



Health & Nutrition
Research

MLS Health & Nutrition Research



<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>

July - December, 2022

VOL.1 num. 2



EQUIPO EDITORIAL / EDITORIAL TEAM / EQUIPA EDITORIAL

Editor Jefe / Editor in chief / Editor Chefe

Iñaki Elío Pascual. Universidad Europea del Atlántico, España

Editores Asociados / Associate Editors / Editores associados

Diego Gómez Ceballos. Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

Nelly Orozco González. Universidad Internacional Iberoamericana, México Anna

Vila Martí. Universitat de Vic - Universitat Central de Catalunya, España

Priscilla Almeida de Souza. Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico Tara

Rendo Urteaga. Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico

Sandra Sumalla Cano. Universidad Europea del Atlántico, España

Secretaria / Secretary / Secretário

Beatriz Berrios Aguayo, Universidad de Jaén, España

Cristina Arazola Ruano, Universidad de Jaén, España

Mariana Gómez Vicario, Universidad de Jaén, España

Consejo Científico Internacional / International scientific committee / Conselho científico internacional

Erika Fabiola Gómez García. Universidad Autónoma de Baja California, México

Beatriz Adriana Corona Figueroa. Universidad Autónoma de Guadalajara, México

Saby Camacho López. Nutrir México, México

Fabiola Rivera Ramírez. Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, México

Edwin Enrique Martínez Leo. Universidad Latino, México

Patrocinadores:

Funiber - Fundación Universitaria Iberoamericana (España)

Universidad internacional Iberoamericana. Campeche (México)

Universidad Europea del Atlántico. Santander (España) Universidad

Internacional Iberoamericana. Puerto Rico (EE. UU) Universidade

Internacional do Cuanza. Cuito (Angola)

Colaboran:

Centro de Investigación en Tecnología Industrial de Cantabria (CITICAN)

Grupo de Investigación IDEO (HUM 660) - Universidad de Jaén

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de Campeche (CITTECAM) – México

Portada: Elabora por FUNIBER

SUMARIO • SUMMARY • RESUMO

- Editorial 102

INVESTIGACIONES

- Crononutrición: efecto de la hora de la ingesta en el metabolismo de los nutrientes 104
Chrononutrition: effect of the time intake on nutrient metabolism
Sandra Conde. Research Group on Foods, Nutritional Biochemistry
- Impacto del consumo de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) en la Diabetes Mellitus Tipo2..... 123
Impact of branched-chain amino acid (BCAA) intake on type 2 diabetes mellitus
Carlota Tejido Ruiz Ogarrío Universidad Europea del Atlántico
- La alimentación de estudiantes universitarios y su aprendizaje durante el confinamiento por Covid-19. Una mirada desde las teorías del aprendizaje ec: ecología del desarrollo humano, constructivista y sociocultural.....140
Alimentation of undergraduates and their learning process while Covid-19 lockdown;
a new outlook learning theories: huma development ecology, constructivist and sociocultural
*José Ramón Aguilar Martínez Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y
María Cruz Chong-Barreiro Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*
- Efecto de la dieta baja en carbohidratos sobre la composición corporal de individuos que practican musculación con entrenamiento de fuerza 156
Effect flow carb diet on body composition of individuals practicing body building with strength training
Isaac Grando
- E-salud en el seguimiento de enfermería a largo plazo de los pacientes sometidos a cirugía bariátrica: prevalencia de los factores de riesgo metabóli.....172
E-health no acompanhamento de enfermagem a longo prazo de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica - prevalência dos fatores de risco metabólico
Cláudia Amaro Santos Hospital Espírito Santo de Évora, epe - centro de responsabilidad integrada d2 cirugía bariátrica y enfermedades metabólicas
- Suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega 3 frente a una dieta mediterránea como tratamiento para la enfermedad del hígado graso no alcohólico 182
Supplementation with omega 3 polyunsaturated fatty acids against a mediterranean diet as treatment for non-alcoholic fatty liver disease
Andrea Celis Eguren Universidad Europea del Atlántico

Editorial

Desde el Comité Editorial de la revista *MLS Health and Nutritional Research* continuamos afianzándonos en la transferencia de conocimiento científico en el ámbito de la salud, nutrición y alimentación. Animamos a que sigan enviando sus artículos para poder contribuir en el avance del conocimiento.

En el primer artículo se aborda la “Crononutrición: efecto de la hora de la ingesta en el metabolismo de los nutrientes”. Las alteraciones metabólicas suponen hoy en día una de las afecciones más padecidas en todo el mundo. Es por ello por lo que la indagación en el estudio sobre la influencia de la hora de la ingesta en el metabolismo de un nutriente es de gran importancia para el desarrollo y aplicación de nuevos tratamientos en lo que a estas enfermedades respecta.

El siguiente artículo analiza el “Impacto del consumo de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) en la Diabetes Mellitus Tipo 2”. Niveles circulantes elevados de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) han sido descritos como un fuerte factor predictor de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). El principal objetivo es evaluar si una dieta rica en estos aminoácidos supone un riesgo para el desarrollo de DM2.

Desde el campo de la nutrición comunitaria “La alimentación de estudiantes universitarios y su aprendizaje durante el confinamiento por Covid -19, una mirada desde las teorías del aprendizaje: ecología del desarrollo humano, constructivista y sociocultural”. La alimentación es un eje transversal para el aprendizaje y aprovechamiento académico. El confinamiento COVID-19, obliga a generar nuevas estrategias que permitan conocer esta relación de la alimentación y rendimiento académico, con la intención de mejorar el aprovechamiento de estudiantes universitarios.

Relacionado con el “Efecto de la dieta baja en carbohidratos sobre la composición corporal de individuos que practican musculación con entrenamiento de fuerza”. La dieta baja en carbohidratos ha sido estudiada, ya que ha mostrado resultados significativos en el beneficio de la reducción de peso, ya que está compuesta en su mayoría por proteínas y grasas naturales con bajo potencial inflamatorio, ayudando además a reducir y combatir la retención de líquidos. Esta

dieta combinada con entrenamiento de fuerza podría ayudar con el crecimiento muscular y reducir la grasa corporal.

El siguiente estudio se encuentra en el campo de la nutrición clínica “e-health no acompanhamento de enfermagem a longo prazo de pacientes submetidos a cirurgia bariátrica - prevalência dos fatores de risco metabólico.”. Analizar el efecto de la cirugía bariátrica, la actividad física y la recuperación de peso sobre la prevalencia a largo plazo de factores de riesgo metabólicos mediante telemedicina.

Finalmente, “Suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega 3 frente a una dieta mediterránea como tratamiento para la enfermedad del hígado graso no alcohólico”. La enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) cada vez es más prevalente y es la principal enfermedad hepática a nivel mundial. Se quiere comparar nuevas estrategias dietético-nutricionales, como la dieta mediterránea y los ácidos grasos poliinsaturados omega-3, para determinar cuál es más efectiva como tratamiento para esta enfermedad.

Editor Jefe
Dr. Iñaki Elío Pascual



Conde, S. (2022). Crononutrición: efecto de la hora de la ingesta en el metabolismo de los nutrientes. *MLS Health & Nutrition Research*, 1(2), 104-122

CRONONUTRICIÓN: EFECTO DE LA HORA DE LA INGESTA EN EL METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES

Sandra Conde

Research Group on Foods, Nutritional Biochemistry and Health. Universidad Europea
del Atlántico

sandra.conde@alumnos.uneatlantico.es <https://orcid.org/0000-0002-5808-5137>

Resumen. Las alteraciones metabólicas suponen hoy en día una de las afecciones más padecidas en todo el mundo. Es por ello que la indagación en el estudio sobre la influencia de la hora de la ingesta en el metabolismo de un nutriente, es de gran importancia para el desarrollo y aplicación de nuevos tratamientos en lo que a estas enfermedades respecta. Mediante esta revisión bibliográfica, a través de la búsqueda bibliográfica profunda en diferentes bases de datos, se han obtenido diversos archivos, documentos, artículos y estudios que han servido para el análisis, desarrollo y ejecución del vigente artículo. La molécula de la glucosa presenta niveles más persistentes en la tarde versus la mañana, debido a la disminución de la actividad de la insulina con el avance del día. La mayoría de los lípidos presentan sus niveles más altos en la tarde. En cuanto a las proteínas se necesita más estudio para su conocimiento en este aspecto. Se requiere de más investigación para poder obtener una conclusión más exacta. Aun así, se puede concluir en que la hora de la ingesta es un factor que afecta en la ritmicidad de los procesos metabólicos, interfiriendo y alterando la actividad y respuesta de los nutrientes.

Palabras clave: cronobiología, metabolismo, nutrientes, timing u hora de la ingesta, alteraciones fisiológicas.

Abstract: Nowadays the metabolic variations are one of the most suffered illness in the world. Therefore, the investigation of the study about the influence of intake time in the metabolism of a nutrient, it is gaining importance for the development and applications on new treatments as far as these diseases are concerned. This bibliographic review, through an in-depth bibliographic search in different databases, has allowed us to obtain several files, documents, articles and researches that have been used for the analysis, development and execution of the current article. The glucose molecule has more persistent levels in the afternoon versus the morning, due to the decreased insulin activity through the day. Most lipids show their highest levels in the afternoon. Regarding proteins, more study is needed for their knowledge in this appearance. More research is required to obtain a better conclusion. Even so, it can be concluded that the time of intake is a factor that affects the rhythmicity of metabolic processes, interfering and modifying the activity and response of nutrients.

Key words: chronobiology, metabolism, nutrients, timing, physiological variations.

Introducción

Nos encontramos en un momento de la historia, en el que las alteraciones metabólicas de la obesidad y la diabetes, coronan la lista de enfermedades más padecidas dentro del colectivo humano. Rondando entre cifras de más de 1000 millones de afectados en todo el mundo (1).

Investigaciones recientes en el genoma humano han descubierto un posible tratamiento que puede sustituir y/o complementar las terapias actuales en estas alteraciones. Las cuales, por diferentes motivos (económicos, falta de recursos, alcance, etc.), no son efectivas al 100%. Estamos hablando de la Cronobiología, una novedosa ciencia que estudia la ritmicidad de los procesos fisiológicos (2-5).

El factor principal de estas alteraciones es el proceso de la alimentación. Cuyos resultados vienen dados, por lo general, en cuanto al qué y cuánto comemos. Sin embargo, nuevos estudios difieren en ello resaltando la existencia de otro factor que podría participar o ser el causante de esto. Este nuevo factor vendría a estar determinado por la hora de ingesta de los nutrientes (6,7).

Esto se apoya mediante la posible correlación entre la salud metabólica del cuerpo humano y el momento en el que se ingiere un determinado macronutriente, indistintamente de la cantidad total de calorías totales o del alimento en conjunto. Por ejemplo, la tolerancia de la glucosa es mayor por la mañana, deteriorándose poco a poco con el avance del día hasta llegar a la noche. Aspecto que sugiere que no solamente se generará respuesta en función del tipo de alimento o cantidad del mismo que consumamos, sino también el momento del día en el que lo hagamos supondrá un factor que influirá en dicha respuesta fisiológica en cuanto a la disponibilidad del o de los nutrientes (1,6,8).

Todos estos procesos de respuesta son responsabilidad de estudio de la cronobiología, importante para la comprensión en su mecanismo de acción. De esta manera, los ritmos circadianos regulan todos estos procesos a través de una sincronización mediada por los conocidos genes reloj o relojes circadianos. Componiéndose por un engranaje jerárquico encabezado por el reloj central localizado en el núcleo supraquiasmático (NSQ) del cerebro, que domina y controla, sobre los relojes periféricos localizados en el resto de órganos como el hígado, los músculos o el tejido adiposo. Mientras el NSQ se encuentra mediado primordialmente por factores medioambientales como la luz y la oscuridad, el resto de relojes periféricos son mediados por varios factores, de los cuales, la alimentación es uno de los más importantes. Es decir, el qué, el cuánto, pero, sobre todo, el cuándo, son determinantes a la hora de evitar disrupciones con el NSQ y así mantener la homeostasis rehuendo de alteraciones metabólicas (1,3,8-10).

Con todo ello, es posible especular la relación entre los ritmos circadianos y la función del metabolismo. De tal manera que una alteración en cada uno de ellos, suponga repercusiones recíprocas. Teniendo un papel importante en ello el binomio: tipo o clase de macronutriente y hora del día en la que se ingiere. Por lo que, la comprensión del horario de la fisiología del metabolismo serviría como puerta hacia intervenciones

conductuales en el estilo de vida y/o terapias para tratar las enfermedades metabólicas (1,9).

Método

Para la elaboración de este artículo se realizó una revisión sistemática de alcance de la literatura científica existente, a través de una búsqueda bibliográfica, siguiendo una estrategia definida. Mediante el uso de las diferentes bases de datos en línea, términos relacionados con el tema, filtros (año, tipo de publicación, relevancia, autor/es, etc.), se recopiló una amplia selección de documentos, identificando y escogiendo aquellos con información y datos útiles para su desarrollo. Las principales fuentes y bases de datos utilizadas fueron aquellas relacionadas con el ámbito de la salud que aportaron información de alta calidad y evidencia científica, y dieron pie al contraste de ideas. De un total de 35 artículos utilizados; la principal base de datos con mayor aportación fue Pubmed con un total de 31 artículos. En contraposición DOAJ y Google Académico únicamente aportaron un total de 3 artículos cada una, así como también, Cochrane Library y LILACS solamente proporcionaron 1 artículo cada una. Se establecieron rangos de publicación temporal en o después de 2010. Los términos más utilizados fueron; *Chronobiology, Chronobiology and metabolism, Chronotype, nutrients, Circadian physiology, Circadian system architecture, Transcriptional architecture as circadian system, Central and peripheral clocks, Meal timing health effect, Glucose postprandial response morning evening, Diurnal glucose and fat levels, Diurnal protein levels, Plasma triglycerides and glucose, diabetes, Nutrients levels circadian clock health.*

Resultados

Cronobiología en la alimentación: la crononutrición

A lo largo de toda la historia, los seres vivos se han visto obligados a adaptarse a un mundo cíclico y cambiante. Esto ha originado la presencia de una ritmicidad adaptativa en la fisiología de los organismos con periodos de 24 horas marcados, principalmente, por ciclos diarios de luz-oscuridad, pero también por otros factores como la alimentación. (1, 4, 11, 12).

Esta ritmicidad es capaz de sincronizar, coordinar y regular procesos fisiológicos (función neuronal, endocrina, metabólica, conductual, etc.) frente a fluctuaciones o variaciones de tiempo causadas por factores externos e internos. Adaptación producida gracias a la presencia de unos genes, conocidos como genes reloj o relojes biológicos, que permiten al cuerpo anticiparse ante cualquier acontecimiento que influya sobre cualquiera de estos procesos. Este sistema mecanicista y regulador es campo de estudio de la cronobiología. Ciencia descrita por primera vez en el año 1729, pero sin ser reconocida hasta el siglo XX a través de las aportaciones de los premios novel Jeffrey Hall, Michael Rosbash y Michael Young mediante sus investigaciones en moscas de la fruta (4, 13, 14).

De mano de la cronobiología surge la crononutrición. Una disciplina emergente súbdita a ésta, pero desde un punto de vista alimentario. Esta se centra en el estudio de la relación entre los ritmos circadianos y el proceso metabólico de los alimentos. Los genes

reloj implicados en estos aspectos se localizan en los principales órganos involucrados en el metabolismo, siendo; el hígado, el páncreas, el tejido adiposo y el músculo (4, 15).

Arquitectura del sistema circadiano

El binomio luz-oscuridad genera ciclos o ritmos aproximados (“circa”) de 24h (“diem”) coordinadamente con los relojes para proporcionar la homeostasis temporal interna del organismo con el exterior. Este mecanismo se genera a partir de un bucle de retroalimentación de la expresión genética en las fases de transcripción y traducción celular ordenadas por el reloj central. Mecanismo que se comentará más adelante (1,16,11).

El reloj biológico central o maestro es aquel que por excelencia predomina sobre el resto de relojes. Se encuentra localizado en la parte anterior del hipotálamo, concretamente en el interior del NSQ. Su función reside en la generación, regulación y mantenimiento de todos los ritmos circadianos a partir de órdenes transmitidas al resto de relojes, los “relojes periféricos” u “osciladores”, localizados en el resto de tejidos, permitiendo así la sincronización entre ambos. Mientras que el reloj central viene determinado por la acción que ejerce sobre él el factor medioambiental de la luz y oscuridad, los relojes periféricos son arrastrados, no solamente por las órdenes del central, sino también por factores externos como la alimentación o el ayuno (Figura 1) (3,8,9).

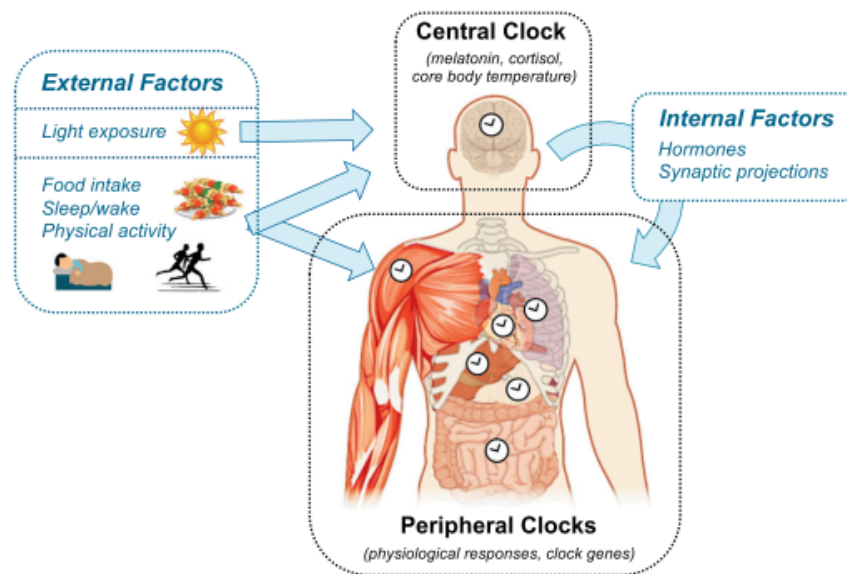


Figura 1. Arquitectura del sistema circadiano. Reloj central y periféricos mediados por factores externos e internos (3).

Nota: Tomada de Poggiogalle y cols (2018).

Ritmos circadianos

Los ritmos circadianos son ciclos secuenciados de 24 horas que coordinan todo aquel proceso fisiológico y del comportamiento de un organismo, mediante la sincronización conjunta con el reloj central y los periféricos en respuesta a señales ambientales. Estas señales son conocidas como *Zeitgebers*, siendo la luz solar la que mayor efecto ejerce en mamíferos, siguiéndola otras como la temperatura, alimentación/ayuno, actividad/descanso, señales sociales, etc. (9, 10, 15-17).

Esta sucesión acompañada de acciones en los seres vivos hace posible que éste sea capaz de anticiparse a cualquier Zeitgeber o cambio en el medio ambiente (interacción alimentos/metabolismo o cazador/presa, daños en el ADN, etc.), preparando de esta manera su organismo para la toma de decisiones a nivel celular y conductual con el fin de ser lo más efectivo posible, mantener la homeostasis con el entorno que le rodea y sobrevivir (10,15,16).

Cada individuo presenta una predisposición o preferencia por un tipo de ciclo activo o de descanso, es lo que se conoce como cronotipo o preferencia circadiana. En este sentido nos encontramos con cronotipos de tipo matutino o temprano, más activo durante las primeras horas del día, intermedio y vespertino o tardío, más activo hacia las últimas horas del día (8,10).

Relojes biológicos o genes reloj: un sistema jerárquico

Los relojes biológicos o genes reloj son temporizadores endógenos presentes en la mayoría de células, encargados de codificar genéticamente la expresión de las proteínas mediante un bucle de retroalimentación autorregulado de transcripción y traducción, generando un tiempo interno en ellas de 24 h, con o sin la presencia de señales externas. En otras palabras, son aquellos cuya función reside en la codificación genética y producción de los ritmos circadianos (16,18).

Existen dos tipos de relojes; el central y los periféricos. Los cuales, de manera conjunta, forman una entramada red de conexiones creando un sistema jerárquico único, organizado y sofisticado (Figura 2) (9,16).

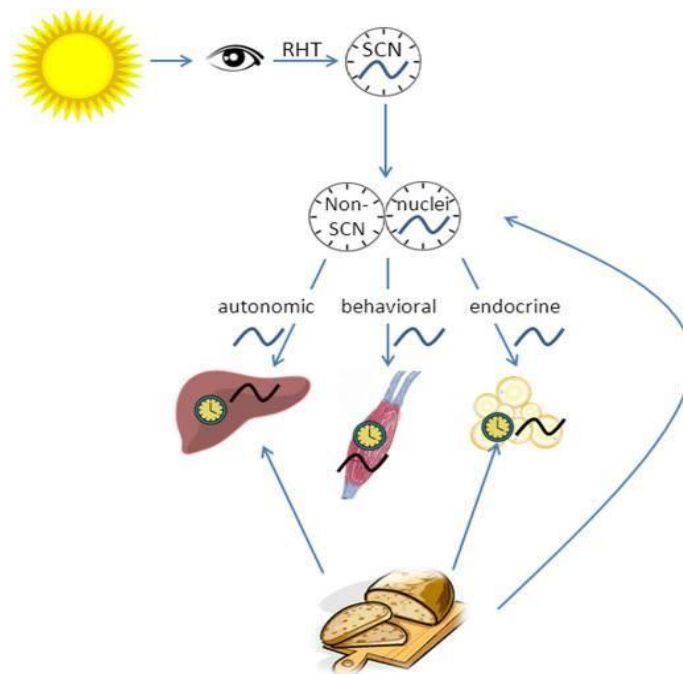


Figura 2. Salida de relojes desde el reloj central hacia los relojes periféricos arrastrados por los Zeitgebers luz y alimentación (9). (RHT; Retinohypothalamic tract, SCN; Suprachiasmatic nucleus, Non-SCN; non SCN brain clocks)

Nota: Tomada de Oosterman y cols (2015).

Reloj central o “maestro”: núcleo supraquiasmático

El reloj central o “maestro” se encuentra ubicado en el interior de cada neurona que conforma el NSQ. Su función es similar a la de un marcapasos de tipo endógeno; creando, sustentando y regulando ritmos circadianos de primera orden hacia relojes periféricos del resto de tejidos como respuesta ante la información recogida desde el exterior ante el estímulo de luz-oscuridad (9,16,17).

En este sentido, la luz es captada por los receptores presentes en la retina y se proyectan en el NSQ a través del tracto retinohipotalámico (RHT; Retinohypothalamic tract), produciendo la secreción de neurotransmisores que activan determinadas sustancias que estimulan los receptores de las neuronas presentes en el NSQ, finalizando en la regulación de los genes que codifican para las proteínas relacionadas con estos mecanismos circadianos. Esta señal transformada en información, se envía al resto de relojes periféricos mediante vías conductuales, autónomas, neuronales y endocrinas, para que se activen o desactiven (9,15,16,19).

Relojes periféricos: organización tisular

Son relojes semiindependientes presentes en la mayoría de células del resto de tejidos de principales órganos involucrados en las funciones vitales (hígado, páncreas, intestino, estómago, corazón, pulmones, músculo, etc.) (Figura 1). A priori, restablecen sus fases de expresión genética mediante las señales ordenadas por el NSQ. El objetivo del NSQ con los relojes periféricos reside en su coordinación, activándolos o inhibiéndolos. A pesar de ello, su expresión también se puede restablecer mediante otras señales externas tales como el ayuno o alimentación. Por lo que se puede señalar, que este control no se produce estrictamente en la mayoría de veces, sino que en algunos casos presentan cierta autonomía, como en el caso del hígado (1,9,16,20).

Mecanismo molecular del reloj circadiano

El mecanismo de reloj en mamíferos funciona mediante la acción conjunta de dos bucles de retroalimentación entrelazados de la fase molecular de la transcripción-traducción (TTFL), generando así oscilaciones genéticas de 24 horas. Para el funcionamiento de esta retroalimentación se requiere de la acción y dominio de una serie de proteínas que actúen sobre el TTFL y los correspondientes genes (1,11,16,18).

Por un lado, se encuentran las proteínas CLOCK y BMAL-1, unas subunidades del factor de transcripción básico heterodimérico Helix-loop-helix (bHLH) Per-Arnt-Sim (PAS), que actúan como activadores (producto positivo) y, son regulados por los genes periodo Per (Per1, Per2 y Per3) y del criptocromo Cry (Cry1 y Cry2). Por otro, las proteínas PER y CRY, que actúan como represores (producto negativo). Y por último, quinasas (CKI α , CKI δ y CKI ϵ) y fosfatasa (PP1, PP5), que regulan la localización y estabilidad de las proteínas anteriores (3,9,16).

De manera muy breve, el mecanismo consiste en lo siguiente: las proteínas activadoras, CLOCK y BMAL-1, se dimerizan formando el complejo CLOCK:BMAL-1 (activo durante el día, el cual se une a unas secuencias reguladoras conocidas como EBox (5'-CACGTG-3') para activar la transcripción (por la tarde) de los tres genes Per y los

dos genes *Cry*. (7,18) Por la noche, las proteínas PER y CRY se heterodimerizan en el citoplasma traslocándose hasta el núcleo para interactuar con el complejo CLOCK:BMAL-1. Una vez comenzada la degradación de PER y CRY por la acción de las ubiquitinas, la actuación del complejo CLOCK:BMAL-1 se va distendiendo hasta desaparecer y el ciclo comienza de nuevo con la periodicidad característica de 24 horas (Figura 4) (3,5,9,16,18).

Por otro lado, existen factores de transcripción metabólicos que regulan la transcripción de los elementos del mecanismo del reloj celular a través de la competición por el sitio de unión RORE. Estos se conocen como REV-ERB α y ROR α . REV-ERB α es un factor regulado por la adipogénesis que inhibe a BMAL-1 al unirse a RORE. Y ROR α , factor implicado también en la homeostasis lipídica que, al contrario del primero, activa a BMAL-1 al unirse a RORE (Figura 4) (5,9).

