid=150300649>
17. Le LT y Sabaté J. Beyond meatless, the health effects of vegan diets: findings from the Adventist cohorts. *Nutrients.* 2014;6(6):2131-2147. <https://doi.org/10.3390/nu6062131>
18. Sá AGA, Moreno YMF y Carciofi BAM. Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends Food Sci Technol.* 2020;97:170-184. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.011>

19. Franca PAP, Duque-Estrada P, e Sá BFDF, et al. Meat substitutes-past, present, and future of products available in Brazil: changes in the nutritional profile. *Future Foods*. 2022;5:100133. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100133>
20. Martín-Hernández J, Marín PJ y Herrero AJ. Revisión de los procesos de hipertrofia muscular inducida por el entrenamiento de fuerza oclusivo. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4(4):152-157. <https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668004.pdf>
21. Larson-Meyer DE. Vegetarian and vegan diets for athletic training and performance. *J Sports Sci Med*. 2018;29(188):1-7. <https://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/vegetarian-and-vegan-diets-for-athletic-training-and-performance>
22. Wackerhage H, Schoenfeld BJ, Hamilton DL, et al. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. *J Appl Physiol*. 2019; 26(1):30-43. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00685.2018>
23. Torres Flores F, Mata Ordoñez F, Pavia Rubio E, et al. Dieta vegetariana y rendimiento deportivo. *EmásF: Revista Digital de Educación Física*. 2017;46:27-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5963359>
24. Fernández-Lázaro D, Díaz J, Caballero A, et al. Entrenamiento de fuerza y resistencia en hipoxia: efecto en la hipertrofia muscular. *Biomédica*. 2019;39(1):212-220. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i2.4084>
25. Mukund K y Subramaniam S. Skeletal muscle: a review of molecular structure and function, in health and disease. *Wiley Interdiscip Rev: Syst Biol*. 2020;12(1):e1462. <https://doi.org/10.1002/wsbm.1462>
26. Schiaffino S, Reggiani C, Akimoto T, & et al. Molecular mechanisms of skeletal muscle hypertrophy. *J Neuromuscul Dis*. 2021;8(2):169-183. <https://content.iospress.com/articles/journal-of-neuromuscular-diseases/jnd200568>
27. Rogerson D. Dietas veganas: consejos prácticos para deportistas y deportistas. *Revista de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva*. 2017;; p. 3-4.
28. Leidiana Lourenço Rodrigues RMS. Dieta vegetariana y relación con el deporte. *Scientific Electronic Archives*. 2021; 13(17): p. 96-101.

29. Nebl J, Haufe S, Eigendorf J, et al. Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous recreational runners. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019;16(1):23. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0289-4>
30. Woodbridge P, Konstantaki M y Horgan G. Nutritional deficiencies in vegan runners: a comparison of actual versus recommended food intakes and dietary recommendations. *Br J Nutr.* 2020;3(14):1475-2662. <https://bnu.repository.guildhe.ac.uk/id/eprint/17687/1/154.pdf>
31. Frontera WR y Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif Tissue Int.* 2015;96:183-195. <https://doi.org/10.1007/s00223-014-9915-y>
32. Agnoli C, Baroni L, Bertini I, et al. Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2017;27(12):1037-1052. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.10.020>
33. Baroni L, Goggi S y Battino M. VegPlate: a mediterranean-based food guide for italian adult, pregnant, and lactating vegetarians. *J Acad Nutr Diet.* 2017;118(12):2235-2243. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2017.08.125>
34. Lee YP, Loh CH, Hwang MJ, et al. Vitamin B12 deficiency and anemia in 140 Taiwanese female lacto-vegetarians. *J Formos Med Assoc.* 2021;120(11):2003-2009. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2021.04.007>
35. Gianluca Rizzo ASLAMCRGMGLF. Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation. *Nutrients.* 2016 ; 8(12): p. 767.
36. Lederer AK, Hannibal L, Hettich M, et al. Vitamin B12 status upon short-term intervention with a vegan diet: a randomized controlled trial in healthy participants. *Nutrients.* 2019;11(11):2815. intervention with a vegan diet: a randomized controlled trial in healthy participants
37. Craig, W.J. Health effects of vegan diets. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(5):S1627-S1633.