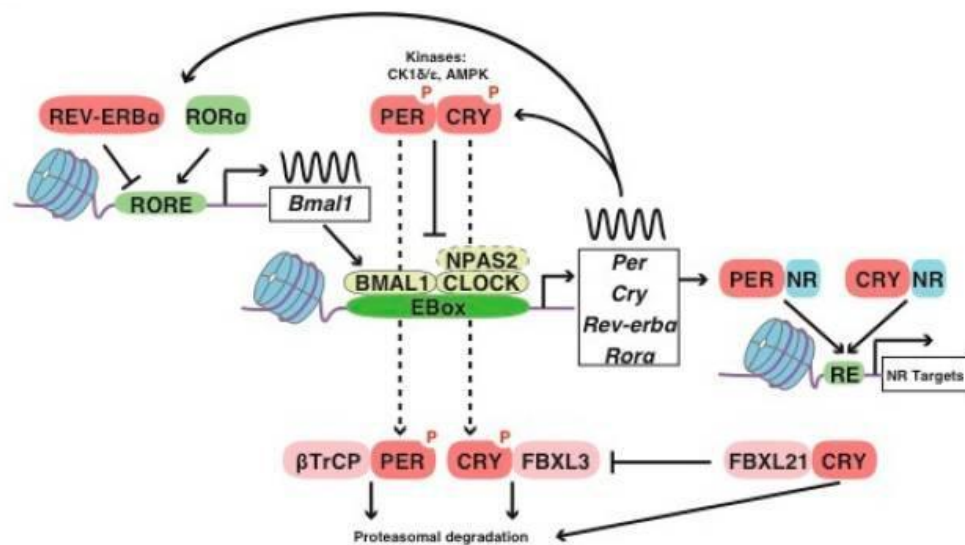


Figura 4. Red del mecanismo molecular del reloj circadiano (5).

Vías metabólicas, los principales metabolitos y su integración con el reloj circadiano

El metabolismo de nutrientes trabaja mediante dos vías principales; la anabólica, que actúa en presencia de alimentos y la catabólica, que actúa en su ausencia. Dado que las necesidades energéticas del organismo varían en función del grado y tipo de actividad y momento en el que se realice, ambas vías se turnan sin participar activamente al mismo tiempo gracias a la sincronización circadiana (22,23).

Para poder mantener la homeostasis energética y, por tanto, un metabolismo funcional y efectivo, los relojes circadianos deben mantener una sincronización recíproca con el hígado, sus vías metabólicas y sus metabolitos. De esta forma, se permiten y producen procesos necesarios para ello. Como por ejemplo, el almacenamiento de nutrientes durante las fases de alimentación para poder utilizar dichas reservas energéticas almacenadas posteriormente en fases de ayuno (1,15).

Además de la evidencia en la presencia de relojes en el metabolismo, varios estudios demuestran que meras disrupciones en los ciclos metabólicos de los diferentes metabolitos, como la ingesta fuera de hora o aportaciones altas de un determinado nutriente en una etapa concreta del día, pueden dañar la actividad del NSQ y con ello la

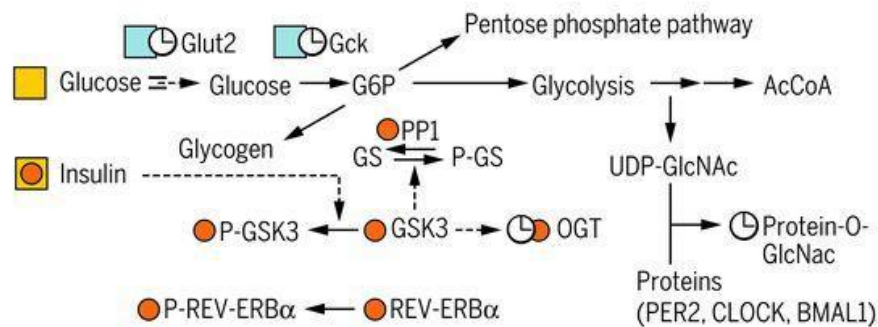
sincronización general originando alteraciones metabólicas. Es lo que se conoce como desalineación circadiana. Dicho esto, es importante tener en consideración tanto el momento como la composición de los alimentos (1,3,9).

Hidratos de carbono y sincronización circadiana

La glucosa, principal sustrato energético para el organismo, a lo largo del día presenta una serie de variaciones en sus niveles plasmáticos, siendo de gran importancia el mantenerlos dentro de sus rangos normales. Para asegurar la homeostasis y evitar la desalineación o desincronización circadiana, con sus posibles efectos para con la salud, los relojes y el metabolismo se sincronizan trabajando sobre los sistemas de detección y señalización (insulina, glucagón, somatostatina, etc.) de glucosa y sus procesos de transformación (9,22).

Vía anabólica y circadiana de los hidratos de carbono

Dentro de la vía anabólica de la glucosa, los principales componentes que presentan una ritmicidad en su actividad durante los periodos de alimentación son los siguientes. En primer lugar, el transportador GLUT2 y la GCK, presentan sus picos de acción más elevados durante las comidas. En segundo lugar, la insulina, a través de una cascada de señalización, activa la glucogénesis, inhibiendo al glucógeno sintasa quinasa (GSK3) y liberando a la glucógeno sintasa (GS). La GSK3 se caracteriza por poseer la capacidad de actuar sobre algunos relojes del sistema circadiano causando alteraciones, por ejemplo; afecta a la estabilidad de REV-ERB. En tercer lugar, la proteína O-GlcNac, la cual interviene en la degradación, o ubiquitinación, de los componentes reloj PER, CLOCK y BMAL-1 (Figura 5) (1,24).



Vía catabólica y circadiana de los hidratos de carbono

Dentro de la vía catabólica, activa durante periodos de ayuno, la ruta metabólica de la glucosa también se ve influida por el mecanismo circadiano. Dado que, ante la necesidad de energía del organismo, el sistema circadiano y el metabolismo movilizan la glucosa de los tejidos para su obtención. De este modo, el NSQ señala a la hormona glucagón, uniéndose está a receptores (proteína G y adelinato ciclasa) que activan la proteína quinasa A (PKA), promoviendo finalmente los procesos de degradación para la obtención del producto en cuestión. Esta PKA fosforila activando la respuesta hacia la AMP cíclica (CREB) para unirse a CRE, activando las fases de transcripción de los componentes reloj Per1 y varios promotores glucogénicos. Por último, señalar el papel del CRY1 como estabilizador ante el efecto del déficit de nutrientes. El cual se encarga

de inhibir a la PKA cuando esta actúa de manera negativa sobre la proteína G o la ciclase de adenilato. Y por el contrario, es degradado por las quinasas activadas por AMP una vez éste alcanza altas concentraciones inducidas por ayunos prolongados (Figura 6) (1,25,26)

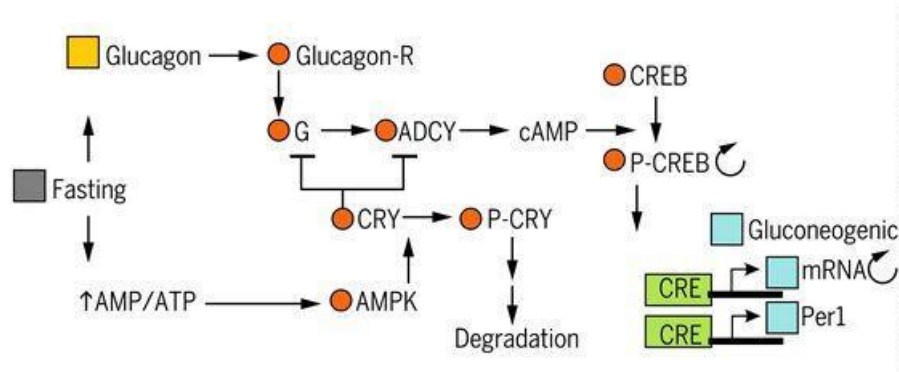


Figura 6: Coordinación del reloj y señales de alimentación (1).

Lípidos y sincronización circadiana

Al igual que en la molécula de la glucosa, el metabolismo de los ácidos grasos también presenta ritmos circadianos frente a respuestas a estados de alimentación o ayuno. Promoviendo en el primero, la activación de las rutas anabólicas de la lipogénesis y en el segundo, la ruta catabólica de la oxidación β (1,15).

Vía anabólica y circadiana de los lípidos

La vía anabólica de la lipogénesis, activada por la alimentación, comienza con la salida del acetil CoA (AcCoA) de la mitocondria hacia el citosol. Una vez ahí, es carboxilado por la enzima acetil CoA carboxilasa (ACACA) para dar lugar al producto de Malonil CoA. La citrato liasa ATP (ACLY), enzima encargada de la síntesis de acetil-CoA, presenta su pico de expresión más alto durante esta etapa, mostrando así ritmos diarios. Además, la entrada de grupos acilo grasos a la célula por la carnitina palmotil transferasa (CPT) 1 Y 2, disminuyen la actividad catabólica. Una vez producidos altos niveles de Malonil CoA, se genera una respuesta que inactiva las CPT, finalizando así la lipogénesis (Figura 7) (1,27-30).

Vía catabólica y circadiana de los lípidos

La vía catabólica de la oxidación β , activada ante la ausencia de alimento durante los periodos de ayuno, comienza su actividad mediante la inducción de la AMPK para que fosforelle a la ACACA, interrumpiendo así la vía anabólica. Por el contrario, tal y como se señaló en el apartado anterior, la CPT1 y CPT2 disminuyen la tasa de actividad de la oxidación β al introducir grupos acilo grasos en la célula (Figura 7) (1).

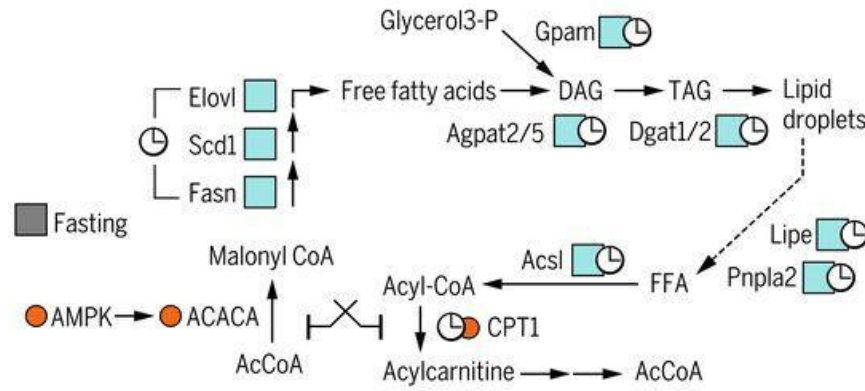


Figura 7: Cascada del proceso metabólico de los lípidos mediante la regulación circadiana (1).

Proteínas y sincronización circadiana

De la misma forma que los anteriores metabolitos, el metabolismo proteico presenta ritmos en respuesta a los procesos de alimentación y ayuno con la activación de sus principales vías. En este caso, la vía anabólica se activa para sintetizar y almacenar proteínas, y la catabólica para la gluconeogénesis, formación de moléculas activas o liberación de amoníaco para la formación de urea (1,28).

Vía anabólica y circadiana de las proteínas

Tras la fase de alimentación el receptor de la insulina quinasa (AKT) activa la vía de traducción proteica mTOR-S6. A su vez, AKT y otra enzima encargada de codificar proteínas (S6K1), fosforilan reclutando al BMAL-1 para promover dicha traducción. Este ritmo es de suma importancia para la síntesis de algunas proteínas vitales para la función del hígado como la albumina, proteínas de la vía complemento, proteína de la unión a retinol o transtiretina (Figura 8) (1).

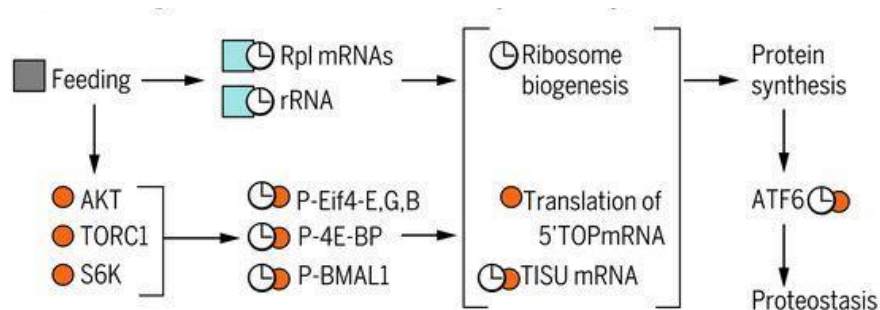


Figura 8. Cascada del proceso metabólico de los aminoácidos mediante la regulación circadiana (1).

Vía catabólica y circadiana de las proteínas

Durante la fase de ayuno los ritmos circadianos regulan, activando, los factores de transcripción KLF15 presentes en los hepatocitos y miocitos. Estos factores modulan la actividad de las enzimas encargadas de movilizar los aminoácidos del músculo al hígado para su posterior utilización en la gluconeogénesis y producción de amoníaco para el ciclo de la urea (1,31).

Nutrientes y hora de la ingesta o timing, implicación para con la salud

La hora de la comida, también conocida con el término de moda *timing*, y su frecuencia, son dos factores que influyen notoriamente sobre los procesos metabólicos de los principales componentes energéticos (glucosa y lípidos) y plásticos (proteínas) del organismo, y consecuentemente, sobre la sincronización que mantienen con el sistema circadiano (5,6,32). De esta forma, estos procesos manifiestan a lo largo del día variaciones en el pico de expresión de su actividad siendo, en algunos casos, mayor en las primeras horas y, en otros, hacia las últimas horas del día. Por lo que, el consumo de dichos componentes fuera de las etapas correspondientes a su mayor tolerancia, puede generar alteraciones metabólicas, a la vez que disrupciones circadianas, claudicando en enfermedades como dislipemias y/o diabetes (3,5,6,19,32).

Efectos de los nutrientes y la hora en la salud

Comprender los roles de los nutrientes a cada hora del día dentro del sistema circadiano nos acerca hacia el desarrollo de una salud de calidad. Pues como se comentaba anteriormente, la regulación circadiana de estos componentes supone el mantenimiento de gran parte de procesos derivados de la fisiología metabólica. En donde simples y mínimas desalineaciones, pueden generar una amplia lista de patologías, tales como; intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina, obesidad, dislipemias, cardiopatías, inflamación crónica, hepatopatías, aumento del riesgo de cáncer e incluso problemas a nivel muscular (1,3,6,15).

Un mal plan de ingesta de hidratos de carbono conlleva a un desajuste de los mismos. Incidiendo más agudamente sobre personas cuya tolerancia es más débil, como es el caso de las personas que presentan Diabetes Mellitus tipo 2. Se ha observado que una alta ingesta nocturna de hidratos de carbono en este grupo, y sobre todo en personas con obesidad, produce hiperglucemias graves de larga duración. Lo que se traslada de igual manera a personas prediabéticas, haciendo que durante estos periodos pasen a ser diabéticos y sufran sus mismos efectos. Todo ello debido al deterioro en la tolerancia de este nutriente a causa de una mala respuesta de la actividad de la insulina durante este periodo del día. Por lo tanto, su ingesta en la noche debería ser reducida, sobre todo en diabéticos y prediabéticos (3,6,32-34,37).

Las ingestas abusivas de grasa, en las etapas de la mañana o del mediodía, interfieren en el metabolismo hepático haciendo que los AGL se vean aumentados en sangre. Esto conlleva a que se origine resistencia a la insulina, derivando en el desarrollo de hiperglucemias mantenidas durante el resto del día. En el caso de que se lleven a cabo ingestas altas de grasa en las etapas nocturnas, esto puede generar un aumento de ácidos grasos insaturados y pro inflamatorios, mayormente TRG, aumentando el riesgo del desarrollo de enfermedades relacionadas con la vascularidad sanguínea. Entre las que se destacan; arterioesclerosis, dislipemias, accidente cerebrovascular y cardiopatías (32-35,38).

En relación a la ingesta proteica, su mala práctica puede producir desajustes en los ritmos encargados en la regulación del mediador de la movilización de aminoácidos en ayunas (KLF15). Dicho esto, una comida hiperproteica nocturna es capaz de originar alteraciones metabólicas tipo hipoglucemias, hiperamonemia e incluso deterioros en el ciclo de la urea (31,39).

Hidratos de carbono en el timing

La mayoría de estudios (6,21,22) señalan que los picos máximos de expresión de los hidratos de carbono se producen hacia horas tempranas de la mañana, disminuyendo su tolerancia con el paso del día. Hecho que se correlaciona, en algunos casos y en otros no, con la secreción de la insulina (3,5,6,32,33).

Un estudio llevado a cabo en 2017 por Kessler y cols (32) evaluó estas respuestas glucémicas sometiendo a sujetos sanos a dos tipos de dietas separadas en el tiempo. Un grupo ingería una comida alta en hidratos de carbono (HC; High Carbohydrate) en la mañana y una comida alta en grasas (HF; High Fat) en la tarde (HC/HG), y otro grupo lo realizaba en el orden inverso (HG/HF). Tras ello, en sujetos sin alteración en la tolerancia de glucosa, observaron que las ingestas HC en la mañana producían niveles de glucosa en sangre con un pico de expresión mayor frente a la tarde. Además, tras las ingestas en la tarde los niveles persistían permaneciendo más tiempo a diferencia de la mañana en donde decaían a una velocidad mayor. Simultáneamente sucedió lo mismo con los niveles de insulina. En donde la respuesta, la sensibilidad y la secreción fueron menores en fases últimas del día.

Otro estudio realizado en 2019 por Jamshed y cols (33) analizó los efectos de la restricción en el tiempo de la ingesta (TRF; Time-restricted feeding) mediante la realización de 3 comidas (desayuno, merienda y cena) repartidas en 6 horas versus la ingesta de 3 comidas repartidas en 12 horas (grupo control). Respecto al primer grupo se observó que, a pesar de mantenerse constantes los niveles de glucosa sin ninguna variación durante el periodo de ingestas, se produjo una disminución durante la fase de descanso. En el segundo grupo (grupo control) contemplaron en sus resultados que no se había producido demasiada diferencia entre las acrofases de las distintas comidas. Apreciando levemente una actividad mayor de glucosa en la fase activa de la mañana que en la de descanso de la tarde, al igual que ocurrió con la insulina. A pesar de ello, señalaron que en el desayuno el tiempo de desaparición del pico de la glucosa fue más corto y rápido que en el resto de comidas.

Para otro estudio desarrollado en 2017 por Versteeg y cols (34) se examinó la influencia de la luz sobre la glucemia en sujetos diabéticos y sanos, simulando las fases de actividad (mañana) y descanso (noche) mediante diferentes intensidades de luz (luz brillante y luz tenue). En consecuencia, no apreciaron demasiada variación en los niveles de glucosa en sujetos sanos en ambos niveles de luz. En concreto, ni los niveles de glucosa ni insulina en ayunas y postprandiales fueron diferentes en luz brillante y tenue. A diferencia de los anteriores, los diabéticos mostraron un aumento de los niveles de glucosa con luz brillante frente a la tenue, pero sin apenas variación en el caso de la insulina. Por lo que concluyeron que la luz ambiental de la fase activa, puede modificar los niveles de glucosa en sujetos diabéticos.

En otro estudio realizado en 2018 por Takahashi y cols (6) se examinó el efecto del tiempo (mañana vs. tarde) de comida en el metabolismo de glucosa postprandial en sujetos sanos. Se les suministró una comida en la mañana (9:00 h) tras diez horas de ayuno y otra en la tarde (17:00 h) tras 4 horas de ayuno. En ambos tiempos no se observan apenas diferencias. Únicamente señalar que en el caso de la insulina sus niveles se vieron más elevados en la mañana frente a la noche. Mientras que los niveles glucémicos (Figura 13 A) fueron más elevados en la noche que en la mañana.

Lípidos en el timing

En cuanto a los ritmos metabólicos que presentan los lípidos, casi de igual manera que la glucosa, su pico de expresión en la mayoría de tipos es más alto durante la mañana, pero en este caso, prolongándose hasta el mediodía (3,35).

Para el estudio llevado a cabo en 2017 por Kessler y cols (32), basado en la ingesta de dos tipos de dietas (HC/HF) distribuidas en diferentes etapas del día, se concluyó que en la dieta HF no se mostraron grandes diferencias en los niveles de ácidos grasos libres entre los distintos momentos de ingesta. Aun así, se advirtió un leve aumento de estos durante todo el día en sujetos con intolerancia a la glucosa. Concretamente, su pico se mantuvo más acusado durante la etapa de la tarde. Lo que generó una resistencia en la insulina disminuyendo aún más la tolerancia de la glucosa con el paso del día.

Así mismo, en el estudio realizado en 2019 por Jamshed y cols (33) en donde se analizó los efectos de la TRF mediante la ingesta de 3 comidas repartidas entre diferentes intervalos de tiempo. Se observó, que en ambos casos las concentraciones de lípidos en general eran más prominentes durante el día que durante la noche, concretamente el colesterol total, LDL, HDL y AGL. Los triglicéridos (TRG) fueron la única excepción que se elevó durante la noche.

Respecto al estudio desarrollado en 2017 por Versteeg y cols (34) en el que se examinó la influencia de la luz sobre la glucemia en sujetos diabéticos y sanos, reflejando las fases de actividad y descanso, se advirtió de que en sujetos sanos la exposición a la luz brillante incrementó las concentraciones en ayunas y postprandial de TRG pero no la de los AGL. En sujetos con diabetes tipo 2 los niveles de TRG se vieron también aumentados a la exposición de luz brillante, aunque en este caso aún más. Para los AGL no hubo diferencia significativa en cuanto variaciones observadas.

Alejándonos de estos estudios, los cuales coincidían en el análisis de glucosa y lípidos, nos encontramos ante otras investigaciones con relacionadas con el metabolismo de lípidos. Una de ellas elaborada en 2018 por Poggiogalle y cols (3) señala que las moléculas de HDL y LDL manifiestan sus niveles más elevados entorno a rangos del mediodía. Pudiendo establecer la 13:00 h como media de estos rangos. Otro estudio realizado en 2015 por Sennels y cols (36) destaca que los ritmos de los TRG y dicialglicéridos varían mostrando picos en la tarde sobre las 15:00 h y en la noche de 17:45-20:00 h.

Proteínas en el timing

Acerca de la relación entre la hora de ingesta y los ritmos de la actividad de las proteínas, el estudio llevado a cabo en 2018 por Takahashi y cols (6) en el que se examinó el efecto de los cambios metabólicos postprandiales entre la comida de la mañana y de la tarde en sujetos sanos, se descubrió que algunos aminoácidos como la leucina, lisina, histidina, triptófano, arginina, asparagina, ácido glutámico, ácido glicérico o ácido aspártico, entre otros, describieron niveles más elevados durante la mañana.

En otro estudio realizado en 2012 por Jeyaraj y cols (31), en donde se analizó la regulación circadiana del factor de transcripción proteico KLF15 (mediador de la movilización de aminoácidos en ayunas) en ratones. Concluyó que una dieta rica en proteínas alteraba el metabolismo gravemente afectando a este factor. Presentando sobre todo niveles en sangre de aminoácidos totales, aminoácidos ramificados (BCAAS) y urea más prominentes sobre la noche.

Conclusiones

Estudios como el de Takahashi, Kessler o Jamshed (6,32,33), establecen que la ingesta de hidratos de carbono durante las primeras horas del día refleja picos máximos de expresión de glucosa en sangre frente a niveles menores producidos en las horas finales del día. Acompañado a su vez, de una mayor velocidad en la disminución de dicho pico máximo. Además, estas respuestas de glucosa se ven reflejadas en la actividad de la insulina. Pues los niveles de esta son menores en la noche que en la mañana. Lo que confirma una disminución de la tolerancia de la glucosa con el avance del día, en relación a la baja actividad de la insulina hacia horas finales. Sin embargo, en personas que presentan intolerancia a la glucosa (posibles diabéticos), los niveles de glucosa e insulina se ven aún más incrementados en estas etapas del día a pesar de seguir el mismo patrón que en sujetos sanos. A diferencia de lo anterior, otro estudio realizado por Verteeg R et al (34), apunta que en ambos casos no se producen diferencias entre los niveles de glucosa e insulina en sujetos sanos. De nuevo, únicamente aparecen alteraciones y discrepancias entre los sujetos con diabetes, pero en este caso, viéndose aún más altos los niveles de glucosa en presencia de luz diurna. Con todo ello, se subraya que la ingesta nocturna de hidratos de carbono exacerba los niveles de glucosa en el tiempo produciendo hiperglucemias graves y de larga duración en diabetes, prediabetes y obesidad a causa del detrimento de la acción de la insulina (3,6,32).

En razón a la ingesta de lípidos, estudios como el de Poggiogalle, Verteeg o Sennels (3,34,36) declaran que los ácidos grasos libres son las moléculas lipídicas que presentan una mayor afinidad en su actividad en las últimas horas del día. En contraposición, el estudio desarrollado por Jamshed y cols (33), señala que los ácidos grasos libres presentan una mejor tolerancia, a causa de una actividad más eficiente, durante las primeras horas del día. Por otro lado, los estudios realizados por Poggiogalle, Jamshed y Sennels (3,33,36) apuntan que la molécula de los TRG presenta una mayor actividad, nuevamente, en etapas finales del día. A diferencia de estos, el estudio elaborado por Verteeg y cols (34) lo contradice, defendiendo que esto se produce en etapas tempranas. En referencia a la actividad diaria del colesterol total, HDL y LDL, Jamshed y cols (33) son los únicos que incluyen en su valoración dichos valores. Señalando su mayor tolerancia hacia horas cercanas a la mañana y mediodía. En referencia a las personas con intolerancia a la glucosa o predisposición a ello, el estudio realizado por Kessler y cols (32), apunta que una ingesta rica en grasas en la mañana aumenta los niveles de AGL manteniéndolos en el tiempo por bastantes horas. Y cuyos picos más altos, se generan en la noche al contrario que en sujetos sanos. Lo que se correlaciona con el desarrollo de resistencia de la insulina y por ende con la disminución de tolerancia de glucosa, claudicando finalmente en hiperglucemias nocturnas. Además, el estudio de Verteeg y cols (34) repunta esto, indicando que los niveles altos de TRG nocturnos se ven aún más aumentados en este grupo de la población. A pesar de la

desigualdad de resultados, todos estos estudios ceden ante el mismo hecho. Y es que, la mala ingesta horaria de lípidos se relaciona con el aumento de la probabilidad para el desarrollo de arterioesclerosis y, con ello, el derive a afecciones agudas como; accidente cerebrovascular, ataque cardiaco y cardiopatías (32-35).

En relación a la hora de la ingesta de las proteínas y su efecto/influencia sobre su actividad, únicamente se encontraron dos estudios con resultados enfrentados. Por un lado, Takahashi y cols (6), establecen que los niveles máximos de determinados aminoácidos (leucina, lisina, histidina, triptófano, etc.) postprandiales, se producen en la mañana (6). Mientras que, por otro lado, Jeyaraj y cols (31) difieren en ello, resaltando que la ingesta rica de proteínas genera alteraciones en el factor de transcripción KLF15 induciendo a un aumento de aminoácidos plasmáticos agravándose en etapas nocturnas. Esto genera un incremento de los niveles de aminoácidos totales, BCAAS y urea. Aumentando al mismo tiempo el riesgo de la aparición de alteraciones metabólicas como; hipoglucemias, hiperamonemia e incluso, deterioros en el ciclo de la síntesis de urea (31,39).

Todos estos contrastes de resultados entre estudios se pueden observar en la figura adjuntada a continuación (Figura 17) (3,6,31,32,33,34,35,36,):

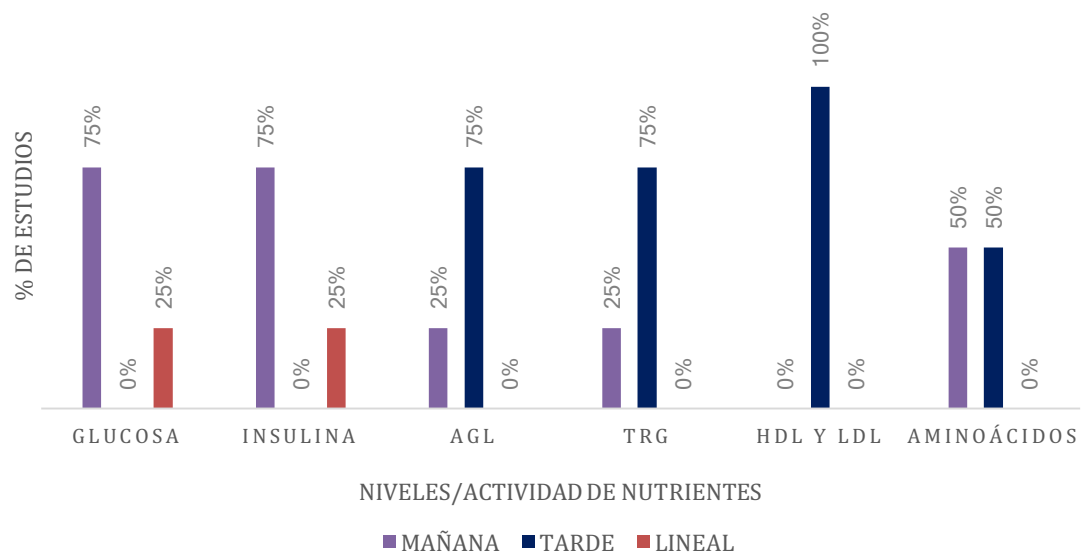


Figura 17. Actividad de los nutrientes en las diferentes horas del día según diferentes estudios.

Sin embargo, tal y como se puede observar, los estudios citados a lo largo de esta revisión presentan resultados enfrentados que limitan el desarrollo de unas conclusiones claras y fiables en cuanto al conocimiento sobre la relación entre la hora de la ingesta y su efecto sobre el metabolismo de los principales nutrientes. Divergencias atribuidas a uno o más factores, pero fundamentalmente al diseño de cada estudio. Ya que cada uno presenta diferentes criterios de inclusión y de exclusión, diferentes periodos de tiempo (la mayoría a corto plazo, algo desfavorable para la obtención de datos consistentes), diferentes métodos de intervención (en algunos casos las dietas no fueron bien definidas o adaptadas a cada sujeto o hubo ausencia de asesoramiento nutricional), así como también los métodos e instrumentos utilizados en la recogida y análisis de datos.

Con todos ello se concluye en que la hora de la ingesta es un determinante sobre la actividad y respuesta de los principales nutrientes, pues ejerce un efecto sobre la

sincronización que los procesos metabólicos mantienen con el sistema circadiano. La mayoría de resultados coinciden en que los ritmos de expresión máximos de la glucosa, y por tanto de actividad, se producen durante las primeras horas del día. Abandonando su tolerancia, debido a la disminución de actividad de la insulina, con el progreso del día. En cuanto a la ingesta de lípidos, sus ritmos de expresión son más prominentes en etapas nocturnas, decayendo en las matutinas. Respecto a los ritmos de expresión de las proteínas/aminoácidos no existen datos concluyentes debido a la oquedad para con su estudio. Todos estos resultados parecen ser lógicos, ya que las primeras horas del día se relacionan con la fase más activa del organismo. A pesar de ello, el objetivo de esta investigación debe ser estudiado con mayor profundidad para poder tener una información más exacta y fiable, que pueda ser trasladada y aplicada, para el conocimiento del mantenimiento, mejora y/o prevención de la salud del ser humano.

Referencias

- (1) Panda S. Circadian physiology of metabolism. *Science*. 25 de noviembre de 2016;354(6315):1008-15. Disponible en: [10.1126/science.aah4967](https://doi.org/10.1126/science.aah4967)
- (2) McKenna H, van der Horst GTJ, Reiss I, Martin D. Clinical chronobiology: a timely consideration in critical care medicine. *Crit Care*. 11 de mayo de 2018;22(1):124. Disponible en: [10.1186/s13054-018-2041-x](https://doi.org/10.1186/s13054-018-2041-x)
- (3) Poggiogalle E, Jamshed H, Peterson CM. Circadian regulation of glucose, lipid, and energy metabolism in humans. *Metabolism*. Julio de 2018;84:11–27. Disponible en: [10.1016/j.metabol.2017.11.017](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.11.017)
- (4) Johnston JD, Ordovás JM, Scheer FA, Turek FW. Circadian Rhythms, Metabolism, and Chrononutrition in Rodents and Humans. *Adv Nutr*. 9 de marzo de 2016;7(2):399-406. Disponible en: [10.3945/an.115.010777](https://doi.org/10.3945/an.115.010777)
- (5) Maury E. Off the Clock: From Circadian Disruption to Metabolic Disease. *Int J Mol Sci*. 30 de marzo de 2019;20(7):E1597. Disponible en: [10.3390/ijms20071597](https://doi.org/10.3390/ijms20071597)
- (6) Takahashi M, Ozaki M, Kang M-I, Sasaki H, Fukazawa M, Iwakami T, et al. Effects of Meal Timing on Postprandial Glucose Metabolism and Blood Metabolites in Healthy Adults. *Nutrients*. 14 de noviembre de 2018;10(11):E1763. Disponible en: [10.3390/nu10111763](https://doi.org/10.3390/nu10111763)
- (7) Kessler K, Hornemann S, Rudovich N, Weber D, Grune T, Kramer A, et al. Saliva Samples as A Tool to Study the Effect of Meal Timing on Metabolic And Inflammatory Biomarkers. *Nutrients*. 28 de enero de 2020;12(2):340. Disponible en: [10.3390/nu12020340](https://doi.org/10.3390/nu12020340)
- (8) Montaruli A, Castelli L, Mulè A, Scurati R, Esposito F, Galasso L, Roveda E. Biological Rhythm and Chronotype: New Perspectives in Health. *Biomolecules*. 24 de marzo de 2021;11(4):487. Disponible en: [10.3390/biom11040487](https://doi.org/10.3390/biom11040487)
- (9) Oosterman JE, Kalsbeek A, la Fleur SE, Belsham DD. Impact of nutrients on circadian rhythmicity. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 1 de marzo de 2015;308(5):R337-350. Disponible en: [10.1152/ajpregu.00322.2014](https://doi.org/10.1152/ajpregu.00322.2014)
- (10) Mazri FH, Manaf ZA, Shahar S, Mat Ludin AF. The Association between Chronotype and Dietary Pattern among Adults: A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health*. 20 de diciembre de 2019;17(1):68. Disponible en: [10.3390/ijerph17010068](https://doi.org/10.3390/ijerph17010068)

- (11) Dibner C, Schibler U. Circadian timing of metabolism in animal models and humans. *J Intern Med.* Mayo de 2015;277(5):513-27. Disponible en: 10.1111/joim.12347
- (12) Weger BD, Gobet C, David FPA, Atger F, Martín E, Phillips NE, Charpagne A, Weger M, Naef F, Gachon F. Systematic analysis of differential rhythmic liver gene expression mediated by the circadian clock and feeding rhythms. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 19 de enero de 2021;118(3):e2015803118. Disponible en: 10.1073/pnas.2015803118
- (13) Moreno C. The recognition of Chronobiology in Science. *Sleep Sci.* Febrero de 2018;11(1):1. Disponible en: 10.5935/1984-0063.20180001
- (14) Sehgal A. Physiology Flies with Time. *Cell.* 30 de noviembre de 2017;171(6):1232-5. Disponible en: 10.1016/j.cell.2017.11.028
- (15) Mukherji A, Bailey SM, Staels B, Baumert TF. The circadian clock and liver function in health and disease. *J Hepatol.* Julio de 2019;71(1):200-211. Disponible en: 10.1016/j.jhep.2019.03.020
- (16) Partch CL, Green CB, Takahashi JS. Molecular Architecture of the Mammalian Circadian Clock. *Trends Cell Biol.* Febrero de 2014;24(2): 90-9. Disponible en: 10.1016/j.tcb.2013.07.002
- (17) Roenneberg T, Mewes M. The Circadian Clock and Human Health. *Curr Biol.* 23 de mayo de 2016;26(10):R432-443. Disponible en: 10.1016/j.cub.2016.04.011
- (18) Takahashi JS. Transcriptional architecture of the mammalian circadian clock. *Nat Rev Genet.* Marzo de 2017;18(3):164–79. Disponible en: 10.1038/nrg.2016.150
- (19) Paoli A, Tinsley G, Bianco A, Moro T. The Influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting. *Nutrients.* Abril de 2019; 11(4): 719. Disponible en: 10.3390/nu11040719
- (20) Shaw E, Leung GKW, Jong J, Coates AM, Davis R, Blair M, et al. The impact of time of day on Energy Expenditure: Implications for Long-Term Energy Balance. *Nutrients.* 6 de octubre de 2019;11(10):2383. Disponible en: 10.3390/nu11102383
- (21) Chauchan R, Chen K-F, Kent BA, Crowther DC. Central and peripheral circadian clocks and their role in Alzheimers disease. *Dis Model Mech.* 1 de octubre de 2017; 10(10): 1187–99. Disponible en: 10.1242/dmm.030627
- (22) Kumar Jha P, Challet E, Kalsbeek A. Circadian rhythms in glucose and lipid metabolism in nocturnal and diurnal mammals. *Mol Cell Endocrinol.* 15 de diciembre de 2015;418 Pt 1:74–88. Disponible en: 10.1016/j.mce.2015.01.024
- (23) Albrecht, U. The circadian clock, metabolism and obesity. *Obesity Reviews.* Febrero de 2017;18 Suppl, 1:25–33. Disponible en: 10.1111/obr.12502
- (24) Li MD, Ruan HB, Hughes ME, Lee JS, Singh JP, Jones SP, Nitabach MN, Yang X. O-GlcNAc signaling entrains the circadian clock by inhibiting BMAL1/CLOCK ubiquitination. *Cell Metab.* 5 de febrero de 2013;17(2):303-10. Disponible en: 10.1016/j.cmet.2012.12.015
- (25) Zhang EE, Liu Y, Dentin R, Pongsawakul PY, Liu AC, Hirota T, Nusinow DA, Sun X, Landais S, Kodama Y, Brenner DA, Montminy M, Kay SA. Cryptochrome mediates circadian regulation of cAMP signaling and hepatic gluconeogenesis. *Nat Med.* 1 de octubre de 2010;16(10):1152-6. Disponible en: 10.1038/nm.2214
- (26) Narasimamurthy R, Hatori M, Nayak SK, Liu F, Panda S, Verma IM. Circadian clock protein cryptochrome regulates the expression of proinflammatory cytokines. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 31 de julio de 2012;109(31):12662-7. Disponible en: 10.1073/pnas.1209965109

- (27) Shi L, Tu BP. Acetyl-CoA and the regulation of metabolism: mechanisms and consequences. *Curr Opin Cell Biol.* Abril de 2015;33:125–31. Disponible en: 10.1016/j.ceb.2015.02.003
- (28) Hussain MM, Pan X. Circadian Regulation of Macronutrient Absorption. *J Biol Rhythms.* 12 de agosto de 2015;30(6):459–69. Disponible en: 10.1177/0748730415599081
- (29) Neufeld-Cohen A, Robles MS, Aviram R, Manella G, Adamovich Y, Ladeuix B, Nir D, Rousso-Noori L, Kuperman Y, Golik M, Mann M, Asher G. Circadian control of oscillations in mitochondrial rate-limiting enzymes and nutrient utilization by PERIOD proteins. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 22 de marzo de 2016;113(12):E1673-82. Disponible en: 10.1073/pnas.1519650113
- (30) Adamovich Y, Rousso-Noori L, Zwihaft Z, Neufeld-Cohen A, Golik M, Kraut-Cohen J, Wang M, Han X, Asher G. Circadian clocks and feeding time regulate the oscillations and levels of hepatic triglycerides. *Cell Metab.* 4 de febrero de 2014;19(2):319-30. Disponible en: 10.1016/j.cmet.2013.12.016
- (31) Jeyaraj D, Scheer FAJL, Ripperger JA, Haldar SM, Lu Y, Prosdocimo DA, et al. Klf15 orchestrates circadian nitrogen homeostasis. *Cell Metab.* 7 de marzo de 2012;15(3):311–23. Disponible en: 10.1016/j.cmet.2012.01.020
- (32) Kessler K, Hornemann S, Petzke KJ, Kemper M, Kramer A, Pfeiffer AFH, et al. The effect of diurnal distribution of carbohydrates and fat on glycaemic control in humans: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 8 de marzo de 2017;7:44170. Disponible en: 10.1038/srep44170
- (33) Jamshed H, Beyl RA, Della Manna DL, Yang ES, Ravussin E, Peterson CM. Early Time-Restricted Feeding Improves 24-Hour Glucose Levels and Affects Markers of the Circadian Clock, Aging, and Autophagy in Humans. *Nutrients.* 30 de mayo de 2019;11(6):E1234. Disponible en: 10.3390/nu11061234
- (34) Versteeg RI, Stenvers DJ, Visintainer D, Linnenbank A, Tanck MW, Zwanenburg G, et al. Acute Effects of Morning Light on Plasma Glucose and Triglycerides in Healthy Men and Men with Type 2 Diabetes. *J Biol Rhythms.* 20 de marzo de 2017;32(2):130–42. Disponible en: 10.1177/0748730417693480
- (35) Gooley JJ. Circadian regulation of lipid metabolism. *Proc Nutr Soc.* 26 de mayo de 2016 Nov;75(4):440–50. Disponible en: 10.1017/S0029665116000288
- (36) Sennels HP, Jørgensen HL, Fahrenkrug J. Diurnal changes of biochemical metabolic markers in healthy young males - the Bispebjerg study of diurnal variations. *Scand J Clin Lab Invest.* 17 de septiembre de 2015;75(8):686–92. Disponible en: 10.3109/00365513.2015.1080385
- (37) Haldar S, Egli L, De Castro CA, Tay SL, Koh MXN, Darimont C, et al. High or low glycemic index (GI) meals at dinner results in greater postprandial glycemia compared with breakfast: a randomized controlled trial. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020 Apr;8(1):e001099. Disponible en: 10.1136/bmjdr-2019-001099
- (38) Maugeri A, Vinciguerra M. The Effects of Meal Timing and Frequency, Caloric Restriction, and Fasting on Cardiovascular Health: an Overview. *J Lipid Atheroscler.* 15 de enero de 2020;9(1):140–52. Disponible en: 10.12997/jla.2020.9.1.140
- (39) Smeuninx B, Greig CA, Breen L. Amount, Source and Pattern of Dietary Protein Intake Across the Adult Lifespan: A Cross-Sectional Study. *Front Nutr.* 16 de marzo de 2020;7:25. Disponible en: 10.3389/fnut.2020.00025

Fecha de recepción: 08/03/2022
Fecha de revisión: 14/05/2022
Fecha de aceptación: 03/08/2022

MLS - HEALTH & NUTRITION RESEARCH

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



Health & Nutrition
Research

Ruiz, C. T (2022). Impacto del consumo de aminoácidos de cadena ramificada (bcaa) en la diabetes mellitus tipo 2. *MLS Health & Nutrition Research*, 1(2), 123-139

IMPACTO DEL CONSUMO DE AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA (BCAA) EN LA DIABETES MELLITUS TIPO 2

Carlota Tejido Ruiz Ogarrio

Universidad Europea del Atlántico

carlotatejido2000@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8785-1267>

Resumen: Niveles circulantes elevados de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) han sido descritos como un fuerte factor predictor de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). El principal objetivo es evaluar si una dieta rica en estos aminoácidos supone un riesgo para el desarrollo de DM2. Material y métodos: Esta revisión bibliográfica se ha sustentado en artículos científicos seleccionados de diferentes bases de datos. Un total de 23 artículos fueron estudiados en profundidad. Resultados y discusión: Una mayor ingesta de BCAA ha presentado una asociación positiva con la DM2, principalmente si esta proviene de alimentos de origen animal. Asimismo, su restricción selectiva mejora la fisiopatología de la DM2 sin comprometer la ingesta de otros nutrientes esenciales. Al contrario, la suplementación con BCAA no presenta repercusiones negativas para la salud. Conclusión: La ingesta de BCAA si parece estar asociada a un mayor riesgo de padecer DM2; pero esta asociación no puede estudiarse de forma aislada, sino que debe considerarse parte de una interacción compleja de componentes dietéticos, en la cual, la calidad nutricional de los alimentos adquiere un importante papel.

Palabras clave: Diabetes Mellitus tipo 2, resistencia a la insulina, aminoácidos de cadena ramificada, BCAA, ingesta dietética, suplementación.

IMPACT OF BRANCHED-CHAIN AMINO ACID (BCAA) INTAKE ON TYPE 2 DIABETES MELLITUS

Abstract: Elevated circulating levels of branched-chain amino acids (BCAA) have been described as a strong predictor of type 2 diabetes mellitus (DM2). Therefore, the main objective is to evaluate whether a diet rich in these amino acids poses a risk for the development of DM2. Material and methods: This bibliographic review was based on scientific articles selected from different databases. A total of 23 articles were studied in depth. Results and discussion: Higher intake of BCAA has shown a positive association with DM2, especially if it comes from foods of animal origin; similarly, its selective restriction improves the pathophysiology of DM2, without compromising the intake of other essential nutrients. In contrast, BCAA supplementation protocols do not have negative health implications. Conclusion: BCAA intake does appear to be associated with an increased risk of DM2; however, this association cannot be studied in isolation; rather, it should be considered part of a complex interaction of dietary components, in which the nutritional food quality acquires an essential role.

Key words: Type 2 Diabetes Mellitus, insulin resistance, branched chain amino acids, BCAA, dietary intake, supplementation.

Introducción

La Diabetes Mellitus (DM) hace referencia al conjunto de enfermedades metabólicas caracterizadas por alteraciones en la secreción o acción de la insulina, induciendo uno de los signos más característicos de la enfermedad, la hiperglucemia. La DM se puede clasificar en cuatro categorías generales: diabetes mellitus tipo 1 (DM1), diabetes mellitus tipo 2 (DM2), diabetes gestacional (DG) y diabetes secundaria a otras comorbilidades (1).

Dentro de los diferentes tipos de DM, según confirman diversas sociedades (2–4), la DM2 es la más común de todas representado aproximadamente el 90-95% del total de casos de diabetes. La fisiopatología de esta enfermedad se caracteriza por la presencia de resistencia a la insulina (RI) y una secreción deficiente de la misma. En este caso, los síntomas suelen comenzar lentamente y a menor intensidad que en otros tipos de diabetes, consecuentemente, el diagnóstico tiende a diagnosticarse de forma tardía, una vez que ya han surgido complicaciones; todo ello hace que el diagnóstico precoz suponga un gran desafío clínico (5–7).

Actualmente las técnicas diagnósticas utilizadas se basan en la realización de un análisis de la glucemia en ayunas, una prueba de tolerancia a la glucosa o un análisis de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) (1,6,8), estas técnicas son útiles para identificar la enfermedad una vez que ya se hayan producido cambios fisiopatológicos en la homeostasis de la glucemia; y, por lo tanto, resultaría interesante detectar nuevos marcadores que sirvan como indicadores tempranos de la enfermedad. Por ello, en los últimos años se ha intensificado la investigación biomédica basada en la metabolómica para descubrir nuevos biomarcadores que faciliten el diagnóstico temprano de la DM2; entre los estudiados, destacan los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) (9–11).

Los BCAA (valina, leucina e isoleucina) son un tipo de aminoácidos esenciales (EAA) de gran relevancia a nivel metabólico, los cuales participan en procesos desde la síntesis proteica hasta la secreción de insulina (12). Hoy por hoy, se han dedicado numerosas investigaciones (9–11) a estudiar el papel de estos aminoácidos en el organismo. Entre los hallazgos encontrados, se destacan los niveles circulantes elevados de BCAA como un fuerte factor predictor de numerosas enfermedades, entre ellas la DM2. Existe cierta incertidumbre sobre el origen de este aumento y, por lo tanto, surge la hipótesis de si su aporte dietético podría presentar algún tipo de influencia, teniendo en cuenta que la única fuente de estos aminoácidos es a través de la alimentación. La evidencia actual referente al vínculo entre los BCAA dietéticos y sus niveles circulantes parece no estar clara (13–15).

El objetivo de la presente revisión bibliográfica es evaluar si una dieta rica en aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) supone un riesgo para el desarrollo de Diabetes Mellitus Tipo 2; a su vez, también se pretende identificar si una restricción dietética de BCAA podría tener un efecto preventivo en el desarrollo de DM2.

Método

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos científicos a través de diferentes bases de datos; durante el periodo comprendido entre enero y abril de 2022. Quedaron excluidos aquellos estudios realizados en niños, embarazadas, los reportes de casos y resúmenes o cartas al editor; dando prioridad a aquellos ensayos realizados en humanos, artículos de revisión y metaanálisis.

La base de datos que principalmente ha sustentado esta investigación ha sido PubMed; Cochrane Library y Google académico se utilizaron de manera complementaria. Se aplicó una estrategia de búsqueda por palabras clave, facilitando la identificación de las investigaciones; entre las que se destacan “Type 2 Diabetes Mellitus”, “insulin resistance”, “branched chain amino acids”, “BCAA”, “dietary intake” y “supplementation”.

Resultados

Tratamiento dietético-nutricional de la DM2

La terapia nutricional es un componente básico en el abordaje de la DM2; a pesar de ello, actualmente no existe un consenso claro sobre la proporción óptima de macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas) que han de mantener las personas con DM2 con el fin de optimizar el control glucémico; es por ello que numerosos investigadores se han involucrado en la tarea de dilucidar qué tipo de patrón dietético puede ser el más apropiado para la DM2 (6,16,17).

En un metaanálisis, realizado por Papamichou D. *et. al.* (18), compararon la efectividad a medio-largo plazo de diferentes patrones dietéticos para el manejo de la DM2. Los autores concluyen que los patrones dietéticos más efectivos para mejorar el

control glucémico y los factores de riesgo cardiovasculares, teniendo en cuenta la adherencia, son la dieta vegetariana y la mediterránea. Estos resultados también se confirman en otro metaanálisis, Schwingshackl L. *et. al.* (19), el cual establece que el patrón alimentario basado en una dieta mediterránea resulta el más efectivo para controlar la fisiopatología de la DM2.

En otra revisión, realizada por Lewgood J. *et. al.* (20), concluyen que la dieta mediterránea es idónea para la mejora de la salud metabólica y el adecuado manejo de la DM2 y que la alimentación basada en vegetales (dieta vegetariana o vegana) se muestra prometedora en la prevención de la enfermedad. Por otro lado, también proponen estrategias nutricionales que pueden resultar útiles a corto plazo, como el déficit calórico y las dietas bajas en hidratos de carbono, aunque se requieren más investigaciones para confirmar sus efectos en DM2 (Figura 1).

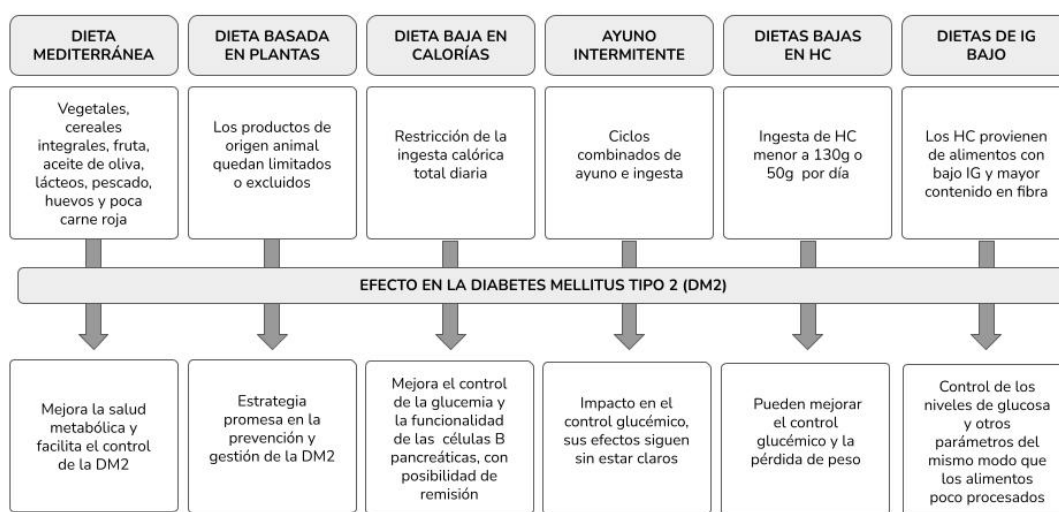


Figura 1. Estrategias dietéticas y resultados para el manejo de la DM2. Fuente: Adaptado de Lewgood J. *et. al.* (2020) (20).

A pesar de ello, en ocasiones se opta por patrones alimentarios alternativos entre los que se destaca el uso de la dieta hiperproteica (HP), donde el aporte proteico supone aproximadamente un 30% del contenido calórico total de la dieta (21). No se han demostrado efectos significativos en la mejora del control glucémico (21–24), de hecho, un consumo proteico mayor (principalmente de origen animal) se ha relacionado con una mayor prevalencia de DM2 debido a su implicación en el metabolismo de la glucosa y de la insulina (24–26).

Metabolismo de los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA)

Los BCAA hacen referencia a la leucina, isoleucina y valina (Leu:Ile:Val), entendidos como una única entidad, los cuales, como su propio nombre indica, presentan una estructura ramificada. Son un tipo de aminoácidos esenciales (EAA), es decir, nuestro organismo no es capaz de sintetizarlos, por lo que deben ser aportados a través de la dieta. Consecuentemente, en condiciones homeostáticas, debe existir un equilibrio entre su ingesta y su eliminación (12,27,28).

Los valores séricos normales para un adulto se establecen en intervalos de: 66-170 $\mu\text{mol/L}$ para la leucina, 42-100 $\mu\text{mol/L}$ para la isoleucina y 150-310 $\mu\text{mol/L}$ para la valina. Lo que supondría una media de 590 $\mu\text{mol/L}$ para los BCAA totales (29); teniendo en consideración que el 80% de estos valores viene determinado por su ingesta y el 20% restante lo determinan los productos de su metabolismo (14).

El metabolismo de los BCAA difiere del resto de aminoácidos en que, el hígado no es el destino metabólico principal, debido a la ausencia de aminotransferasas de BCAA (BCAT). En cambio, estos son transaminados (transferencia de un grupo amino desde un aminoácido a un α -cetoácido) en otros tejidos extrahepáticos, entre los que destaca el músculo esquelético, gracias a su alta actividad de BCAT (30–32). En este proceso, se originan α -cetoácidos de cadena ramificada (BCKA), los cuales ya pueden ser captados por el hígado. En este momento pueden, o bien destinarse al proceso de síntesis de proteínas, o bien ser oxidados para mantener el equilibrio ingesta-pérdida de BCAA (12,33).

Debido a que el metabolismo de los BCAA se produce principalmente en las mitocondrias del tejido periférico, una correcta funcionalidad mitocondrial ejercerá un trascendente impacto en los niveles de BCAA plasmáticos (26).

Para que se produzca la síntesis de proteínas, principalmente en el músculo esquelético, se requiere de dos factores imprescindibles: una señal anabólica y cantidades suficientes de aminoácidos. Particularmente, los BCAA (especialmente la leucina) actúan como promotores de dicha señal anabólica, lo que explica su creciente interés como ayuda ergogénica en el deporte (12). A pesar de ello, estos no actúan solos, si no que requieren de otros promotores de carácter hormonal, como la insulina, para que este proceso se desencadene. Esta combinación de señales hormonales y aminoácidos, a su vez, coincide con la activación máxima de la diana mecanicista de la rapamicina (mTOR), regulador principal del crecimiento celular y de la síntesis de proteínas. Concretamente, dentro de las funciones de regulación y señalización que desempeñan los BCAA, cabe subrayar su rol significativo en la activación del mTOR (12,31).

Como se ha desarrollado anteriormente, si los BCAA no se reincorporan al conjunto de proteínas, estos serán oxidados para mantener el equilibrio. En este proceso se produce una descarboxilación oxidativa mediada por el complejo enzimático conocido como α -cetoácido deshidrogenasa de cadena ramificada (BCKDH), cuya actividad se encuentra elevada en el hígado y disminuida en el resto del organismo (músculo esquelético, corazón, riñón, tejido adiposo y cerebro). Los productos finales obtenidos en el proceso son el acetyl-CoA y el succinil-CoA; estos participan en el trascurso del ciclo de Krebs, cuya finalidad es producir adenosín trifosfato (ATP), nucleótido energético por excelencia (30,31).

Siguiendo una secuencia lógica, este proceso de oxidación se verá aumentado tras la ingesta. Sin embargo, existen otros procesos que pueden favorecer su incremento, como es el ejercicio o inanición (12,32). En la siguiente imagen (Figura 2) aparece representada de manera esquemática todos los procesos comentados anteriormente.

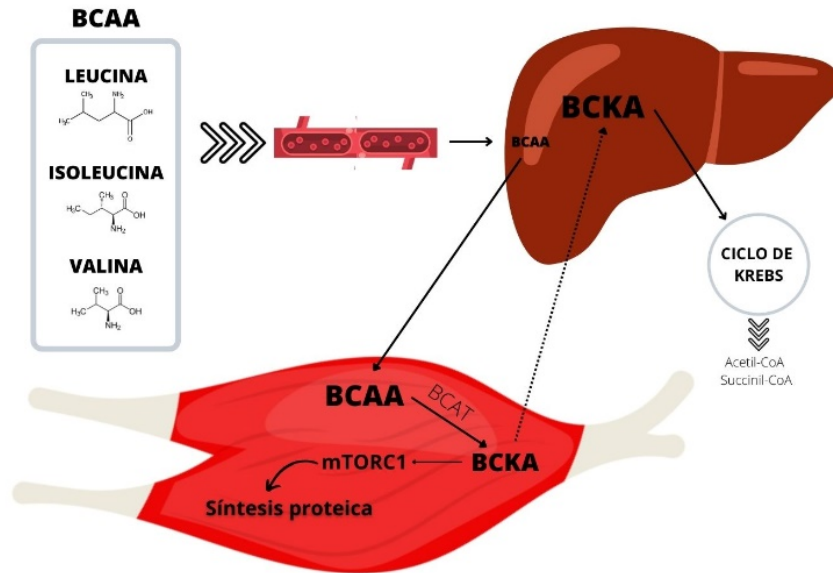


Figura 2. Metabolismo de BCAA, los cuales, tras su ingreso al organismo a través de los alimentos, se destinan tanto para sintetizar proteínas como para degradarse en el ciclo de Krebs obteniendo otros metabolitos secundarios. Fuente: Elaboración propia.

BCAA y Resistencia a la Insulina (RI)

Los primeros estudios que notifican alteraciones en los niveles circulantes de BCAA en pacientes con diabetes o resistencia a la insulina datan los años 60 (35,36). Desde entonces se han intensificado las investigaciones biomédicas dedicadas a estudiar dicho fenómeno; aunque actualmente se siguen discutiendo los orígenes de este aumento de BCAA en la fisiopatología de la DM2, sobre todo, en su correlación con la RI (13,14).

La característica más relevante y común en la patología de la DM2 es la RI; condición en la cual las células dejan de responder adecuadamente a esta hormona, necesiéndose cada vez en mayores cantidades para producir el mismo efecto. Esta situación mantenida en el tiempo, promueve la hiperglucemia, síntoma clínico principal de la DM2 (1,37). Se ha puesto en manifiesto que existe una etapa previa a la RI en la que existe una hiperinsulinemia desregulada. En esta situación se mantienen niveles elevados de insulina sin ocasionar hipoglucemia, lo que causa una desensibilización de la respuesta de los receptores de insulina (IRS-1) y, consecuentemente, se produce la RI (38-40).

A pesar de que se ha nombrado en numerosas ocasiones la correlación existente entre los BCAA y la RI (12,30,32,33,35,41,42), por el momento, no se comprenden íntegramente los mecanismos subyacentes que los relacionan.

Por un lado, se apoya la hipótesis de que el aumento de BCAA actúa como promotor de la RI. Esta teoría principalmente se sustenta en la situación de

hiperactivación del mTOR (en concreto, mTORC-1) ocasionada por el aumento de BCAA. Esta hiperactivación provoca un aumento en la degradación de los receptores de insulina (IRS-1) y un descenso en la hormona sensibilizadora de la insulina (FGF21) interfiriendo en la señalización de la misma (30,32–34,41,43). A su vez, la señalización de la insulina igualmente se ve alterada por medio de la inflamación y el estrés oxidativo, desencadenado por el almacenamiento de lípidos en los músculos que provocan los BCAA y sus metabolitos (32,34,42,44).

1. Por el contrario, también existe la teoría de que es, en un primer momento, la RI la que induce el aumento de los BCAA. Algunos de los mecanismos que provocan su incremento se pueden resumir en: una situación de hiperinsulinemia sistémica debido a la RI, la presencia de marcadores genéticos que inducen a la RI (42) y, por último, se plantea que el primer desencadenante de su incremento surge de la presencia de RI a nivel cerebral (31).

Una revisión reciente elaborada por White P.J. *et. al.* (42) aporta una visión integral de la asociación BCAA-RI, en la que se incluyen todos los mecanismos mencionados anteriormente. Los autores proponen que, en las primeras etapas de la DM2, en las que ya existe RI, se producen elevaciones en los niveles de BCAA. Estas elevaciones están mediadas por la presencia de variantes genéticas predisponentes, altos niveles de adiposidad (sobre todo abdominal), alteraciones de su metabolismo en el hígado y alteraciones en la microbiota. Los BCAA, una vez elevados, contribuyen al desarrollo de fenotipos de enfermedades por medio de la acumulación de lípidos en el músculo, la hiperactivación de los mecanismos de síntesis de proteínas (mTOR) o la depleción de los niveles de triptófano produciendo la hiperfagia y cambios en el comportamiento.

Finalmente, la mayoría de los estudios (12,30–33,43) concluyen que la relación BCAA-RI surge de una ruta catabólica de BCAA deteriorada, lo que conduce a su acumulación en sangre. De hecho, se ha sugerido utilizar las vías de señalización y metabolismo de los BCAA como dianas terapéuticas para el tratamiento de la RI (43).

Microbiota Intestinal y BCAA

Curiosamente, la microbiota intestinal también juega un importante papel en el incremento patológico de los niveles de BCAA circulantes. La microbiota intestinal forma un complejo ecosistema en el tracto gastrointestinal, el cual está constituido por diferentes microorganismos (bacterias, arqueas, virus, hongos, protozoos...) (45–48).

Al igual que la dieta, la microbiota supone una fuente sustancial de estos nutrientes. De hecho, se ha notificado una diferencia entre los microorganismos presentes en la microbiota de pacientes con DM2 de las de individuos sanos; las cuales presentan una mayor biosíntesis de BCAA sumado a la represión de la degradación de los mismos (45,49). Por lo tanto, dirigirse al metabolismo de BCAA producido en la microbiota a través de la intervención dietética, podría resultar prometedor en la prevención y el tratamiento de la DM2 (49).

Ingesta dietética de BCAA y DM2

Los BCAA se encuentran en una proporción 2:1:1 (Leu:Ile:Val), es decir, por cada 4g de BCAA's, se incluyen 2g de leucina, 1g de isoleucina y 1g de valina. De este modo, se ha establecido que los requerimientos medios diarios para adultos sanos se sitúan en 40, 20 y 20 mg / kg de peso / día respectivamente; lo que hace un total de 80 mg / kg de peso / día (50).

Ante la estrecha vinculación entre los BCAA circulantes y la DM2, una dieta rica en estos aminoácidos podría suponer un factor de riesgo para el desarrollo de la patología, y consiguientemente, su restricción selectiva podría formar parte de una buena estrategia para restaurar la salud metabólica (13,14,51,52).

Discusión

Por una parte, los estudios observacionales (longitudinales, transversales, cohortes y de casos y controles) (26,52,15,53,14,54–57), tuvieron como objetivo esclarecer si un mayor consumo de BCAA se relacionaba con un riesgo aumentado de DM2; para ello se realizaron cuestionarios de frecuencia de consumo (FFQ) validados para estimar la ingesta total de BCAA. Sus niveles plasmáticos se evaluaron a través de un análisis de sangre realizado en condiciones de ayuno y la estimación del riesgo de diabetes se midió a través de del índice HOMA-IR. Estos tuvieron una durabilidad variable entre seis semanas y tres años.

Aunando toda la información recogida en las diferentes investigaciones, se ha demostrado que el patrón dietético ejerce un papel importante en la cantidad de BCAA ingeridos y sus niveles circulantes. Por un lado, se descubrió que la ingesta de BCAA proviene principalmente de la carne, más específicamente de la carne roja y derivados (26,52,57); esto refleja el elevado consumo de este tipo de productos que presenta la población en comparación con otras fuentes proteicas, especialmente frente a las proteínas de origen vegetal (legumbres, soja...); patrón dietético el cual ha sido asociado en numerosas ocasiones con una mayor prevalencia de enfermedades y con una intensificación de la hiperinsulinemia previa a la RI (39).

Wang W. *et. al.* (53) sostuvieron que una elevada ingesta de BCAA solo presentaba repercusiones negativas en aquellas personas con susceptibilidad genética de padecer DM2; afirmación la cual también aparece mencionada en un metaanálisis reciente elaborado por Supruniuk E. *et. al.* (34). Se propone la hipótesis de que aquellas personas en riesgo de DM2 presentan una capacidad mitocondrial reducida para catabolizar los BCAA, manifestándose en un incremento de BCAA circulantes. Por lo tanto, bajo esta condición, si la ingesta de BCAA es elevada, del mismo modo, aumentará la carga de oxidación mitocondrial, llegando a saturar su sistema y causando una disfunción del catabolismo, así como una acción insulínica deficiente. Por el contrario, en aquellas personas con una capacidad mitocondrial adecuada para catabolizar los BCAA, estos aminoácidos pueden tener efectos beneficiosos para la salud, destacando la síntesis de proteínas musculares (34,53). Análogamente, en la investigación realizada por Tobías D.K. *et. al.* (54) no obtuvieron una tendencia significativa en la interacción de la ingesta y las concentraciones séricas de BCAA cuando estas se encontraban en los valores normales; pero sí en aquellos con altas concentraciones plasmáticas (Figura 3).

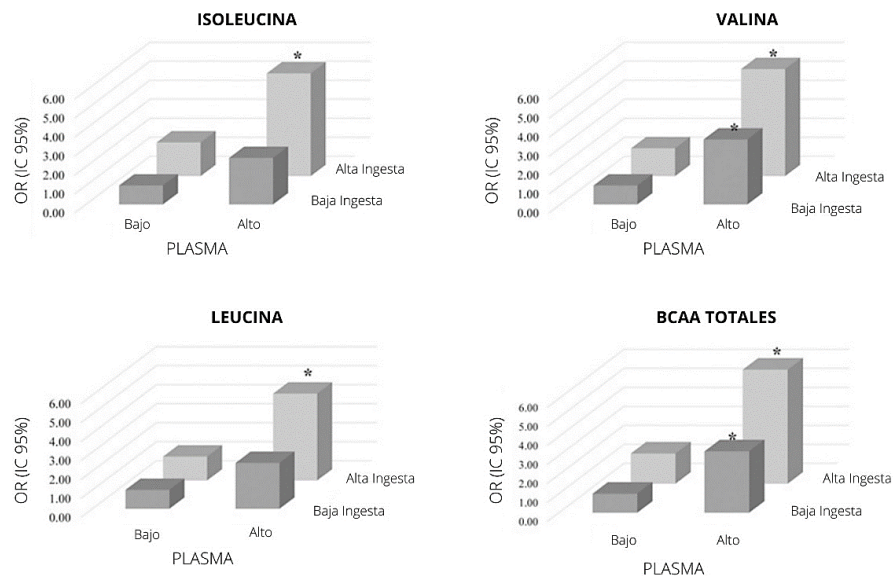


Figura 3. Representación conjunta entre los niveles circulantes de los BCAA (bajos versus altos) y la ingesta dietética de los mismos (baja versus alta). Fuente: Adaptado de Tobías D.K. *et. al.* (2018) (54).

En este mismo contexto, debemos tener en cuenta el importante papel que desempeña el proceso catabólico de los BCAA en sus niveles circulantes, más allá de que la ingesta también pueda presentar un efecto modesto. Por lo que, unos valores circulantes de BCAA elevados, podrían reflejar una temprana alteración en el metabolismo de las proteínas, situación la cual se ve empeorada si se mantiene una alta ingesta de BCAA (59).

Los metaanálisis y revisiones (34,58–60) establecieron una asociación positiva entre un mayor consumo de BCAA dietéticos y DM2, a excepción de un metaanálisis llevado a cabo por Vieira E.E.S. *et. al.* (13), el cual afirmó obtener resultados inconsistentes en relación a la ingesta de BCAA y DM2 ya que no se confirmó un deterioro de la IR; pero, del mismo modo, apoya el perjuicio metabólico que presenta una

dieta poco saludable, produciendo alteraciones en el metabolismo de los BCAA. Cabe destacar que este, únicamente incluyó 3 estudios observacionales. Todos ellos exponen la importancia de tener en cuenta el cómputo global del comportamiento alimentario y la intervención de factores ambientales en la población a estudio para poder establecer una correcta interpretación del impacto que presenta la ingesta de BCAA en la salud metabólica.

Cuando se estudian las repercusiones que presenta un protocolo de suplementación con BCAA, los ensayos clínicos aleatorizados (61–63) no observaron efectos negativos en el metabolismo de la glucosa ni en la RI. Un metaanálisis realizado por Okekunle A.P. *et. al.* (60) el cual comparó el impacto de la suplementación oral con BCAA frente a su ingesta dietética en relación a la DM2, mostró que la suplementación no tenía una trascendencia significativa en los niveles circulantes de los mismos, mientras que una mayor ingesta de BCAA dietéticos se relacionó con un mayor riesgo a padecer DM2.

Por otro lado, los estudios de intervención (51,64–70), valoraron las variaciones en los BCAA circulantes y en los parámetros indicadores de la DM2 que presentaba una reducción del consumo de BCAA. Los ensayos tuvieron una durabilidad variable entre una semana y dos años y su principal objetivo fue esclarecer si esta restricción selectiva podría reducir los niveles circulantes de BCAA y, consiguientemente, mejorar los valores analíticos de la DM2 (glucosa en suero, HOMA-IR...). En todas las intervenciones el aporte de BCAA se realizó a través de la ingesta dietética y, tanto sus niveles plasmáticos como la glucemia, se midieron a través de un análisis de sangre realizado en condiciones de ayuno. Asimismo, la estimación del riesgo de diabetes se midió a través del índice HOMA-IR.

En términos generales, tras las intervenciones se mostraron resultados favorecedores en la reducción de los niveles plasmáticos de BCAA, suponiendo una menor incidencia de DM2; a excepción de un estudio llevado a cabo por Prodhan U.K. *et. al.* (68) en el que no se observaron modificaciones significativas en los niveles plasmáticos de BCAA, aunque este, únicamente se limitó valorar el impacto del consumo de productos lácteos, sin valorar la ingesta global. Cabe destacar que estas restricciones no comprometieron la ingesta de otros nutrientes esenciales (69).

La intervención realizada por Ruiz Canela M. *et. al.* (67) sugiere que un patrón alimentario basado en la dieta mediterránea podría mitigar los efectos adversos de la elevación plasmática de BCAA en el desarrollo de DM2 y, a su vez, contribuir a su reducción. Igualmente, se planteó el impacto que supondría un patrón alimentario de transición a una dieta vegana, en la que se incluyó el pescado como única fuente proteica animal. En esta investigación llevada a cabo por Elshorbagy A. *et. al.* (56) se observó un descenso rápido y sostenido de las concentraciones plasmáticas de BCAA; la leucina se redujo de media un 13,5%, la isoleucina un 11% y, por último, la valina mostró una mayor disminución con un 19,5%.

Asghari G. *et. al.* (14) y Fontana L. *et. al.* (51) no obtuvieron una asociación significativa en los niveles de insulina o funcionalidad de las células β pancreáticas al restringir la ingesta dietética de BCAA; pero si en una mejora de la RI aumentando los niveles de la hormona sensibilizadora de insulina (FGF21) y un descenso considerable de

la glucemia en ayunas. Estos resultados igualmente se han notificado en otros ensayos (64,66,67,69) y podrían indicar un cierto carácter reversible de esta situación fisiológica.

Debido a que la obesidad se considera uno de los principales factores de riesgo de la DM2, resulta interesante observar qué ocurre con los niveles de BCAA en estos pacientes y cómo responden a las modificaciones dietéticas de los mismos. Por un lado, se ha encontrado una asociación positiva entre el valor de IMC y BCAA circulantes (55,71), de hecho, se propone que niveles elevados de estos aminoácidos, al mismo tiempo, puedan ser utilizados como marcadores de enfermedad cardiovascular (58,72,73); asimismo, las concentraciones séricas elevadas de BCAA en individuos obesos se revierten con la pérdida de peso, hasta alcanzar unos valores adecuados (71). Es cierto que, en este contexto, la evidencia científica resulta inconsistente.¶

¶

Conclusiones

A pesar de la esencialidad de los BCAA, una acumulación excesiva en sangre de los mismos o sus metabolitos se ha correlacionado con diferentes situaciones patológicas, entre las que se destaca la RI característica de la DM2. El origen de dicho incremento todavía se desconoce con exactitud; las principales hipótesis apuntan en dos direcciones: un aporte dietético elevado de BCAA o una disfunción en su catabolismo.

Una mayor ingesta de BCAA ha presentado una asociación positiva con la DM2, especialmente si esta proviene de productos de origen animal; asimismo, su restricción selectiva contribuye a reducir los niveles séricos y mejorar la salud metabólica, sin comprometer la ingesta de otros nutrientes esenciales. Por el contrario, los protocolos de suplementación con BCAA no presentan repercusiones negativas para la salud.

Esta contrariedad muestra que los efectos de los BCAA en la salud metabólica relacionada con la DM2, no se pueden estudiar de forma aislada; sino que deben considerarse parte de una interacción compleja de componentes dietéticos, en la cual la calidad nutricional de los alimentos adquiere gran importancia.

Estos resultados, una vez más, demuestran el importante papel que presenta la nutrición en la salud y enfermedad, y cómo ciertos patrones alimentarios pueden empeorar gravemente nuestra salud. No obstante, se requieren más investigaciones que estudien íntegramente el impacto que presenta la ingesta de BCAA en la salud.

Referencias

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care*. 16 de diciembre de 2021;45(Supplement_1):S17-38.
2. Diabetes [Internet]. [citado 22 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

3. Diabetes tipo 2 [Internet]. [citado 22 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.idf.org/aboutdiabetes/type-2-diabetes.html>
4. Tipos de diabetes [Internet]. Federación Española de Diabetes FEDE. [citado 22 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://fedesp.es/diabetes/tipos/>
5. Petersmann A, Müller-Wieland D, Müller UA, Landgraf R, Nauck M, Freckmann G, et al. Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes Mellitus. *Exp Clin Endocrinol Diabetes Off J Ger Soc Endocrinol Ger Diabetes Assoc.* diciembre de 2019;127(S 01):S1-7.
6. American Diabetes Association Professional Practice Committee, Draznin B, Aroda VR, Bakris G, Benson G, Brown FM, et al. 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care.* 1 de enero de 2022;45(Suppl 1):S83-96.
7. Magliano DJ, Islam RM, Barr ELM, Gregg EW, Pavkov ME, Harding JL, et al. Trends in incidence of total or type 2 diabetes: systematic review. *BMJ.* 11 de septiembre de 2019;366:15003.
8. American Diabetes Association. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes—2021. *Diabetes Care.* 4 de diciembre de 2020;44(Supplement_1):S15-33.
9. Ahola-Olli AV, Mustelin L, Kalimeri M, Kettunen J, Jokelainen J, Auvinen J, et al. Circulating metabolites and the risk of type 2 diabetes: a prospective study of 11,896 young adults from four Finnish cohorts. *Diabetologia.* 2019;62(12):2298-309.
10. Wittenbecher C, Guasch-Ferré M, Haslam DE, Dennis C, Li J, Bhupathiraju SN, et al. Changes in metabolomics profiles over ten years and subsequent risk of developing type 2 diabetes: Results from the Nurses' Health Study. *EBioMedicine.* 31 de diciembre de 2021;75:103799.
11. Long J, Yang Z, Wang L, Han Y, Peng C, Yan C, et al. Metabolite biomarkers of type 2 diabetes mellitus and pre-diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Endocr Disord.* 23 de noviembre de 2020;20:174.
12. Neinast M, Murashige D, Arany Z. Branched Chain Amino Acids. *Annu Rev Physiol.* 10 de febrero de 2019;81:139-64.
13. Vieira EES, Pereira IC, Braz AF, Nascimento-Ferreira MV, de Oliveira Torres LR, de Freitas Brito A, et al. Food consumption of branched chain amino acids and insulin resistance: A systematic review of observational studies in humans. *Clin Nutr ESPEN.* diciembre de 2020;40:277-81.
14. Asghari G, Farhadnejad H, Teymoori F, Mirmiran P, Tohidi M, Azizi F. High dietary intake of branched-chain amino acids is associated with an increased risk of insulin resistance in adults. *J Diabetes.* mayo de 2018;10(5):357-64.
15. Okekunle AP, Wu X, Duan W, Feng R, Li Y, Sun C. Dietary Intakes of Branched-Chain Amino Acid and Risk for Type 2 Diabetes in Adults: The Harbin Cohort Study

on Diet, Nutrition and Chronic Non-Communicable Diseases Study. *Can J Diabetes*. octubre de 2018;42(5):484-492.e7.

16. American Diabetes Association. 5. Lifestyle Management: Standards of Medical Care in Diabetes—2019. *Diabetes Care*. 7 de diciembre de 2018;42(Supplement_1):S46-60.
17. Davies MJ, Aroda VR, Collins BS, Gabbay RA, Green J, Maruthur NM, et al. Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes, 2022. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetologia*. 24 de septiembre de 2022;
18. Papamichou D, Panagiotakos DB, Itsiopoulos C. Dietary patterns and management of type 2 diabetes: A systematic review of randomised clinical trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis NMCD*. junio de 2019;29(6):531-43.
19. Schwingshackl L, Chaimani A, Hoffmann G, Schwedhelm C, Boeing H. A network meta-analysis on the comparative efficacy of different dietary approaches on glycaemic control in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J Epidemiol*. 2018;33(2):157-70.
20. Lewgood J, Oliveira B, Korzepa M, Forbes SC, Little JP, Breen L, et al. Efficacy of Dietary and Supplementation Interventions for Individuals with Type 2 Diabetes. *Nutrients*. 12 de julio de 2021;13(7):2378.
21. Zhao WT, Luo Y, Zhang Y, Zhou Y, Zhao TT. High protein diet is of benefit for patients with type 2 diabetes: An updated meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. noviembre de 2018;97(46):e13149.
22. Malaeb S, Bakker C, Chow LS, Bantle AE. High-Protein Diets for Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review. *Adv Nutr Bethesda Md*. 1 de julio de 2019;10(4):621-33.
23. Yu Z, Nan F, Wang LY, Jiang H, Chen W, Jiang Y. Effects of high-protein diet on glycemic control, insulin resistance and blood pressure in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr Edinb Scotl*. junio de 2020;39(6):1724-34.
24. Ye J, Yu Q, Mai W, Liang P, Liu X, Wang Y. Dietary protein intake and subsequent risk of type 2 diabetes: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Acta Diabetol*. agosto de 2019;56(8):851-70.
25. Tian S, Xu Q, Jiang R, Han T, Sun C, Na L. Dietary Protein Consumption and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Nutrients*. 6 de septiembre de 2017;9(9):982.
26. Rousseau M, Guénard F, Garneau V, Allam-Ndoul B, Lemieux S, Pérusse L, et al. Associations Between Dietary Protein Sources, Plasma BCAA and Short-Chain Acylcarnitine Levels in Adults. *Nutrients*. 15 de enero de 2019;11(1):E173.

27. Dimou A, Tsimihodimos V, Bairaktari E. The Critical Role of the Branched Chain Amino Acids (BCAAs) Catabolism-Regulating Enzymes, Branched-Chain Aminotransferase (BCAT) and Branched-Chain α -Keto Acid Dehydrogenase (BCKD), in Human Pathophysiology. *Int J Mol Sci.* 5 de abril de 2022;23(7):4022.
28. Holeček M. Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. *Nutr Metab.* 2018;15:33.
29. Rifai N. *Tietz Textbook of Laboratory Medicine.* 7.a ed. ElServier; 2022.
30. Nie C, He T, Zhang W, Zhang G, Ma X. Branched Chain Amino Acids: Beyond Nutrition Metabolism. *Int J Mol Sci.* 23 de marzo de 2018;19(4):954.
31. Siddik MAB, Shin AC. Recent Progress on Branched-Chain Amino Acids in Obesity, Diabetes, and Beyond. *Endocrinol Metab.* septiembre de 2019;34(3):234-46.
32. Holeček M. Why Are Branched-Chain Amino Acids Increased in Starvation and Diabetes? *Nutrients.* octubre de 2020;12(10):3087.
33. Arany Z, Neinast M. Branched Chain Amino Acids in Metabolic Disease. *Curr Diab Rep.* 15 de agosto de 2018;18(10):76.
34. Supruniuk E, Żebrowska E, Chabowski A. Branched chain amino acids-friend or foe in the control of energy substrate turnover and insulin sensitivity? *Crit Rev Food Sci Nutr.* 20 de septiembre de 2021;1-39.
35. Felig P, Marliss E, Cahill GF. Plasma amino acid levels and insulin secretion in obesity. *N Engl J Med.* 9 de octubre de 1969;281(15):811-6.
36. Adibi SA. Influence of dietary deprivations on plasma concentration of free amino acids of man. *J Appl Physiol.* julio de 1968;25(1):52-7.
37. Lee SH, Park SY, Choi CS. Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. *Diabetes Metab J.* enero de 2022;46(1):15-37.
38. Thomas DD, Corkey BE, Istfan NW, Apovian CM. Hyperinsulinemia: An Early Indicator of Metabolic Dysfunction. *J Endocr Soc.* 1 de septiembre de 2019;3(9):1727-47.
39. Adeva-Andany MM, González-Lucán M, Fernández-Fernández C, Carneiro-Freire N, Seco-Filgueira M, Pedre-Piñeiro AM. Effect of diet composition on insulin sensitivity in humans. *Clin Nutr ESPEN.* octubre de 2019;33:29-38.
40. Teymoori F, Farhadnejad H, Moslehi N, Mirmiran P, Mokhtari E, Azizi F. The association of dietary insulin and glycemic indices with the risk of type 2 diabetes. *Clin Nutr Edinb Scotl.* abril de 2021;40(4):2138-44.
41. Rivera ME, Rivera CN, Vaughan RA. Branched-chain amino acids at supraphysiological but not physiological levels reduce myotube insulin sensitivity. *Diabetes Metab Res Rev.* febrero de 2022;38(2):e3490.

42. White PJ, McGarrah RW, Herman MA, Bain JR, Shah SH, Newgard CB. Insulin action, type 2 diabetes, and branched-chain amino acids: A two-way street. *Mol Metab.* 24 de mayo de 2021;52:101261.
43. Yoon MS. The Emerging Role of Branched-Chain Amino Acids in Insulin Resistance and Metabolism. *Nutrients.* julio de 2016;8(7):405.
44. Hu W, Yang P, Fu Z, Wang Y, Zhou Y, Ye Z, et al. High L-Valine Concentrations Associate with Increased Oxidative Stress and Newly-Diagnosed Type 2 Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. *Diabetes Metab Syndr Obes Targets Ther.* 2022;15:499-509.
45. Zhou Z, Sun B, Yu D, Zhu C. Gut Microbiota: An Important Player in Type 2 Diabetes Mellitus. *Front Cell Infect Microbiol.* 15 de febrero de 2022;12:834485.
46. Huda MN, Kim M, Bennett BJ. Modulating the Microbiota as a Therapeutic Intervention for Type 2 Diabetes. *Front Endocrinol.* 2021;12:632335.
47. Du L, Li Q, Yi H, Kuang T, Tang Y, Fan G. Gut microbiota-derived metabolites as key actors in type 2 diabetes mellitus. *Biomed Pharmacother Biomedecine Pharmacother.* mayo de 2022;149:112839.
48. Massey W, Brown JM. The Gut Microbial Endocrine Organ in Type 2 Diabetes. *Endocrinology.* 1 de febrero de 2021;162(2):bqaa235.
49. Gojda J, Cahova M. Gut Microbiota as the Link between Elevated BCAA Serum Levels and Insulin Resistance. *Biomolecules.* 28 de septiembre de 2021;11(10):1414.
50. Kurpad AV, Regan MM, Raj T, Gnanou JV. Branched-chain amino acid requirements in healthy adult human subjects. *J Nutr.* enero de 2006;136(1 Suppl):256S-63S.
51. Fontana L, Cummings NE, Arriola Apelo SI, Neuman JC, Kasza I, Schmidt BA, et al. Decreased Consumption of Branched-Chain Amino Acids Improves Metabolic Health. *Cell Rep.* 12 de julio de 2016;16(2):520-30.
52. Merz B, Frommherz L, Rist MJ, Kulling SE, Bub A, Watzl B. Dietary Pattern and Plasma BCAA-Variations in Healthy Men and Women—Results from the KarMeN Study. *Nutrients.* mayo de 2018;10(5):623.
53. Wang W, Jiang H, Zhang Z, Duan W, Han T, Sun C. Interaction between dietary branched-chain amino acids and genetic risk score on the risk of type 2 diabetes in Chinese. *Genes Nutr.* 4 de marzo de 2021;16(1):4.
54. Tobias DK, Clish C, Mora S, Li J, Liang L, Hu FB, et al. Dietary Intakes and Circulating Concentrations of Branched-Chain Amino Acids in Relation to Incident Type 2 Diabetes Risk Among High-Risk Women with a History of Gestational Diabetes Mellitus. *Clin Chem.* agosto de 2018;64(8):1203-10.

55. Hamaya R, Mora S, Lawler PR, Cook NR, Buring JE, Lee IM, et al. Association of modifiable lifestyle factors with plasma branched chain amino acid metabolites in women. *J Nutr.* 8 de marzo de 2022;nxac056.
56. Elshorbagy A, Jernerén F, Basta M, Basta C, Turner C, Khaled M, et al. Amino acid changes during transition to a vegan diet supplemented with fish in healthy humans. *Eur J Nutr.* agosto de 2017;56(5):1953-62.
57. Isanejad M, LaCroix A, Thomson CA, Tinker L, Larson JC, Qi Q, et al. Branched Chain Amino Acid, Meat Intake and Risk of Type 2 Diabetes in the Women's Health Initiative. *Br J Nutr.* junio de 2017;117(11):1523-30.
58. de la O V, Zazpe I, Ruiz-Canela M. Effect of branched-chain amino acid supplementation, dietary intake and circulating levels in cardiometabolic diseases: an updated review. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* enero de 2020;23(1):35-50.
59. Zheng Y, Li Y, Qi Q, Hruby A, Manson JE, Willett WC, et al. Cumulative consumption of branched-chain amino acids and incidence of type 2 diabetes. *Int J Epidemiol.* octubre de 2016;45(5):1482-92.
60. Okekunle AP, Zhang M, Wang Z, Onwuka JU, Wu X, Feng R, et al. Dietary branched-chain amino acids intake exhibited a different relationship with type 2 diabetes and obesity risk: a meta-analysis. *Acta Diabetol.* febrero de 2019;56(2):187-95.
61. Woo SL, Yang J, Hsu M, Yang A, Zhang L, Lee RP, et al. Effects of branched-chain amino acids on glucose metabolism in obese, prediabetic men and women: a randomized, crossover study. *Am J Clin Nutr.* 1 de junio de 2019;109(6):1569-77.
62. Jacob KJ, Chevalier S, Lamarche M, Morais JA. Leucine Supplementation Does Not Alter Insulin Sensitivity in Pre frail and Frail Older Women following a Resistance Training Protocol. *J Nutr.* 1 de junio de 2019;149(6):959-67.
63. Ooi DSQ, Ling JQR, Sadananthan SA, Velan SS, Ong FY, Khoo CM, et al. Branched-Chain Amino Acid Supplementation Does Not Preserve Lean Mass or Affect Metabolic Profile in Adults with Overweight or Obesity in a Randomized Controlled Weight Loss Intervention. *J Nutr.* 8 de abril de 2021;151(4):911-20.
64. Karusheva Y, Koessler T, Strassburger K, Markgraf D, Mastrototaro L, Jelenik T, et al. Short-term dietary reduction of branched-chain amino acids reduces meal-induced insulin secretion and modifies microbiome composition in type 2 diabetes: a randomized controlled crossover trial. *Am J Clin Nutr.* noviembre de 2019;110(5):1098-107.
65. Zheng Y, Ceglarek U, Huang T, Li L, Rood J, Ryan DH, et al. Weight-loss diets and 2-y changes in circulating amino acids in 2 randomized intervention trials. *Am J Clin Nutr.* febrero de 2016;103(2):505-11.
66. Lamiquiz-Moneo I, Bea AM, Palacios-Pérez C, Miguel-Etayo PD, González-Gil EM, López-Ariño C, et al. Effect of Lifestyle Intervention in the Concentration of Adipoquines and Branched Chain Amino Acids in Subjects with High Risk of Developing Type 2 Diabetes: Feel4Diabetes Study. *Cells.* 12 de marzo de 2020;9(3):E693.

67. Ruiz-Canela M, Guasch-Ferré M, Toledo E, Clish CB, Razquin C, Liang L, et al. Plasma branched chain/aromatic amino acids, enriched Mediterranean diet and risk of type 2 diabetes: case-cohort study within the PREDIMED Trial. *Diabetologia*. julio de 2018;61(7):1560-71.
68. Proadhan UK, Milan AM, Thorstensen EB, Barnett MPG, Stewart RAH, Benatar JR, et al. Altered Dairy Protein Intake Does Not Alter Circulatory Branched Chain Amino Acids in Healthy Adults: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 15 de octubre de 2018;10(10):E1510.
69. Ramzan I, Taylor M, Phillips B, Wilkinson D, Smith K, Hession K, et al. A Novel Dietary Intervention Reduces Circulatory Branched-Chain Amino Acids by 50%: A Pilot Study of Relevance for Obesity and Diabetes. *Nutrients*. 30 de diciembre de 2020;13(1):95.
70. Elshorbagy AK, Samocha-Bonet D, Jernerén F, Turner C, Refsum H, Heilbronn LK. Food Overconsumption in Healthy Adults Triggers Early and Sustained Increases in Serum Branched-Chain Amino Acids and Changes in Cysteine Linked to Fat Gain. *J Nutr*. 1 de julio de 2018;148(7):1073-80.
71. Xiao F, Guo F. Impacts of essential amino acids on energy balance. *Mol Metab*. marzo de 2022;57:101393.
72. Teymoori F, Asghari G, Mirmiran P, Azizi F. Dietary amino acids and incidence of hypertension: A principle component analysis approach. *Sci Rep*. 4 de diciembre de 2017;7(1):16838.
73. Mirmiran P, Teymoori F, Asghari G, Azizi F. Dietary Intakes of Branched Chain Amino Acids and the Incidence of Hypertension: A Population-Based Prospective Cohort Study. *Arch Iran Med*. 1 de abril de 2019;22(4):182-8.

Fecha de recepción: 30/08/2022

Fecha de revisión: 07/09/2022

Fecha de aceptación: 07/11/2022

**MLS - HEALTH &
NUTRITION RESEARCH**

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



Health & Nutrition
Research

Cómo citar este artículo

Aguilar, J. M. & Chong, M. C. (2022). Universitarios y su rendimiento académico durante el confinamiento por covid-19, una mirada desde las teorías del aprendizaje: ecología del desarrollo humano, constructivista y sociocultural. *MLS Health & Nutrition Research*, 1(2), 140-155

**UNIVERSITARIOS Y SU RENDIMIENTO ACADÉMICO
DURANTE EL CONFINAMIENTO POR COVID -19, UNA MIRADA
DESDE LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE: ECOLOGÍA DEL
DESARROLLO HUMANO, CONSTRUCTIVISTA Y
SOCIOCULTURAL**

José Ramón Aguilar Martínez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Ag472625@uaeh.edu.mx <https://orcid.org/0000-0002-2510-3415>

María Cruz Chong-Barreiro

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Chong@uaeh.edu.mx <https://orcid.org/0000-0002-0603-9411>

Resumen. La alimentación es un eje transversal para el aprendizaje y aprovechamiento académico. El confinamiento COVID-19, obliga a generar nuevas estrategias que permitan conocer esta relación de la alimentación y rendimiento académico, con la intención de mejorar el aprovechamiento de estudiantes universitarios. **OBJETIVO.** Aportar algunas consideraciones que permitan conocer la relación entre hábitos de vida saludable, aprendizaje y rendimiento escolar en universitarios. Este trabajo corresponde a un diseño documental. Se relatan estudios sobre conducta alimentaria, hábitos de vida saludable y su relación en el rendimiento escolar y procesos de aprendizaje en estudiantes universitarios. Los estudios encontrados demuestran que los patrones alimentarios así como los niveles de actividad física, horario de sueño entre otros en estudiantes universitarios se han modificado durante el confinamiento COVID-19, además, los niveles de actividad física han disminuido. Con relación, al aprovechamiento escolar se percibe por debajo del esperado. Se puede concluir que es tarea de los nutriólogos incidir en la educación alimentaria de la ciudadanía, para lograr hábitos de vida saludable que repercutan en el rendimiento académico de estudiantes universitarios

Palabras clave: conducta alimentaria, hábitos de vida saludable, universitarios, confinamiento COVID-19.

ALIMENTATION OF UNDERGRADUATES AND THEIR LEARNING PROCESS WHILE COVID-19 LOCKDOWN; A NEW OUTLOOK LEARNING THEORIES: HUMAN DEVELOPMENT ECOLOGY, CONSTRUCTIVIST AND SOCIOCULTURAL

Abstract: Nutrition is a transversal axis for learning and academic achievement. The COVID-19 confinement forces us to generate new strategies that allow us to know this relationship between nutrition and academic performance, with the intention of improving the achievement of university students. **OBJECTIVE.** To provide some considerations that allow us to know the relationship between healthy life habits, learning and academic performance in university students. This work corresponds to a documentary design. Studies on eating behavior, healthy life habits and their relationship with school performance and learning processes in university students reported. The studies found show that eating patterns in university students been modified during COVID-19 confinement, and that physical activity levels have decreased. In another sense, school achievement perceived to be lower than expected and with socioeconomic gaps that have repercussions on university students' learning. In addition, nutritionists should be responsible and designated by the countries to generate this reeducation and modification in school curricula for the promotion of healthy lifestyle habits.

Key words: eating behavior, healthy lifestyle habits, college students, COVID-19 confinement.

Introducción

En diciembre de 2019 en la ciudad Wuhan, China, en la provincia de Hubei, las autoridades médicas clasificaron varios casos de neumonía de origen etiológico desconocido. Esto alertó a autoridades sanitarias de índole mundial, advirtiendo sobre la posible propagación de este microorganismo de origen desconocido y con una sintomatología notablemente agresiva, causando la muerte de las y los infectados. Debido a la necesidad de conocimiento sobre el brote de dicho microorganismo, se orientaron algunas investigaciones, generó que fueran emprendidas, así lograron tener mayor conocimiento y por consiguiente una nueva clasificación; nuevo Coronavirus, que, de no ser atendido correctamente, era el causante del Síndrome Respiratorio Agudo Severo. Así es como logran identificar al Coronavirus 2 (SARS CoV-2), agente causal de la nueva enfermedad respiratoria, COVID-19 (1, 2, 3).

En el mes de marzo del año 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS), declaró al COVID-19 como una pandemia. Algunos países decidieron seguir las recomendaciones sanitarias; como confinamiento y el distanciamiento social (4).

Desde entonces, y hasta ahora, se han logrado generar esfuerzos conjuntos que contribuyen a la disminución en la tasa de incidencia y propagación de las diversas variantes de la COVID-19. Esto repercutió en varios sectores productivos de los países, entre ellos el sector educativo (5). Dichos esfuerzos y en específico; el confinamiento tuvo una repercusión importante en la educación y hábitos alimentarios en estudiantes de todos los niveles educativos. Los factores psicológicos están relacionados con el sobrepeso u obesidad, según un estudio realizado en estudiantes universitarios, (6).

El confinamiento como medida preventiva, trajo consigo no sólo la tranquilidad de la no propagación de la COVID-19 y por consiguiente disminuye la ansiedad percibida que se tenía sobre el desarrollo de SARS-COV2 en sus nuevas variantes durante el avance del tiempo (7).

Se considera que el confinamiento puede dar como resultado la disminución de actividad física, un aumento en de patrones alimentarios no saludables, por ejemplo, un consumo por encima de lo recomendado en grasas saturadas y alimentos ultraprocesados (pastelillos, galletes, pan empaquetado, postres), generando así, hábitos de vida no saludable que ponen en riesgo la calidad de vida de los individuos y además un posible desarrollo de Enfermedades Crónicas no Transmisibles (ECNT) (8).

Se sabe que las ECNT tiene una estrecha relación con los patrones alimentarios y conductas en los adultos, libres y conscientes en la elección de los alimentos que deciden ingerir. Algunas ECNT son: diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial, dislipidemia, sobrepeso y obesidad, desnutrición energético-proteica, anemias dependientes de folatos o hierro. Estas enfermedades se relacionan con los patrones alimentarios no saludables, adoptados por la colectividad, y se sabe que existe un deterioro importante en las personas que viven con ellas, cuándo no son controladas o atendidas por el equipo médico-nutricional. Es por lo anteriormente expuesto que se debe considerar la implementación de una orientación adecuada en nutrición y salud (9)

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición, 2018 (5) ENSANUT, 2018) aplicada a 126.5 millones de personas mexicanas, existió una prevalencia combinada de obesidad del 75.2% en adultos mayores de 20 años, además, el 19.5% de la muestra presentó niveles altos en triglicéridos y colesterol séricos, mientras que 6.7% de mexicanos reportaron conocer su diagnóstico sobre diabetes mellitus tipo II, mientras que un 12 % de mexicanos, afirmaron vivir con hipertensión arterial. Se observa un aumento y, en el mismo sentido mayor preocupación hacia el desarrollo de ENT CAN en la población adulta mexicana mayor de 20 años de edad.

Los datos obtenidos de la ENSANUT, nos muestran que México pertenece a uno de los países con una tasa elevada para el desarrollo de ECNT, también se percibe preocupación sobre el desarrollo de estas enfermedades, además se requiere una adecuada orientación para la adquisición de hábitos de vida saludable (HVS) que le proporcionen las actitudes y aptitudes para la mejora de patrones alimentarios y hábitos. Por otro lado el sistema deja en segundo plano la prevención de la enfermedad (10). Sobre hábitos de vida saludable se pudo reportar lo siguiente: el 63.8% de mexicanos, afirmó consumir alcohol, un 29% consumía tabaco. En otro sentido, sólo un 29% de los encuestados mexicanos realizaba menos de 150 minutos de actividad física al momento de aplicar la encuesta durante el día. La cantidad mínima recomendada de actividad física a la semana, por la OMS. Se puede observar un elevado consumo de alcohol, combinado junto con los bajos niveles de actividad física, estos, podrían ser factores relevantes en para un desarrollo precoz de ENT CAN en la población mexicana mayor de 20 años (11).

Respecto a hábitos de alimentación en las frecuencias de consumo de alimentos, aplicadas a mexicanos, mayores de 20 años, al momento de la encuesta, se observó lo siguiente en consumo de alimentos saludables: destacó un bajo consumo de frutas y verduras (49.7 y 44.9%) respectivamente, además, un alto consumo de bebidas azucaradas (85.8%), (5). Un bajo consumo de frutas y verduras, puede ocasionar un aumento de grasas metabólicas, repercutiendo en problemas cardíacos, además, debido a la proliferación de firmicutes y bacteroides (constituyentes de la microbiota intestinal), un desarrollo de problemas gastrointestinales crónicos (12).

En otro sentido, se sabe que el consumo de azúcar excesivo, contenido en las bebidas azucaradas (zumos de fruta, jugos procesados, aguas de sabor procesadas) y bebidas azucaradas carbonatas (refrescos con jarabes), son precursores en el desarrollo precoz de ENT CAN. Sin embargo, a pesar de las diversas políticas públicas [aumento al Impuesto sobre el Valor Agregado (I.V.A.)] para disminuir el consumo de estos líquidos en la población mexicana, se han visto cambios significativos en el deceso del consumo. Dejando el segundo plano el consumo de agua potable (13).

Es bueno considerar lo siguiente: el desarrollo de HVS, depende de estrategias planeadas puntualmente por gobiernos, estatales y federales, sin embargo, en ocasiones México dista de ellas. Además se debe apostar por la capacitación de profesionales en salud preventiva, además, en la designación de esta atención a las colectividades, con la intención de generar una correcta orientación hábitos. Los nutriólogos mexicanos son los profesionales para guiar la tarea de orientar en salud preventiva y gestión de HVS.

El confinamiento por COVID-19 trajo consigo un impacto psicológico importante en las personas en todo el mundo (14) investigaciones realizadas en países occidentales: (Australia, Canadá, China, Hong Kong, etc.). Compuesta por la revisión de 25 artículos científicos, lograron destacar lo siguiente: se pudo observar, cómo la gente desarrolló problemas a nivel psicológicas, repercutiendo en su estado de ánimo derivadas de: incertidumbre, poca información y miedo al contagio por COVID-19, por mencionar algunas (14).

En otro sentido Romero-Díaz, y Matamoros (2020) realizaron un estudio compuesto por 214 estudiantes en Nicaragua, en dónde se evaluó a través de la escala “*Satisfaction with life sacale*” (SWLS), la satisfacción que los alumnos percibían durante el confinamiento. Los datos descriptivos obtenidos en el factor psicológico de los estudiantes consideraron lo siguiente (15): “sentir miedo durante la pandemia”, dato evidente por la poca información que existió al inicio y durante el confinamiento derivado de la COVID-19. Dichas investigaciones nos permiten reconocer, cómo en general, la población y los estudiantes universitarios percibieron mayor incertidumbre, dependiente de varias el desconocimiento que se tiene hacia la pandemia y el confinamiento COVID-19.

Tomando en cuenta lo anterior, es necesario conocer cuál es el impacto y sus posibles relaciones con conductas alimentarias y hábitos alimentarios, además sí estos se relacionan (6) con rendimiento escolar y el aprendizaje de estudiantes universitarios, enfocándonos en las siguientes teorías educativas: ecología del desarrollo humano, constructivista y sociocultural. Dichas teorías ayudarán a mirar con un enfoque amplio, además, en la comprensión de la posible que ellas guardan en la relación de la conducta y hábitos alimentarios en estudiantes universitarios.

Método

El presente trabajo se recuperó de una revisión de artículos científicos cuyo objetivo fue determinar si las conductas alimentarias durante la pandemia y confinamiento derivado de la COVID-19, repercuten en el rendimiento escolar y aprendizaje de las y los estudiantes universitarios. Para ello, se realizó una búsqueda de artículos científicos relacionados con el tema, la búsqueda, estuvo compuesta por artículos originales y artículos de revisión, usando los siguientes motores de búsqueda: “Google Academic”, “Redalyc” y “Pubmed”. La búsqueda de artículos comenzó en febrero de 2022 y finalizó en marzo de 2022.

Para localizar los artículos que se relacionarán con conducta alimentaria, rendimiento escolar y aprendizaje, se aplicó el filtro no mayor a cinco años de antigüedad; se utilizaron las diferentes estrategias de búsqueda: (“Aprendizaje” [MeSH] o “Aprendizaje” [en título y resumen]) y (“Conducta alimentaria” [MeSH] o “Conducta alimentaria” [en título y resumen] y “Rendimiento escolar” [MeSH] o “Rendimiento escolar” [en título y resumen] y “Hábitos de vida saludable” [MeSH] o “hábitos de vida saludable” [en título y resumen] o “estilos de aprendizaje” [en título y resumen] o “conductas alimentarias de riesgo” [en título y resumen]).

Una vez obtenidos los títulos y resumen de los diferentes artículos, se descartaron aquellos artículos que no se ajustarán al tema; se llevarán a cabo en preescolares, escolares y adolescentes o fueran intervenciones de muy corta duración, en otro sentido, se descartaron todos aquellos en los cuales existió imposibilidad de leer más allá del título/resumen.

Finalmente se seleccionaron e incluyeron dentro de la revisión un total de quince artículos, seis referentes a conducta alimentaria y confinamiento COVID-19 cuatro referentes a hábitos de vida saludable en estudiantes universitarios y confinamiento COVID-19 y cinco referentes a rendimiento/aprendizaje en estudiantes universitarios y confinamiento COVID-19.

Resultados

Teorías educativas ecología del desarrollo humano, constructivista y sociocultural-

La teoría ecológica del desarrollo humano, postulada por Bronferbrenner, 1987 (16): “*Comprende el estudio científico de la progresiva acomodación mutua entre un ser humano activo, en desarrollo y las propiedades cambiantes de los entornos inmediatos en los que vive la persona en desarrollo*” (p.729). Se puede destacar la importancia del entorno y el medio ambiente, sobre el desarrollo de los seres humanos, un ambiente adecuado, traerá consigo beneficios para la salud integral de las personas. Por ello el cuidado de los sistemas para el desarrollo de ser humano: macrosistema, microsistema y mesosistema, tendrán como objetivo la adquisición de HVS que tributen a una mejor calidad de vida (16).

En el mismo sentido, la alimentación se encuentra implícita en el desarrollo de dichas esferas, que repercutirá en un crecimiento adecuado, por ejemplo: los adultos con menor estatura tiende a cursar por inseguridad alimentaria en su niñez. Lo anterior nos obliga a cuestionar, la necesidad de informar adecuadamente sobre la importancia de la estructura de dichos sistemas y su relación con los HVS para las colectividades, con la intención de que estos, sean clave para el desarrollo adecuado en las distintas etapas de la vida.(16)

La dualidad que existe, entre la escasez de alimento y el exceso de peso en la población a nivel mundial, no termina de ser comprendida (17). Considerando las aportaciones de Stuckler y Nestle (2012) se debe mejorar el sistema de repartición de alimentos en la población. Es claro que dicha repartición se vuelve un problema y esta distribución inequitativa dictada por el macrosistema, afectará directamente al microsistema, que repercutirá en la posibilidad de adquirir alimentos saludables y la posibilidad de tener tiempos recreativos que tributen a una calidad de vida conformada por HVS. (17)

En el mismo sentido Stuckler y Nestle (2012), la mala distribución durante la pandemia COVID-19 pudo repercutir en la mejora de HVS, además, esta distribución estuvo mayormente limitada por el confinamiento y el cierre de fronteras entre distintos países, se podría atribuir que dichas mandatos gubernamentales pudieron ser los causantes de un menor apego a HVS.

La teoría constructivista; En sentido epistemológico el constructivismo considera que (18):

“El problema de la construcción del conocimiento es uno de los más misteriosos y enigmáticos que se le plantean al ser humano... Lo que los hombres y mujeres son esencialmente es producto de su capacidad para adquirir conocimientos que les han permitido anticipar, explicar y controlar el funcionamiento de la naturaleza” (p.g 354).

Acentuando bases en lo anterior, se puede percibir como la alimentación tiene un rol importante, ya que esta debe verse como construcción, dicha construcción dará pie a un patrón alimentario saludable o no saludable, ligado a creencias, actitud y aptitud social hacia la preparación, elección, etcétera.

Los humanos construimos a partir de los aprendizajes y experiencias vividas, durante nuestra vida. Dichas construcciones de conocimiento, pueden ir desde: usos y costumbres, y algunos muy particulares como hábitos de higiene, hábitos dietéticos, administración del tiempo libre e incorporación de actividad física a su vida. Estas construcciones darán pie a las prácticas corporales, en este sentido, dichas prácticas, en ocasiones dictarán escenarios relevantes en la vida del ser humano, la construcción un patrón alimentario y HVS, vistos desde este enfoque resultan ser prácticas corporales que permitirán potencializar la calidad de vida de los seres humanos. Por consiguiente, se puede notar la necesidad de evocar la construcción HVS, durante el confinamiento por COVID-19 ya que pudo observarse como muchas personas fueron víctimas de mayores complicaciones relacionadas a las ECNT con las cuales vivían con anterioridad (18).

Retomando a Vygotsky y el desarrollo de su teoría sociocultural (19) se puede observar lo siguiente:

“A través de la convivencia el ser humano tiende a construir conocimientos que le permitirán tener una mejor calidad de vida, aunado al desarrollo de nuevos aprendizajes, sin dejar atrás sus vivencias previas” (pg 42).

Los patrones alimentarios son instaurados durante la vida desde la primera infancia, son clave en el crecimiento y la conducta alimentaria que se adquirirán como adultos. El desarrollo adecuado de estos patrones instaurados en el seno familiar, se llevarán a la práctica durante el resto de la vida. En contraste durante la pandemia, las personas se vieron obligadas a mejorar sus HVS, podría atribuirse este cambio, al miedo por enfermarse o morir. Aunque existe la oportunidad de poder modificarlos, en ocasiones el contexto desfavorece el cambio de dichos HVS.

Un ejemplo en la instauración de HVS no saludables es: “el uso de manteca de cerdo por las matronas mexicanas en el siglo XX, para dar sabor a los alimentos”. Es claro que las generaciones situadas en el siglo XXI, en ocasiones, continúan llevando consigo estas prácticas no saludables, sin embargo, algunas otras se cuestionan sobre la posible repercusión en su salud y buscan alternativas que resulten benéficas en la prevención del desarrollo precoz de ECNT (19).

Lo anterior nos permite comprender la importancia de la construcción y el desarrollo o, en ocasiones, el mantenimiento de HVS durante la etapa adulta, con la intención de generar mayor calidad de vida, y en el contexto COVID-19, se buscó el mantenimiento o mejora de la salud, mejorando los HVS, que estaban puestos en menor prácticas antes de ella y la repercusión en la vida de las personas.

Bourdieu, define al estilo de vida como: “*las acciones rutinarias producto de un conocimiento originado en las estructuras sociales y reproducidas a través de actos y actores concretos*” (1998). La repercusión de la educación no formal orientada al desarrollo de HVS, dentro del seno familiar, como por ejemplo; La cultura en cada cocina, el sistema de creencias sobre alimentos saludables o no saludables, las formas de preparación, la preferencia en consumo de ciertos alimentos y otras prácticas culinarias han sido producto del conocimiento colectivo y la estructura social y su adopción a lo largo de la vida (herencia culinaria); (16, 19).

Es conocido en la nutrición clínica que las etapas del desarrollo del ser humano demandarán de requerimientos nutricionales específicos (kilocalorías, macronutrientes, micronutrientes, agua y fibra), por ello, se debe poner atención en la importancia de constituir patrones alimentarios (Tabla.1) saludables, que tributarán a tener una mayor calidad de vida, y no sólo poner en práctica la mejora de patrones alimentarios saludables en contextos desfavorables como COVID-19. en otro sentido, dichos patrones concebirán las conductas alimentarias de las personas. En otro sentido, la conducta alimentaria (Tabla 1) al igual que los patrones, coadyuvará para la preservación de la salud metabólica y por tanto, la prevención del desarrollo de ECNT , a través de la práctica de HVS. Cabe mencionar que durante la pandemia COVID-19 pudieron haber existido cambios en la conducta alimentaria ligadas al estado emocional de las personas (9)

Tabla 1

Diferencia entre conducta alimentaria y patrón alimentario (20)

Patrón alimentario	“Fuerte apego a los productos que lo conforman en los hábitos de comida de la población, junto con un marcado arraigo territorial en el tiempo; también representa una constante de las tradiciones y una estructura de consumo socialmente segmentada, expresión de la cultura nacional y regional”
Conducta alimentaria	“El conjunto de acciones que establecen la relación del ser humano con los alimentos”.

Nota: Tomado de: Torres-Torres, F. Cambios en el patrón alimentario de la ciudad de México. 2007.; Oyarce-Merino K, Valladares Vega M, Elizondo-Vega R, Obregón A. Conducta alimentaria en niños. 2016.

Es necesario que el profesional de nutrición comprenda cómo, las teorías educativas mencionadas juegan un rol importante en el desarrollo humano; y como los factores socioculturales dotarán de conocimientos a las personas para hacer uso de decisiones informadas, con ello construir con bases consciente, la elección sobre algunos alimentos más saludables que sobre otros que son menos saludables. Además, como dicha contexto sociocultural en la pandemia COVID-19, pudo repercutir de manera negativa en la práctica de HVS. En otro sentido, que la población cuenten con herramientas que permitan comprender su cultura alimentaria y permitir reaprender o transformar los HVS, que no favorecen al mantenimiento en la calidad de vida, serán determinantes en el proceso de salud-enfermedad y, en el futuro estos podrían prevenirlos y proveerlos de herramientas que ayuden a mejorar su calidad de vida y no ser desfavorecidos ante situaciones de contingencia.(19)

Conductas alimentarias en universitarios

La conducta alimentaria es multifactorial, es decir, comprende aspectos psicológicos, biológicos, sociales/culturales y, en ocasiones, espirituales. Para Lazarevich, (2016), la conducta alimentaria en universitarios es clave para la conservación la salud, en el mismo sentido, se considera clave la incorporación de programas que permitan generar espacios para realizar actividad física y orientación alimentaria, como coadyuvantes en la disminución de estrés y factores asociados a la adquisición de conductas alimentaria no saludables o de riesgo. (21)

Hallazgos relacionados con la conducta alimentaria en estudiantes hispanos (6) han demostrado que los universitarios prefieren seguir HVS poco saludables, asociados al confinamiento por COVID-19, ha sido poco estudiada la ingestión compulsiva, asociada a emociones y el consumo de alimentos. En un estudio multicéntrico conformado por 829 participantes se pudieron observar cambios en la composición corporal y conducta alimentaria, cabe mencionar, que el estudio multicéntrico se realizó en pacientes que padecían trastornos de la conducta alimentaria durante el confinamiento COVID-19 (22).

En estudios de revisión se ha demostrado que existe un cambio en el comportamiento alimentario, asociado al confinamiento por COVID-19. Motivadas por la experimentación de emociones negativas (23). El comportamiento alimentario en estudiantes se podría ver afectado por la sobrecarga de estrés (tecnoestrés) (24), aunque es un tema existente del que poco se habla, se puede considerar que los estudiantes cursan por estos sentimientos/emociones y la compensación con alimentos reconfortantes: alimentos dulces, densamente energéticos y con bajos aportes nutricionales, durante el confinamiento por COVID-19; (24).

Lo anterior podría estar relacionado al cambio en la conducta alimentaria de universitarios, además, esta conducta alimentaria puede encontrarse condicionada al tecnoestrés generado en espacios de educación virtual, poco vinculados a los cambios conductuales; como el patrón alimentario de las y los estudiantes universitarios (23, 24).

En un estudio realizado en México (25), en 323 estudiantes, se logró ubicar dos componentes nuevos para la mayor comprensión de la conducta alimentaria neofobia alimentaria (miedo a probar nuevos alimentos) y neofilia alimentaria (atreimiento a probar nuevos alimentos). Dicho estudio se realizó durante la pandemia COVID-19, los datos mostraron que: las mujeres tienden a sentir mayor miedo por incluir nuevos alimentos a su dieta, además, no probarían alimentos que no conocen. Dichos hallazgos recuperan la importancia de generar mayores estudios que nos permitan comprender la “*variedad de la dieta*”, que dictan las leyes de la alimentación como una conducta saludable y prevenir el desarrollo de ECNT.(15)

Hábitos de vida saludable en universitarios

Al hablar de hábitos de vida saludable se puede entender lo siguiente (16): “*grupo de actitudes y comportamientos que practican y desarrollan las personas en forma consciente y voluntaria durante el transcurso de su vida*” (p.g. 247), los hábitos de vida se han visto alterados en estudiantes universitarios por la pandemia y el confinamiento derivado de la COVID-19. En investigaciones de corte transversal (Veramendi, NG. 2020) observó que la percepción en estudiantes universitarios de “*estilo de vida*”, estuvo asociada a una mayor calidad de vida, además, al someter al análisis de datos no agrupados las prácticas alimentarias no eran del todo saludables, prefiriendo alimentos ultraprocesados (26).

Es preciso retomar la importancia del acceso a alimentos debido a los ingresos económicos en universitarios y como este pudo afectar de manera potencial, una dieta variada y consumo de alimentos ricos en vitamina D (yogur, queso, etc.), proteínas animales (res, pescado, mariscos, cerdo, aves) y frutas. En el contexto mexicano, son alimentos, a los cuales algunos hogares, con poco ingreso económico, presentan dificultades para acceder a ellos. Una investigación orientada a conocer el ingreso familiar y la percepción de estudiantes universitarios demuestran cómo esto influyó en su estabilidad emocional, derivado de la preocupación del ingreso económico y su distribución (27). Lo anterior podría relevar las dificultades e inseguridad alimentaria en los estudiantes universitarios, que a su vez pudo modificar hábitos de vida saludable en ellas y ellos, dependiente del ingreso económico, además durante COVID-19, se vivieron distintos escenarios que estuvieron relacionados con el desempleo de ciudadanos, existiendo un menor ingreso y por ello, menor acceso a alimentos nutritivos.

Respecto a los HVS que se relacionan con sus patrones alimentarios, se observó en investigaciones realizadas en Latinoamérica; un ajuste deficiente a los tiempos de comida, un consumo elevado de alimentos ultraprocesados (galletas, pastelillos, pan dulce empaquetado) y una percepción de peso diferente a la real (peso real menor al percibido), (28). La calidad de alimentación en universitarios puede estar influenciada por la poca administración o nula del tiempo libre y procrastinación dependientes de su etapa ontológica, sin embargo, se debe enfocar la atención a la divulgación de información para toma de decisiones que generen mayores HVS.

En contraste, investigaciones actuales desarrolladas en España; demostraron que durante el confinamiento derivado de la COVID-19, respecto al cambio de hábitos alimentarios tuvo repercusiones favorables (29), se observó un mayor consumo de alimentos saludables, además existió una disminución en el consumo de alimentos no saludables.

En otro sentido, observó un aumento de la comida preparada en casa, las personas reconocieron pasar más de nueve horas sentadas y una poca actividad física durante el confinamiento. Aunado a ello, la publicidad mediática, sobre la importancia y relevancia de la nutrición y orientación alimentaria para la gestión de HVS saludables, distribuidos por la OMS, posicionaron a la nutrición como un eje transversal en la mejora de HVS, elección consciente de alimentos y prácticas en la cocina casera.

En Perú 875 adultos (30), en observo el cambio conductual en torno a la alimentación. Los participantes mostraron mayor interés sobre el consumo de alimentos saludables, y mejora en la preparación de alimentos, ambos cambios conductuales estuvieron incentivados por dos factores importantes; el primero fue la creencia de la prevención de infección por la COVID-19 y el segundo se asoció a la post-infección por COVID-19, se creía que tendrían una recuperación rápida y con menor sintomatología que las personas que no seguían patrones alimentarios saludables. Además, dentro del estudio se observó el consumo de suplementos alimenticios, vitaminas y minerales que podría ayudar a prevenir la infección o restaurar la salud, actitud que en las anteriores no se notaba, el consumo de suplementos no ha sido de atención en países latinoamericanos.

En conclusión, se puede notar una creciente modificación en HVS; tanto positivos, como negativos: respecto a los que no buscan preservar la salud y evitar el desarrollo de ETCAN del individuo, sugieren como indicador, la necesaria e inmediata adecuación/instauración de programas que refuercen HVS en estudiantes universitarios, al ser la educación “terminal”, es necesario se refuercen la promoción de la salud para prevención y preservación de la calidad de vida (10).

Aprendizaje, rendimiento escolar y alimentación

Los estudiantes universitarios perciben como cofactor (31,32) las dificultades que se han encontrado en los ambientes virtuales educativos, provocados por el confinamiento derivado de la COVID-19, a través de ello; se puede percibir una educación no centrada en el alumno, repercutiendo en su aprendizaje, y por tanto, en el rendimiento escolar y, no menos importante, la adquisición de conocimientos significativos para la vida y su próxima práctica profesional

Villa, et al (2020), al realizar un estudio de tipo transversal, en 1612 estudiantes universitarios, al inicio del curso, y consiguiente una aplicación en periodo de exámenes a 872 alumnos universitarios. Pudo observar que la comunicación institucional era dificultosa, no se sentían cómodos en la educación a distancia, prefiriendo las clases presenciales, además, notaron que existían brechas desiguales respecto al acceso a educación virtual (33).

Otros estudios Muñoz, Lluch, (2020) y J. Clemente (2021), consideran que las desigualdades educativas en la nueva normalidad son multifactoriales, afectando la adquisición y desarrollo de nuevos aprendizajes (34). Maslow plantea que sí el ser humano no tiene aspectos básicos cubiertos, considera complicado, pueda avanzar al siguiente peldaño que le otorgué la autorrealización. Sí las necesidades alimentarias no se encuentran cubiertas debido a que dependen también de la economía, ubicación geográfica, etcétera, y son desfavorables, entonces el rendimiento académico puede ser impactado negativamente (27, 31, 35).

Sin embargo, Cotoonieto-Martínez, E. et al (2021); (36), invitan a reflexionar sobre las áreas de oportunidad, la capacitación docente y la apertura al aprendizaje y el uso de nuevas tecnologías, orientado al desarrollo de nuevas habilidades a universitarios en la nueva normalidad. Son muchos los factores externos que se deben considerar para comprender cómo el estudiante podrá desarrollar aprendizajes y tener un rendimiento académico óptimo, en la nueva normalidad.

En conclusión, las investigaciones orientadas a conocer el rendimiento escolar y hábitos de alimentación, así como HVS, consideran que un rendimiento escolar bajo está asociado a diversas prácticas alimentarias no saludables: consumo de comida chatarra, alcohol, tabaco y uso de drogas. Además, los universitarios que viven con sobrepeso u obesidad tienden a tener un menor rendimiento académico. Esto debe ser un eje central en la considerar que la alimentación repercute en las y los universitarios durante la nueva normalidad ocasionada por la pandemia y confinamiento derivado de la COVID-19; (36).

Conclusiones

Considerando los datos anteriores, se puede concluir que:

Los patrones alimentarios, se encuentran influenciados por varios factores, además, estos repercuten en las conductas alimentarias no saludables y estas son adoptadas desde el seno familiar y la carente educación y orientación en alimentación pertinentes en las diferentes etapas de la vida.

La alimentación en las y los mexicanos ha sido vista con desinterés por los organismos reguladores de políticas públicas en salud, es así que la desigualdad e inequidad han generado ser un país que presente inseguridad alimentaria, en el mismo sentido. Es difícil que mexicanas y mexicanos desarrollen HVS desde etapas tempranas.

Los programas que puedan adecuarse a cubrir necesidades en la reorientación de HVS en estudiantes universitarios, con la intención de ayudar a convertirse en adultos con menor probabilidad para el desarrollo de ETCAN se identifican como una necesidad.

Las estrategias que permitan implementar la actividad física a los programas educativos de educación universitaria en México, deben hacer hincapié en la importancia de la adopción de la actividad física dentro de la despensa de HVS.

La población debe ser informada sobre el uso adecuado de suplementos alimenticios, estas recomendaciones deben estar basada en evidencia científica, para salvaguardar la seguridad y la salud de las personas. La nueva normalidad obliga a repensar en cómo desarrollar HVS pertinentes, el desarrolló de ellos repercutirá en el aprovechamiento escolar de estudiantes universitarios además, disminuirá las repercusiones que pueden existir a nivel mental en los distintos niveles educativos, derivados del estrés, la alimentación debe ser vista como la base para el mantenimiento y prevención de estos episodios. Debido a que la salud mental en universitarios es considerada relevante, además, las y los universitarios se consideran un grupo vulnerable y de especial atención (37), se han observado en estudios de revisión sistemática, como los universitarios perciben un decremento en su salud mental, causado por múltiples factores. Una inadecuada atención a la salud mental podría estar asociada a los procesos de enseñanza-aprendizaje, además, afectar su rendimiento académico, y en el mismo sentido, su aprovechamiento escolar. En otro sentido, la conducta alimentaria, como se ha observado, depende en ocasiones de los sentimientos y emociones como: la preocupación; agregando motivos a la experiencia de inestabilidad emocional en las y los estudiantes universitarios.

Se invita a investigadoras e investigadores de la nutrición humana; generar nuevas estrategias que puedan relacionar a la educación y el desarrollo de HVS adecuados, realistas y aplicables en la población mexicana.

Referencias

- (1) Lake MA. What we know so far: COVID-19 current clinical knowledge and research. *Clinical medicine*. 2020;20(2):124. <https://10.7861/clinmed.2019-coron>
- (2) Villegas-Chiroque, M. Pandemia de COVID-19: pelea o huye. 2020 *Revista Experiencia en Medicina del Hospital Regional Lambayeque*, 6 (1).
- (3) Abreu, M. Tejeda, J. y Guach, R. Características clínico-epidemiológicas de la COVID-19. 2020. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19(2), 1-15.
- (4) Organización Mundial de la Salud (OMS). Información sobre COVID-19.
- (5) Bedford J, Enria D, Giesecke J, Heymann DL, Ihekweazu C, Kobinger G, et al. COVID-19: towards controlling of a pandemic. *The lancet*. 2020;395(10229):1015-8. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30673-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30673-5)
- (6) Lazarevich I, Irigoyen-Camacho ME, Del Consuelo Velázquez-Alva M. Obesity, eating behaviour and mental health among university students in Mexico City. *Nutricion hospitalaria*. 2013;28(6):1892-9. <https://10.3305/nh.2013.28.6.6873>
- (7) Almendra-Pegueros R, Baladia E, Contreras CR, Cárdenas PR, Martí AV, Osorio JM, et al. Conducta alimentaria durante el confinamiento por COVID-19 (CoV-Eat Project): protocolo de un estudio transversal en países de habla hispana. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*. 2021;4(3). <https://doi.org/10.35454/rncm.v4n3.267>
- (8) Castiglione, M. Las enfermedades crónicas no transmisibles. 2014. *Revista de Direito Sanitário*, 15(2), 66-72.
- (9) Ortiz Hernández L, Ramos Ibañez N, Pérez Salgado D, Ramírez Aguilar ML. *Fundamentos de nutrición para la consulta nutricional*. 2013. Trillas. México.

- (10) Coronel-Carbo, J. y Marzo Páez, N. La promoción de la salud: evolución y retos en América Latina. 2017. *Medisan*, 21(7), 926-932.
- (11) Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Cuernavaca, México; 2018. Citado el [19/07/2022] Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- (12) De Lucas-Moreno, B. Soltero, R. Bressa, C. Bailén, M. y Larrosa, M. Modulación a través del estilo de vida de la microbiota intestinal. 2019. *Nutrición hospitalaria: Organó oficial de la Sociedad española de nutrición parenteral y enteral*, 36(3), 35-39.
- (13) Del Rosario Rodríguez-Burelo, M. Avalos-García, M. y López-Ramón, C. Consumo de bebidas de alto contenido calórico en México: un reto para la salud pública. 2014. *Salud en Tabasco*, 20(1), 28-33.
- (14) Brooks SK, Webster RK, Smith LE, Woodland L, Wessely S, Greenberg N, et al. The psychological impact of quarantine and how to reduce it: rapid review of the evidence. *The lancet*. 2020;395(10227):912-20. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.13.2000188>
- (15) Díaz TR, Osorio CMM. Impacto académico, económico y psicológico del COVID-19 en los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa* 20. 2020;24(3):138-58. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1388>
- (16) Rojas Rivas MS, Rojas Rivas MC. Centros de investigación universitarios, una mirada desde la Ecología del Desarrollo Humano. *Inv. Arbitraria*, 2019; 23(76) 723-735.
- (17) Stuckler D, Nestle M. Big food, food systems, and global health. *PLoS medicine*. 2012;9(6):e1001242. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001242>
- (18) Delval J. Hoy todos son constructivistas. *Educere*. 2001;5(15):353-9.
- (19) Carrera B, Mazzarella C. Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*. 2001;5(13):41-4.
- (20) Torres-Torres, F. Cambios en el patrón alimentario de la ciudad de México. 2007.; Oyarce-Merino K, Valladares Vega M, Elizondo-Vega R, Obregón A. *Conducta alimentaria en niños*. 2016.
- (21) Lazarevich I, Irigoyen-Camacho ME, Velázquez-Alva MC, Zepeda-Zepeda M. Relationship among obesity, depression and emotional eating in young adults. *Appetite* 2016; 107: 639-44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.011>
- (22) Baenas I, Etxandi M, Munguía L, Granero R, Mestre-Bach G, Sánchez I, et al. Impact of COVID-19 Lockdown in Eating Disorders: A Multicentre Collaborative International Study. *Nutrients*. 2022;14(1):100. <https://doi.org/10.3390/nu14010100>
- (23) Vergara-Castañeda A, Lobato Lastiri MF, Díaz Gay M, Ayala Moreno MDR. Cambios en el comportamiento alimentario en la era del COVID-19. 2020

- (24) Arredondo-Hidalgo MG, Caldera-González D. Tecnoestrés en estudiantes universitarios. Diagnóstico en el marco del covid-19 en México. *Educación y Humanismo*. 2022;24(42). <https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4491>
- (25) Colín-Mar I, Zúñiga-Torres MG, Rojas-Rivas E. Neofobia alimentaria entre estudiantes universitarios: un estudio de la percepción social de la alimentación en tiempos de COVID-19. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 2021. <https://doi.org/10.24836/es.v31i58.1134>
- (26) Veramendi-Villavicencios NG, Portocarero-Merino E, Espinoza Ramos FE. Lifestyles and quality of life in university students in time of covid-19. *Universidad y Sociedad*. 2020:246-51.
- (27) Robles-Mendoza AL, Junco Supa JE, Martínez Pérez VM. Conflictos familiares y económicos en universitarios en confinamiento social por COVID-19. *Revista CuidArte*. 2021;10(19). <http://dx.doi.org/10.22201/fesi.23958979e.2021.10.19.78045>
- (28) Ratner R, Hernández P, Martel J, Atalah E. Calidad de la alimentación y estado nutricional en estudiantes universitarios de 11 regiones de Chile. *Revista médica de Chile*. 2012;140(12):1571-9. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872012001200008>
- (29) Pérez-Rodrigo C, Gianzo Citores M, Hervás Bárbara G, Ruiz Litago F, Casis Sáenz L, Aranceta-Bartrina J. Cambios en los hábitos alimentarios durante el periodo de confinamiento por la pandemia COVID-19 en España. *Revista española de nutrición comunitaria*. 2020:0-. <http://10.14642/RENC.2020.26.2.5213>
- (30) Padilla PR, Celi-Torres D, Moreno-Pajuelo A, Lama-Martínez E, Ávalos-Pérez M, Delgado-López V. CAP-COVID: Conocimientos, actitudes y prácticas (CAP) entorno a la alimentación durante la pandemia de COVID-19 en las ciudades capital de Ecuador y Perú. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 2021;41(4). <https://doi.org/10.12873/414ramos>
- (31) Pérez-López E, Atochero AV, Rivero SC. Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. *RIED Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. 2021;24(1):331-50. DOI: <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27855>
- (32) Salinas SEB, Coronel DCI, Zhizhpón AAC, Bermeo PAR. Hábitos alimenticios, nocivos y rendimiento académico en estudiantes universitarios en tiempos de Covid-19. *Revista Vive*. 2021;4(12):659-72. DOI: <https://doi.org/10.33996/revistavive.v4i12.122>
- (33) Villa FG, Litago JDU, Fernández AS. Percepciones y expectativas en el alumnado universitario a partir de la adaptación a la enseñanza no presencial motivada por la pandemia de COVID-19. *Revista Latina de Comunicación Social*. 2020(78):99-119. DOI: <https://10.4185/RLCS-2020-1470> | ISSN 1138-5820
- (34) Muñoz J, Lluch L. Consecuencias del Cierre de Escuelas por el Covid-19 en las Desigualdades Educativas. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*. 2020;9(3):1-17.
- (35) Jacovkis J, Clemente AT-C. COVID-19 y escuela a distancia: viejas y nuevas desigualdades. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*. 2021;14(1):85-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.7203/RASE.14.1.18525>

- (36) Cotonieto-Martínez E, Martínez-García R, Rodríguez-Terán R. Reflexiones sobre la educación en tiempos de COVID-19: retos y perspectivas. *Revista Saberes Educativos*. 2021(6):116-27. DOI: [https:// 10.5354/2452-5014.2021.60712](https://doi.org/10.5354/2452-5014.2021.60712)
- (37) Cobo-Rendón R, Vega-Valenzuela A, García-Álvarez D. Consideraciones institucionales sobre la Salud Mental en estudiantes universitarios durante la pandemia de Covid-19. *CienciAmérica*. 2020;9(2):277-84. <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i2.322>

Fecha de recepción: 09/03/2022

Fecha de revisión: 21/03/2022

Fecha de aceptación: 05/09/2022



Como citar este artículo

Grando, I. (2022). Efeito da dieta lowcarb sobre a composição corporal de indivíduos praticantes de musculação com treinamento de força. *MLS Health & Nutrition Research*, 1(2), 156-171

**EFEITO DA DIETA LOWCARB SOBRE A COMPOSIÇÃO
CORPORAL DE INDIVÍDUOS PRATICANTES DE
MUSCULAÇÃO COM TREINAMENTO DE FORÇA**

Isaacar Grando

professorzicao@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-7990-3290>

Resumo. A dieta low-carb vem sendo estudada, pois têm mostrado resultados significativos no benefício da redução de peso, por ser composta maioritariamente por proteínas e gorduras naturais com baixo potencial inflamatório, ajudando também a reduzir e a combater a retenção de líquidos. Esta dieta associada a treino de força poderia auxiliar no crescimento muscular bem como na redução da gordura corporal. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar o efeito de uma dieta low-carb na composição corporal de praticantes de musculação submetidos ao treino de força: A amostra foi composta por 24 indivíduos do sexo masculino, não atletas, com idade entre 19 a 34 anos, com experiência em treinamento. Os participantes foram divididos em dois grupos, onde em um grupo foi submetido ao treino de força com dieta normocalórica, normoproteica, normolipídica e normoglicídica e o segundo grupo submetido ao treino de força com dieta lowcarbhipoglicídica, hiperproteica, hiperlipídica, durante o período de quatro semanas. **Resultados:** Ao comparar a composição corporal do grupo com a intervenção low-carb com relação ao grupo controle, não foram observadas diferenças significativas com relação aos dados de percentual da gordura corporal, percentual de massa magra, índice de massa corporal. Dadas as evidências prévias sobre a estratégia dietética low-carb, sugere-se a realização de mais estudos nesta área para o levantamento de novos resultados e conclusões.

Palavras-chave: Composição corporal, dieta baixa em carboidrato, dieta low-carb, fortalecimento por levantamento de peso.

Effect low carb diet on body composition of individuals practicing body building with strength training

Summary. The low-carb diet has been studied, as it has shown significant results in the benefit of weight reduction, as it is composed mostly of protein and natural fats with low inflammatory potential, also help to reduce and combat fluid retention. This diet combined with strength training could help with muscle growth as well as reducing body fat. Objective: This study aimed to analyze the effect of a low-carb diet on the body composition of body builders submitted to strength training. The sample consisted of 24 male individuals, non-athletes, aged between 19 and 34 years, with training experience. Participants were divided into two groups, where in one group was submitted to strength training with a normocaloric, normoproteic, normolipidic and normoglycemic diet and the second group was submitted to strength training with a low carb, hypoglycemic, hyperproteic, hyperlipidic diet, during the period of four weeks. Results: When comparing the body composition of the group with the low-carb intervention in relation to the control group, no significant differences were observed regarding the data of body fat percentage, lean mass percentage, body mass index. Conclusion: Given the previous evidence on the low-carb dietary strategy, further studies in this area are suggested to obtain new results and conclusions.

Keywords: Body composition, low-carb diet, low-carb diet, strength by weight lifting .

Efecto de una dieta baja en carbohidratos sobre la composición corporal de individuos que practican musculación con entrenamiento de fuerza

Resumen. La dieta baja en carbohidratos ha sido estudiada, ya que ha mostrado resultados significativos en el beneficio de la reducción de peso, ya que está compuesta en su mayoría por proteínas y grasas naturales con bajo potencial inflamatorio, ayudando además a reducir y combatir la retención de líquidos. Esta dieta combinada con entrenamiento de fuerza podría ayudar con el crecimiento muscular y reducir la grasa corporal. Objetivo: Este estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de una dieta baja en carbohidratos sobre la composición corporal de culturistas sometidos a entrenamiento de fuerza. La muestra estuvo constituida por 24 individuos del sexo masculino, no deportistas, con edades comprendidas entre 19 y 34 años, con experiencia en entrenamiento. Los participantes fueron divididos en dos grupos, donde un grupo se sometió a un entrenamiento de fuerza con una dieta normocalórica, normoproteica, normolipídica y normoglicémica y el segundo grupo se sometió a un entrenamiento de fuerza con una dieta baja en carbohidratos, hipoglucemiante, hiperproteica, hiperlipídica, durante el período de cuatro semanas. Resultados: Al comparar la composición corporal del grupo con la intervención baja en carbohidratos en relación al grupo control, no se observaron diferencias significativas en cuanto a los datos de porcentaje de grasa corporal, porcentaje de masa magra, índice de masa corporal. Dada la evidencia previa sobre la estrategia dietética baja en carbohidratos, se sugieren más estudios en esta área para obtener nuevos resultados y conclusiones.

Palabras clave: composición corporal, dieta baja en carbohidratos, dieta baja en carbohidratos, fuerza por levantamiento de pesas.

Introducción.

La base alimentaria del individuo tiene un papel determinante en su estado físico, y cada día surgen nuevas propuestas dietéticas que buscan modificar la base alimentaria estándar en busca de resultados más rápidos (1,2).

En la antigüedad, el sobrepeso se consideraba una condición de estatus social, pues la persona que presentaba un mayor peso era considerada más afortunada, mostrando así sus curvas asociadas a sus posesiones (3). Con el paso del tiempo, la sociedad cambió y en 1864, William Banting, en su búsqueda de un cuerpo más ligero, eliminó el pan, las patatas y el azúcar de su dieta, comiendo básicamente carne, pescado y verduras (4).

Con el paso de los años, las dietas han ido evolucionando y modernizándose según los nuevos descubrimientos de la ciencia en cuanto a su eficacia. En 1972, revisada posteriormente en 1992, la dieta del Dr. Atkins ya recomendaba dietas con una cantidad restringida de carbohidratos, con proteínas y grasas como base alimentaria (5). Luego llegó la dieta del Dr. Dukan en el año 2000, donde la base era la misma que la del Dr. Atkins, pero la principal diferencia era la prioridad que se daba a las grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas, las famosas grasas buenas, y también que las proteínas debían ser magras e incluía la actividad física en el programa de pérdida de peso (6).

Actualmente, las investigaciones se han acercado a la eficacia de la dieta cetogénica, que viene dada por el consumo por debajo del 10% de los hidratos de carbono, y la dieta baja en carbohidratos, que en portugués sería una dieta baja en hidratos de carbono. La dieta baja en carbohidratos se caracteriza por la ingesta diaria de 30 a 130g de carbohidratos (7). Existen evidencias que demuestran que esta estrategia dietética favorece la pérdida de grasa corporal, por el mecanismo de acción de la relación insulina/glucagón. Se sabe que el hidrato de carbono se transforma en glucosa y la misma es absorbida por el hígado, cuando se consumen muchos alimentos ricos en hidratos de carbono, se produce un aumento de la liberación de insulina en el organismo, que a su vez reduce la liberación de glucagón que a su vez es responsable de la quema de grasa corporal. Cuando se consumen alimentos ricos en proteínas, grasas de calidad y fibras, se produce una reducción de la cantidad de insulina circulante y, en consecuencia, un aumento de la liberación de glucagón. Así, el individuo puede perder peso de forma más rápida y eficaz y, paralelamente, obtiene una disminución de los riesgos de desarrollar enfermedades cardiovasculares y otras complicaciones asociadas al sobrepeso y la obesidad (8).

Hoy en día, la rutina con poco tiempo disponible ha hecho que la población sea cada vez más sedentaria y, en consecuencia, más obesa, ya que la reducción del ejercicio físico asociada a una dieta de mala calidad (basada en alimentos procesados e industrializados), conlleva un aumento del peso corporal, además de graves problemas de salud. Las personas muestran cierta urgencia por obtener resultados rápidos y, considerando que la dieta baja en carbohidratos es eficiente en este sentido, ha sido una de las propuestas más aplicadas y buscadas en la actualidad cuando se trata de perder peso. Por otra parte, el entrenamiento de fuerza es cada vez más solicitado y se antepone al entrenamiento aeróbico (2).

Los entrenamientos de fuerza se refieren a un ejercicio o una secuencia de ejercicios, que ayudarán a la construcción muscular del individuo, buscando la resistencia anaeróbica del mismo. Hay pruebas que demuestran que el entrenamiento de fuerza asociado a dietas bajas en carbohidratos acelera la pérdida de peso (6,9).

Metodología

El estudio consiste en un ensayo clínico no aleatorio (cuasi experimental).

Este estudio se llevó a cabo de diciembre de 2020 a enero de 2021, con un total de cuatro semanas de intervención. La población de estudio se compone de estudiantes que asisten al gimnasio de Salud y Movimiento, en la ciudad de Balneário Arroio do Silva / SC, donde se realizó el estudio. La muestra se compuso de 24 individuos. Estos corresponden al 100% de la población del estudio que se ajusta a los criterios de inclusión, es decir, no deportistas, en el rango de edad de 19 a 34 años, varones, con experiencia de entrenamiento, no consumidores de esteroides. Los participantes se dividieron en dos grupos:

Grupo 1: Doce individuos que se sometieron a un entrenamiento de fuerza con una dieta normocalórica, normoproteica, normolipídica y normoglucídica.

Grupo 2: Doce individuos que se sometieron a un entrenamiento de fuerza con una dieta baja en carbohidratos, hipoglucémica, hiperproteica e hiperlipidémica, principalmente rica en monoinsaturados.

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia en el que el investigador utiliza criterios de elección subjetivos. Los participantes ya practicaban el culturismo.

Criterios de inclusión:

- Ser hombre
- No hay enfermedades crónicas subyacentes
- Tener experiencia en la práctica del entrenamiento de resistencia durante un mínimo de 90 días
- No seguir una dieta específica con control nutricional
- Firmar el TCLE

Criterios de exclusión:

- Ser un atleta
- Ser usuarios de esteroides anabólicos androgénicos
- No estar de acuerdo con los criterios del estudio y negarse a firmar el TCLE

Instrumentos y técnicas de medición

Una báscula digital (modelo Omron HBF 514) utilizada en la evaluación de la composición corporal antes y después de la aplicación de las estrategias dietéticas en el grupo de intervención y en el grupo de control.

Se utilizó un estadiómetro de cinta métrica, sin marca específica, en la evaluación de la composición corporal antes y después de la aplicación de las estrategias dietéticas en el grupo de intervención y en el grupo de control.

Se utilizó el adipómetro de Cescorf en la evaluación de la composición corporal antes y después de la aplicación de las estrategias dietéticas en el grupo de intervención y en el grupo de control. Se utilizó el adipómetro para obtener los valores de los pliegues cutáneos de los practicantes, con el fin de calcular el porcentaje de grasa corporal y el porcentaje de masa magra de los participantes.

La cinta métrica de la marca Cescorf, se utilizó en la evaluación de la composición corporal antes y después de la aplicación de las estrategias dietéticas del grupo de intervención y del grupo de control.

Los cálculos y fórmulas para realizar la evaluación física de los individuos y determinar la composición corporal se utilizó la ecuación de Jackson y Pollock (10) publicada en 1978 [$1,112 - 0,00043499 \times (\Sigma 7 \text{ pliegues}) + 0,00000055 \times (\Sigma 7 \text{ pliegues})^2 - 0,00028826 \times (\text{edad})$]. Esta ecuación se desarrolló para estimar el contenido de grasa corporal de los hombres (10).

La tasa metabólica basal (TMB) y el gasto energético total (GET) se determinaron mediante la fórmula de Harris y Benedict (11), que para el sexo masculino es $\text{GET} = 662 - (9,53 \times I) + [\text{NAF} \times (15,91 \times P + 539,6 \times A)]$, donde P es el peso, A es la altura e I es la edad. El factor de actividad física (PAL) clasifica: sedentario 1,0, ligero 1,11, moderado 1,25, intenso 1,48. Ambos para el grupo de edad de 19 años o más (11).

Los participantes se dividieron en dos grupos. Tras la separación de los grupos, se realizó un análisis de la composición corporal de los individuos: porcentaje de grasa corporal y masa muscular.

La intensidad del entrenamiento de fuerza se ajustó al 80% mediante la prueba de una repetición máxima (1RM) para los principales ejercicios del entrenamiento de fuerza. El entrenamiento se compuso en la frecuencia de cinco veces por semana, donde se trabajó pecho, hombro, tríceps, espalda, bíceps y miembros inferiores. Sistema de series múltiples de tres series con 8 a 12 repeticiones para los ejercicios con 4 ejercicios para los grupos de pecho, espalda y miembros inferiores y 3 ejercicios para hombro, tríceps y bíceps, con intervalo de 45 segundos a 1 minuto y 30 segundos, con la división del entrenamiento semanal en el formato A (pecho, hombros y tríceps), B (espalda y bíceps) y C (miembros inferiores). Todos los entrenamientos fueron acompañados por un profesional (12-14).

La restricción calórica a seguir durante la investigación a través de la dieta *baja en carbohidratos* con 100 gramos de carbohidratos por día es a través del consumo de menos de 200 gramos de carbohidratos por día, siendo los otros macros nutrientes en el rango de 35 a 40 porcentaje de lípidos y 35 a 40 porcentaje de proteínas calculados individualmente. Los carbohidratos complejos se utilizan para reponer las reservas de glucógeno muscular y se consumen en la primera comida después del entrenamiento y en 3 comidas más

Los participantes del grupo de control recibieron una dieta normocalórica (valor GET calculado individualmente), normoglucémica (50% de carbohidratos),

normoproteica (30% de proteínas) y normolipídica (20% de lípidos) también prescrita por el nutricionista (15).

El análisis se realizó con el programa GraphpadPrism, versión 6.01, en el que se eligió el análisis *Anova de una vía para* muestras dependientes e independientes emparejadas, intergrupo e intragrupo con media y desviación estándar, utilizándose como valor $p < 0,05$ (nivel de significación considerado).

Resultados

Este estudio tuvo como muestra poblacional 24 estudiantes, siendo 12 estudiantes del grupo 1, y 12 estudiantes del grupo 2, de un gimnasio de culturismo. Los participantes eran del sexo masculino, con un rango de edad de 19 a 34 años, que tenían experiencia en el entrenamiento y no eran usuarios de esteroides.

Los datos de las tablas pretenden presentar la media, la desviación estándar, los valores máximos y mínimos de las variables como la edad, la altura, el peso antes y después y el Índice de Masa Corporal (IMC) antes y después de la muestra, tal y como se presenta en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Datos generales del grupo de control

	<i>Edad</i> (años) <i>Grupo 1</i>	<i>Altura</i> (m) <i>Grupo 1</i>	<i>Peso (kg)</i> <i>Antes de</i> <i>Grupo 1</i>	<i>IMC (Kg/m²)</i> <i>Antes de</i> <i>Grupo 1</i>	<i>Peso (kg)</i> <i>Después de</i> <i>Grupo 1</i>	<i>IMC</i> (Kg/m ²) <i>Después de</i> <i>Grupo 1</i>
<i>Participantes</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Media</i>	27,5	1,76	85,62	27,48	85,75	27,52
<i>Desviación estándar</i>	5,78	0,07	12,78	3,22	12,27	2,97
<i>Mínimo</i>	19	1,68	65,3	23,14	66,7	23,63
<i>Máximo</i>	36	1,92	104	34,35	103	34,02

Grando (2021)

Según la Tabla 1, los participantes tenían una edad media de 27,5 años y un valor medio de IMC de 27,52kg/m² después de la intervención. Siendo que la clasificación para el IMC es menos de 18,5 - Bajo peso, entre 18,5 y 24,9 - peso normal y entre 25 y 29,9 - Sobrepeso (por encima del peso deseado), Igual o superior a 30 - Obesidad (16).

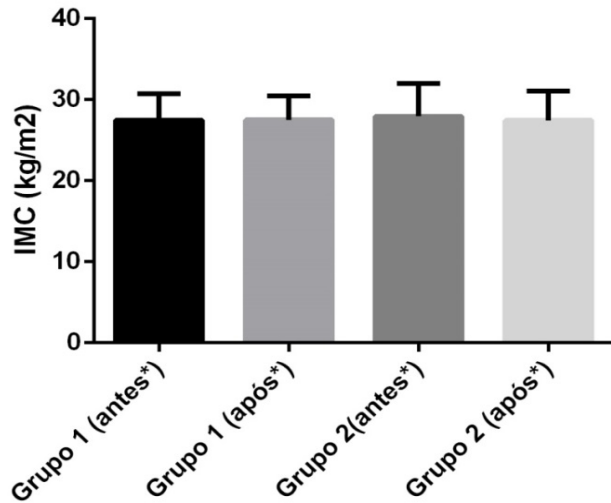
Tabla 2: datos generales del grupo de intervención

	<i>Edad</i> (años) <i>Grupo 2</i>	<i>Altura</i> (m) <i>Grupo 2</i>	<i>Peso (kg)</i> <i>Antes de</i> <i>Grupo 2</i>	<i>IMC (Kg/m²)</i> <i>Antes de</i> <i>Grupo 2</i>	<i>Peso (kg)</i> <i>Entonces</i> <i>Grupo 2</i>	<i>IMC (Kg/m²)</i> <i>Entonces</i> <i>Grupo 2</i>
<i>Participantes</i>	12	12	12	12	12	12
<i>Media</i>	27,7	1,76	85,75	27,96	84,25	27,44
<i>Desviación estándar</i>	4,33	0,09	7,96	4,05	7,22	3,61
<i>Mínimo</i>	19	1,68	75	21,83	73	21,83
<i>Máximo</i>	34	1,95	102	35,29	98	33,91

Según la Tabla 2, los participantes tenían una edad media de 27 años y un valor medio de IMC de 27,44kg/m² después de la intervención. Siendo que la clasificación para el IMC es menos de 18,5 - Bajo peso, entre 18,5 y 24,9 - peso normal y entre 25 y 29,9 - Sobrepeso (por encima del peso deseado), Igual o superior a 30 - Obesidad (16).

El gráfico 1 muestra el análisis gráfico del IMC de los participantes en la investigación. No se observaron diferencias significativas al comparar los grupos antes y después, ni entre los grupos tras las cuatro semanas de intervención. No se apreciaron diferencias significativas entre el mismo grupo y entre grupos.

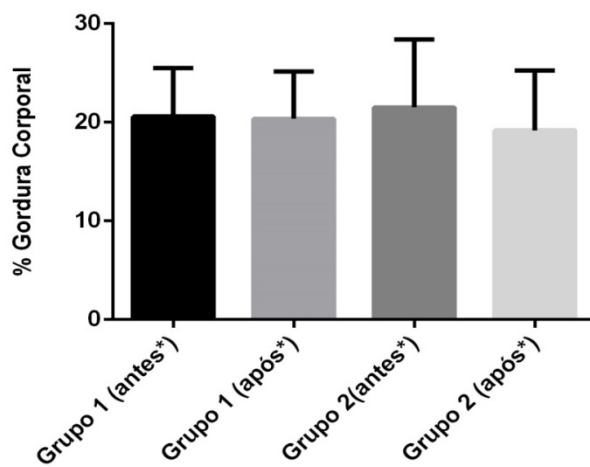
Gráfico 1. Grupos 1 y 2: Entre los grupos de control y de intervención



*Antes e após as quatro semanas de intervenções

El gráfico 2 presenta el análisis gráfico del porcentaje de grasa corporal de los participantes en la investigación. No se observaron diferencias significativas al comparar los grupos antes y después, ni entre los grupos tras las cuatro semanas de intervención. Ambos grupos permanecieron con un porcentaje de grasa corporal similar al de la evaluación inicial.

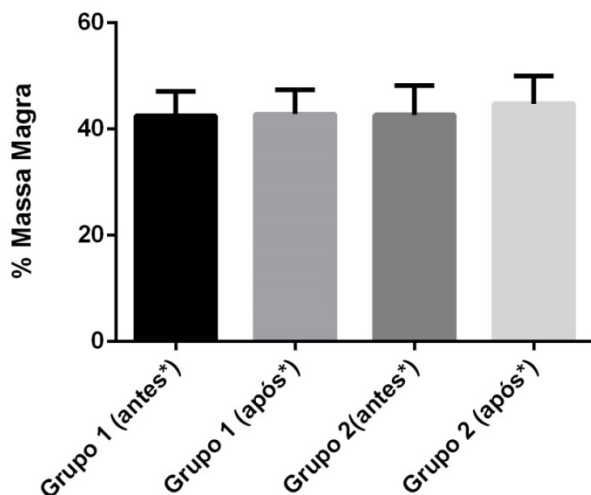
Gráfico 2. Grupos 1 y 2: Entre los grupos de control y de intervención



*Antes e após as quatro semanas de intervenções

El gráfico 3 muestra la evaluación del porcentaje de masa magra de la muestra general de participantes en la investigación. No se observaron diferencias significativas al comparar los grupos antes y después, ni entre los grupos tras las cuatro semanas de intervención. Ambos grupos se mantuvieron con un porcentaje de masa magra similar al de la evaluación inicial.

Gráfico 3. Grupos 1 y 2: Entre los grupos de control y de intervención



*Antes e após as quatro semanas de intervenções

Discusión y conclusiones

Los datos del IMC antes y después de la intervención mostraron sobrepeso en los participantes como se observa en la tabla 5.1, sin embargo, al medir el IMC y verificar que está por encima de lo normal, es recomendable realizar una evaluación de la composición corporal. El objetivo es verificar si el exceso de peso está relacionado con su cantidad de masa magra (músculos, huesos y peso residual) o adiposa (grasa) (15).

El IMC debe asociarse siempre a la evaluación del porcentaje de grasa corporal y del porcentaje de masa magra para tener una evaluación física correcta y más fiable a la realidad (16,17). El presente estudio pretendía evaluar el IMC antes y después de la aplicación del entrenamiento de fuerza y la dieta baja en carbohidratos para complementar la evaluación física, pero no se observaron diferencias significativas en la comparativa entre grupos. El estudio de Creighton et al. (17) observó en corredores de competición, que el perfil metabólico obtuvo mejoras significativas sin cambio en el IMC de los participantes.

Penteado et al. (16), que evaluaron el IMC de 13 atletas de un equipo de fútbol sala en 2009, señalaron que el 61,4% de los participantes presentaban sobrepeso y obesidad. Sin embargo, el porcentaje de grasa corporal se estimó entre normal y por debajo de lo recomendado, confirmando que la evaluación del estado nutricional a través del IMC no es el parámetro más adecuado, ya que se basa en la relación entre el peso y la talla. Sin embargo, no es una medida precisa del contenido de grasa corporal y, en este caso, debe asociarse a otro indicador de composición corporal (18).

Las dietas bajas en carbohidratos se han hecho muy populares recientemente debido a sus numerosos beneficios para la salud. Se han realizado varios estudios sobre el impacto de las dietas bajas en carbohidratos para mejorar el rendimiento del ejercicio en los atletas, reducir el contenido de grasa y disminuir el riesgo de dislipidemia o resistencia a la insulina en personas con sobrepeso y obesidad (18-20).

Comenzar el entrenamiento con una baja reserva de carbohidratos promueve mejoras que favorecen el metabolismo de los lípidos, así como limita el rendimiento para entrenamientos más intensos, así como una dieta rica en grasas puede favorecer una

mayor oxidación de las mismas, pero la restricción de energía suele estar ligada a la búsqueda de fines estéticos y en atletas de deportes de fuerza (9,12). El presente estudio evaluó el porcentaje de grasa corporal antes y después del grupo 1, que fue grupo control con entrenamiento de forma asociado a una dieta estándar y el antes y después del grupo 2, grupo de intervención, que realizó el entrenamiento de fuerza y recibió la dieta baja en carbohidratos, no encontrando diferencia significativa en la comparativa entre grupos. Michalczyk (21) realizó un estudio con jugadores de baloncesto de competición, donde utilizó la dieta baja en carbohidratos durante cuatro semanas y obtuvo una reducción significativa en el porcentaje de grasa corporal contradiciendo los resultados encontrados, pero tampoco obtuvo diferencias significativas en el porcentaje de masa magra, lo que corrobora los resultados de este estudio, y fue evaluado antes y después tanto en el grupo 1 como en el grupo 2.

El mantenimiento de la masa magra es extremadamente importante y hay que recordar que este componente está directamente influenciado por el nivel de glucógeno muscular, que es casi el doble en los atletas de competición en comparación con los individuos no entrenados, por lo que el análisis bioquímico es necesario en futuros análisis (22).

Rothschild y Earnest (23) observaron en su estudio una mejora de la actividad enzimática mitocondrial, del contenido mitocondrial y de las tasas de oxidación de las grasas, sin embargo, no observaron ninguna diferencia significativa en los cambios físicos de la aplicación aguda de la dieta baja en carbohidratos, al igual que este estudio no encontró ninguna diferencia significativa en este estudio, lo que pone de manifiesto la importancia de los análisis bioquímicos en el futuro.

Según la investigación de Guimarães et al. (24), donde se realizaron pruebas y aplicación de la dieta baja en carbohidratos en 60 participantes que practicaban el entrenamiento con pesas, para analizar la reducción de peso y la ganancia de masa magra, se obtuvo como resultado una reducción media de peso en torno a 2,5 kg y una reducción del IMC cercana a 0,9 kg/m², además del aumento de la masa magra y la reducción de la masa grasa, destacando la mayor reducción del peso corporal medio de los hombres (-3,8 kg) en relación a las mujeres (2,4 kg), lo que no se observó en la presente investigación, al no incluir una muestra de mujeres. Se cree que, si el estudio citado solo hubiera analizado el antes y el después, tendría los mismos resultados, sin embargo, es necesario un análisis más profundo para esta afirmación.

Se puede observar de la misma manera en el estudio cualitativo realizado por Fiuza (25) donde hace una relación entre hombres y mujeres, aplicando la dieta baja en carbohidratos durante el período de un mes, en 15 practicantes de entrenamiento de resistencia. El rango de edad de los participantes fue de 20 a 52 años, con un predominio de 20 a 28 años, y el público femenino fue del 67% y el masculino del 33%. La investigación reveló que, en ambos grupos, hubo pérdida de masa grasa, pero esta reducción significativa solo se observa cuando se comparan los grupos entre los géneros, sin embargo, no muestra los resultados dentro del mismo género, como en este estudio.

Uno de los factores que reducen la eficacia de la adherencia a las dietas de reeducación alimentaria es la dificultad para perder peso, en ocasiones relacionada con el sedentarismo, los malos hábitos alimentarios, el incumplimiento de la dieta y las actividades físicas o las comorbilidades individuales que hacen que los pacientes

abandonen antes de conseguir resultados significativos. En este sentido, la elección de la dieta baja en carbohidratos promueve un ajuste de peso más rápido, favoreciendo así una mayor adherencia del paciente en el proceso terapéutico (14).

En un estudio realizado por Francisco (26) durante un año y medio, se dividió en 3 fases, siendo la primera y la segunda la fase de aplicación de la dieta baja en carbohidratos que dio lugar a la pérdida de peso deseada, y la tercera fase, después de un año de la primera y segunda fase, los participantes seguían manteniendo el peso conseguido y los hábitos alimentarios desarrollados durante la intervención. De esta población participante de 663 individuos, solo 70 aceptaron someterse a la evaluación nutricional al cabo de un año, donde se observa que el IMC de los participantes al inicio de la investigación, siendo el 60% de los individuos preobesos y el 27,8% con obesidad grado I, y el resto presentaba obesidad grado II y III. Al inicio de la fase de mantenimiento, los participantes fueron clasificados como: 45,1% eutrófico, 44,7% preobeso y 8,6% obeso de grado I; y al cabo de un año, el 35,8% de los 21 participantes era eutrófico, el 47,2% preobeso y el 15% obeso de grado I. Este estudio demostró que la dieta baja en carbohidratos fue eficaz en el período de aplicación. Sin embargo, necesita un período adecuado de aplicación para observar una respuesta al tratamiento. Se cree que este ha sido el factor más llamativo en los resultados presentados en la investigación actual, que se basó en un corto período de aplicación hizo posible obtener resultados significativos, lo que sugiere que un período más largo de aplicación de la dieta tendría un resultado prometedor.

Se realizó una investigación nutricional de la aplicación de la dieta baja en carbohidratos en corredores basada en el gasto energético del grupo y el rendimiento deportivo antes y después del periodo de prueba. Teniendo la carrera de calle como un deporte aeróbico, Leite (27) entendió en su investigación que la dieta baja en carbohidratos no trajo beneficios a los participantes del proyecto, donde no encontró resultados significativos con la dieta, sin embargo, se cree que asociado al entrenamiento de fuerza los resultados son más prometedores, aun no habiendo encontrado diferencia significativa en este estudio.

Hashimoto et al. (28), durante el primer meta-análisis sobre el efecto de la dieta baja en carbohidratos sobre el porcentaje de grasa y el peso corporal en pacientes que buscaban perder peso, independientemente de la edad y el género, observaron que había una mayor pérdida de masa grasa con la aplicación de la dieta baja en carbohidratos en comparación con las otras dietas convencionales de control debido al mayor consumo de proteínas. Este estudio fue uno de los utilizados en la búsqueda de material para el desarrollo de este trabajo, sin embargo, no se obtuvo el resultado esperado como se muestra en este meta-análisis.

Según Perroni et al. (29), aunque las dietas con bajo contenido en hidratos de carbono pueden aportar beneficios metabólicos, cuando se ofrece una cantidad inferior a 50 g de hidratos de carbono/día, puede dar lugar a efectos ergolíticos, es decir, puede acabar comprometiendo la capacidad física del individuo o su rendimiento en actividades como el propio entrenamiento de fuerza.

Lacerda (30) realizó un estudio cualitativo con practicantes de Crossfit para evaluar los resultados físicos. Se observó una reducción de las circunferencias de cadera y cintura, pérdida del porcentaje de grasa y del peso corporal, sin embargo, no hubo cambios significativos en el porcentaje de masa magra, y los participantes continuaron

con el diagnóstico nutricional de sobrepeso. El grupo de mujeres presentó una pérdida de cerca de 4kg en relación al peso inicial y 4cm de pérdida en las medidas de la cintura, mientras que los hombres mostraron una diferencia significativa de casi 10kg en relación al peso inicial. También hubo una reducción del IMC en ambos géneros evaluados. Este estudio, a pesar de no considerar una intervención dietética, se consideró relevante, ya que el crossfit también se clasifica como un entrenamiento de fuerza. Sin embargo, este trabajo realizado por Lacerda no se corrobora con los hallazgos de este estudio, en el que no se observó diferencia significativa en la pérdida de grasa corporal y peso corporal, aun utilizando el mismo periodo de aplicación de entrenamiento y dieta de cuatro semanas.

Según Astrup y Hjorth (31), la eficacia de la dieta baja en carbohidratos depende directamente del sistema metabólico de cada individuo. La investigación realizada entre los individuos que fueron sometidos a tres tipos de dietas, incluyendo la baja en carbohidratos, indicó que el bajo índice glucémico que presenta la dieta baja en carbohidratos proporciona una mejora en el metabolismo de los individuos, como la reducción del perfil lipídico, glucémico y hepático, siendo esta una de las partes claves para el resultado de la pérdida de peso. El estudio también reveló que la mayoría de los individuos prediabéticos redujeron su peso con una dieta orientada a una menor cantidad y una mayor calidad de los carbohidratos ingeridos, con un mayor consumo de cereales integrales y fibra. Este estudio refuerza la importancia del análisis bioquímico y se deben buscar nuevos hallazgos en la investigación actual, y que solo la evaluación física no fue eficaz para obtener resultados significativos.

Un estudio muy controvertido realizado por Kabisch et al. (32), en 140 individuos con enfermedad de hígado graso no alcohólico, indicó que no hubo cambios en la grasa hepática con la aplicación de la dieta baja en carbohidratos, pero sí cambios significativos en la reducción de los índices de obesidad según el IMC y los parámetros de triglicéridos. Las dietas con reducción de grasas en el caso de pacientes con grasa hepática mostraron cambios más significativos que la aplicación de dietas con menor consumo de carbohidratos (32). Otros estudios encontrados en la literatura muestran la eficacia de la dieta baja en carbohidratos en la reducción de la esteatosis hepática no alcohólica, reflejándose en el porcentaje de grasa corporal (33), siendo lo que este estudio buscaba en su análisis.

Araujo et al. (34) realizaron una prueba de aplicación de una dieta rica en proteínas y baja en carbohidratos junto con un entrenamiento de fuerza en un grupo de 25 mujeres mayores con sobrepeso. La dieta consistió en el consumo de proteínas (1,8g/Kg/día x 1,0g/Kg/día) y carbohidratos (2,0g/Kg/día x 3,0g/Kg/día) y cantidades similares de lípidos y fibras durante un período de ocho semanas. En comparación con la dieta tradicional de control (normo glucídica, lipídica y proteica), la dieta hiperproteica con reducción de la ingesta de hidratos de carbono no mostró diferencias significativas en la pérdida de masa grasa y en la reducción de medidas, al igual que los resultados de este estudio, no se observaron diferencias significativas en el análisis del peso corporal y el porcentaje de masa grasa.

Se realizó una investigación con ocho ciclistas, en la que la misma comparaba la eficacia de una dieta occidental con la dieta baja en carbohidratos. Esta investigación se aplicó durante un periodo de cuatro semanas para cada dieta, y los resultados mostraron que hubo reducción del IMC, mejora del perfil lipídico y lipoproteico, y mejora

bioquímica de los participantes (35), lo que difiere de los hallazgos del IMC, pero no se realizó el análisis bioquímico y se cree que si se hubiera realizado los resultados serían significativos como muestran otros estudios.

Este estudio no mostró cambios significativos en el porcentaje de grasa corporal, el porcentaje de masa magra, el índice de masa corporal, tanto en el grupo 1 como en el grupo 2, que realizó la aplicación de la dieta baja en carbohidratos junto con el entrenamiento de fuerza. En cuanto al IMC de los participantes, hubo una reducción media de aproximadamente 1,38 kg/m² en relación con el máximo obtenido antes de la intervención y después de la investigación, lo que no se considera una reducción significativa para la investigación. En cuanto al peso de los participantes, la reducción media fue de 2 kg en relación con el peso mínimo inicial en ambas fases y de 4 kg en relación con el peso máximo entre ellas dentro de la desviación estándar. Aun sin cambios significativos, se puede notar que, en números, los cambios ocurridos fueron más visibles en el grupo 2, por lo que es necesario la continuación de la investigación de extensión sobre el tema de la eficacia de las dietas bajas en carbohidratos con la ayuda del entrenamiento de fuerza para tener más material y conocimiento sobre el tema.

Tras cuatro semanas de intervención con una dieta baja en carbohidratos en individuos que practicaban entrenamiento de fuerza, no se observaron diferencias significativas en cuanto al IMC, el porcentaje de grasa o la masa magra de los participantes al final de la aplicación.

Referencias

- (1) World Health Organization (WHO). Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO expert consultation [Internet]. 2008 [accesoem 15 mar. 2020]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44583/9789241501491_eng.pdf?ua=1
- (2) Xavier SC. Dietas pobres em hidratos de carbono na perda de peso corporal [Disertación] [Internet]. Oporto: Universidad de Oporto, 2017. [Consultado el 06 de abril de 2021]. Disponible en: <https://revistas.unibh.br/dcbas/article/download/2828/pdf>
- (3) Garine I, Pollock DE. Social Aspects of Obesity. Inglaterra: Routledge, 1995.
- (4) Falcão H. Dieta de Banting: a incrível história do coveiro que enterrou a obesidade. São Paulo: Clannad, 2020.
- (5) Atkins RC. A nova dieta revolucionária do Dr. Atkins. 14 ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.
- (6) Dukan P. O método ilustrado: Eu não consigo emagrecer. 7 ed. São Paulo: BestSeller, 2013.
- (7) Hite AH, Berkowitz VG, Berkowitz K. Low-Carbohydrate Diet Review: Shifting the Paradigm. NutrClinPract [Internet]. 2011 [consultado el 15 de marzo de 2020]; 26(3):3. Disponible en: <https://aspenjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1177/0884533611405791>
- (8) Mansoor N, Vinknes JK, Veierod BM, Retterstol K. K. Effects of low-carbohydrate diets v. low-fat diets on body weight and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomised controlled trials. British Journal of Nutrition

- [Internet]. 2015 [consultado el 15 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/effects-of-lowcarbohydrate-diets-v-lowfat-diets-on-body-weight-and-cardiovascular-risk-factors-a-metaanalysis-of-randomised-controlled-trials/B8FBAC51C156D8CAB189CF0B14FB2A46>
- (9) Burke LM, Haley JA, Wong SHS, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *Journal Of Sports Sciences*. *Journal Of Sports Sciences* [Internet]. 2011 [consultado el 15 de junio de 2021]; 29(1): 17-27. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02640414.2011.585473>
 - (10) Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* [Internet]. 1978 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 40: 497-504. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1079/bjn19780152>
 - (11) Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. *ProcNatlAcadSci USA* [Internet]. 1918 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 4(12): 370-373. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1091498/>
 - (12) Fleck SJ, Kraemer WJ. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2017.
 - (13) Cordeiro R, Salles MB, Azevedo BM. Benefícios e Malefícios da dieta LowCarb. *Revista Saúde em Foco* [Internet]. 2017 [consultado el 11 de octubre de 2020]; 9: 714-722. Disponible en: http://portal.unisepe.com.br/unifia/wpcontent/uploads/sites/10001/2018/06/080_beneficios.pdf
 - (14) Brown LE, Weir JP. (ASEP) Procedures Recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *JEPonline* [Internet]. 2001 [consultado el 11 de octubre de 2020]; 4(3): 1-21. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235782389_ASEP_Procedures_recommendation_I_Accurate_assessment_of_muscular_strength_and_power
 - (15) Organização Mundial da Saúde. *Obesidade* [Internet]. 2009 [consultado el 15 de febrero de 2021]. Disponible en: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/dicas/215_obesidade.html
 - (16) Penteado EG, Baratto I, Silva R. Comparação entre o Índice de Massa Corporal e o percentual de gordura na avaliação do estado nutricional de atletas do futsal masculino. En: *Anais da SIEPE, Semana de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão* [Internet]. 2009 [Acceso el 15 feb. 2021]. Disponible en: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/978/729>
 - (17) Creighton BC, Hyde PN, Maresh CM, Kraemer WJ, Phinney SD, Volek JS. Paradox of hypercholesterolaemia in highly trained, keto-adapted athletes. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* [Internet]. 2018 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 4(1): 429-431. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6173254/>
 - (18) Burke LM, Ross ML, Garvican-Lewis LA, Welvaert M, Heikura IA, Forbes SG et al. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal Of Physiology* [Internet]. 2017 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 595(9): 2785-2807. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1113/JP273230>
 - (19) Mcswiney FT, Wardrop B, Hyde PN, Lafountain RA, Volek JS, Doyle L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism* [Internet]. 2018 [consultado el 15 de

- febrero de 2021]; 81: 25-34. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1016/j.metabol.2017.10.010>
- (20) Maciejewska D, Michalczyk M, Czerwińska-Rogowska M, Banaszczak M, Ryterska K, Jakubczyk K, et al. Seeking Optimal Nutrition for Healthy Body Mass Reduction Among Former Athletes. *Journal Of Human Kinetics* [Internet]. 2017 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 60(1): 63-75. Disponible en: <https://sci-hub.se/10.1515/hukin-2017-0090>
- (21) czyk M, Zajac A, Mikolajec K, Zydek G, Langfort J. No Modification in Blood Lipoprotein Concentration but Changes in Body Composition After 4 Weeks of Low Carbohydrate Diet (LCD) Followed by 7 Days of Carbohydrate Loading in Basketball Players. *Journal Of Human Kinetics* [Internet]. 2018 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 65(1): 125-137. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6341968/>
- (22) Hearn M, Hammond K, Fell J, Morton J. Regulation of Muscle Glycogen Metabolism during Exercise: implications for endurance performance and training adaptations. *Nutrients* [Internet]. 2018 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 10(3): 298-303. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5872716/>
- (23) Rothschild J, Earnest C. Dietary Manipulations Concurrent to Endurance Training. *Journal Of Functional Morphology And Kinesiology* [Internet]. 2018 [consultado el 15 de febrero de 2021]; 3(3): 41-44. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7739303/>
- (24) Dos Santos Guimarães D, Garcia ER, Dos Santos AF. Análise da composição corporal em praticantes de musculação introduzidos à dieta lowcarb hipocalórica. *RBONE* [Internet]. 2020 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 14(85): 161-169. Disponible en: <http://www.rbone.com.br/index.php/rbone/article/view/1201/947>
- (25) Fiuza LS. Dietas lowcarb em praticantes de treinamento resistido: uma visão do praticante [Trabalho de Conclusão de Curso] [Internet]. Mangabeira (BA): Faculdade Maria Milza; 2019. [consultado el 27 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://131.0.244.66:8082/jspui/handle/123456789/1937>
- (26) Francisco SC. Impacto de uma dieta lowcarb no peso corporal e hábitos alimentares de indivíduos com excesso de peso – follow up 1 ano [Disertación] [Internet]. Lisboa: Facultad de Medicina de la Universidad de Lisboa; 2018. [consultado el 19 de noviembre de 2020]. Disponible en: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/39307/1/11996_Tese.pdf
- (27) Leite RB. Intervenção dietética hipoglicídica x supercompensação de carboidratos em atletas corredores de rua: análise da composição corporal e performance [Trabalho de Conclusão de Curso] [Internet]. Cuité (PB): Universidade Federal de Campina Grande; 2019. [consultado el 27 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/8199/RAYLAN%20BATISTA%20LEITE%20-%20TCC%20NUTRI%20c3%87%20c3%83O%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- (28) Hashimoto Y, Fukuda T, Oyabu C, Tanaka, Asano M, Yamazaki M, et al. Impact of low-carbohydrate diet on body composition: meta-analysis of randomized controlled studies. *Obesity Reviews* [Internet]. 2016 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 17(6): 499-509. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/obr.12405>

- (29) Perroni COA, De Moura BM, Panza VSP. Efeito da dieta cetogênica na capacidade de endurance e na utilização de substratos energéticos no exercício. RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva [Internet]. 2018 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 12(73): 574-589. Disponible en: <http://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1084>
- (30) Lacerda, RMCP, Tavares RL. Efeito de uma dieta restritiva em praticantes de Crossfit. Revista Campo do Saber [Internet]. 2020 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 3(2): 152-166. Disponible en: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/260/220>
- (31) Astrup A, Hjorth MF. Low-fat or low carb for weight loss? It depends on your glucose metabolism. EBioMedicine [Internet]. 2017 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 22: 20-21. Disponible en: [https://www.thelancet.com/article/S2352-3964\(17\)30264-5/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S2352-3964(17)30264-5/fulltext)
- (32) Kabisch S, Bather S, Dambeck U, Kemper M, Gerbracht, Honsek C, et al. Os escores de gordura do fígado refletem moderadamente as mudanças de intervenção no conteúdo de gordura do fígado por uma dieta de baixo teor de gordura, mas não por uma dieta de baixo carboidrato. Nutrientes [Internet]. 2018 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 10(2): 157. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/2/157>
- (33) Brown GA, Swendener AM, Shaw BS, Shaw I. Comparison of anthropometric and metabolic responses to a short-term carbohydrate-restricted diet and exercise versus a traditional diet and exercise. African Journal for Physical Health Education, Recreation & Dance [Internet]. 2010 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 16(4). Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajpherd/article/view/63390>
- (34) Araujo MLD, Lima Barreto CC, Ferreira Lima, COM, Vagner Marcelino JD, Cabral PC, Costa AS. Estudo randomizado de intervenção com dieta hiperproteica vs dieta de alto teor de carboidrato em idosos com excesso de peso submetidas a treino de força. Nutrición clínica y dietética hospitalaria [Internet]. 2020 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 40(1): 149-153. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7390077>
- (35) Marques DDA, Alves RDM. Dieta lowcarb high fat e seus efeitos no esporte de resistência aeróbica. Anais SIMPAC [Internet]. 2019 [consultado el 27 de mayo de 2021]; 10(1): 347-351. Disponible en: <https://academico.univiosa.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/1060>
<https://academico.univiosa.com.br/revista/index.php/RevistaSimpac/article/view/1060>

Fecha de recepción: 19/03/2022

Fecha de revisión: 08/04/2022

Fecha de aceptación: 12/07/2022

MLS - INVESTIGACIÓN SOBRE SALUD Y NUTRICIÓN

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



Health & Nutrition
Research

Cómo citar este artículo:

Amaro, C. (2022) E-SALUD EN EL SEGUIMIENTO DE ENFERMERÍA A LARGO PLAZO DE LOS PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA BARIÁTRICA: PREVALENCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO METABÓLICO. *MLSHealth & Nutrition Research*, 1(2), 172- 181

E-SALUD EN EL SEGUIMIENTO DE ENFERMERÍA A LARGO PLAZO DE LOS PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA BARIÁTRICA - PREVALENCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO METABÓLICO

Cláudia Amaro Santos

Hospital Espírito Santo de Évora, epe - centro de responsabilidad integrada de
cirugía bariátrica y enfermedades metabólicas
cmendes@hevora.min-saude.pt <https://orcid.org/000-00107873-5558>

Resumen. Analizar el efecto de la cirugía bariátrica, la actividad física y la recuperación de peso en la prevalencia a largo plazo de los factores de riesgo metabólico a través de la telemedicina. Estudio observacional con recogida de datos retrospectiva. En el estudio participaron 84 personas que se habían sometido a una cirugía bariátrica de bypass gástrico con un seguimiento de más de cinco años. La recogida de datos se hizo por telemedicina a la que se añadieron los datos de las historias clínicas de los pacientes. Se realizó un análisis evolutivo en relación con los datos de salud y las comorbilidades asociadas, es decir, los factores de riesgo metabólico (diabetes, dislipidemia y presión arterial media) en la línea de base (antes de la cirugía), un año y cinco años después de la cirugía. Encontramos una mejora relativa en los factores de riesgo metabólico un año después de la cirugía, que se mantuvo a los cinco años de la misma con valores estadísticamente significativos ($p < 0,007$). La evolución de la prevalencia de los factores de riesgo metabólico después de la cirugía no está influida por el aumento de peso o la actividad física. Todas las comorbilidades mostraron una disminución significativa en el 1º y 5º año, en relación con la propia cirugía, independientemente del aumento de peso y de la práctica de actividad física, lo que confirma la eficacia de la cirugía como factor más efectivo en el tratamiento de las comorbilidades. No hubo relación entre el síndrome metabólico y la actividad física o el aumento de peso, lo que nos muestra la eficacia de la cirugía para reducir las comorbilidades.

Palabras clave: Actividad física, cirugía bariátrica, aumento de peso, factores de riesgo metabólico

E-HEALTH NO ACOMPANHAMENTO DE ENFERMAGEM A LONGO PRAZO DE PACIENTES SUBMETIDOS A CIRURGIA BARIÁTRICA - PREVALÊNCIA DOS FATORES DE RISCO METABÓLICO

Resumo. Analisar o efeito da cirurgia bariátrica, atividade física e reganho de peso na prevalência dos fatores de risco metabólico, a longo prazo, através de telemedicina. Estudo observacional com colheita de dados retrospectivos. Participaram no estudo 84 indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica de bypass gástrico com seguimento superior a cinco anos. A recolha de dados foi feita por telemedicina a que foram adicionados dados do processo clínico dos pacientes. Foi feita uma análise evolutiva relativamente a dados de saúde e comorbilidades associadas, nomeadamente fatores de risco metabólico (diabetes, dislipidemia e tensão arterial média) no baseline (antes da cirurgia), um ano e cinco anos após a cirurgia. Verificámos uma melhoria relativamente nos fatores de risco metabólico um ano após cirurgia, a qual se manteve aos cinco anos após a cirurgia com valores estatisticamente significativos ($p < 0,007$). A evolução da prevalência de fatores de risco metabólico após a intervenção cirúrgica não é influenciada pelo reganho de peso nem pela atividade física. Todas as comorbilidades apresentam uma diminuição com significância ao 1º e 5º ano, relacionada com a própria cirurgia, independentemente do reganho de peso e da prática de atividade física, o que vem confirmar a eficácia da cirurgia como sendo o fator mais eficaz no tratamento das comorbilidades. Não obtivemos relação da síndrome metabólica com a atividade física nem com o reganho de peso, o que nos mostra o quanto a cirurgia é eficaz na diminuição das comorbilidades.

Palavras-chave: Atividade Física, Cirurgia Bariátrica, Reganho de Peso, Fatores de Risco Metabólico

Introducción

La obesidad se define como una condición del cuerpo caracterizada por una acumulación excesiva de grasa que representa un riesgo para la salud. Caracterizada como una enfermedad crónica, es también un factor de riesgo para otras innumerables patologías, subdivididas en varios niveles en función del índice de masa corporal (IMC) y responsable, de media, de unos 3,5 millones de muertes al año.

El tratamiento de la obesidad puede darse de varias maneras, con terapias médicas y quirúrgicas. Así, tenemos que la cirugía bariátrica, como cirugía para tratar la obesidad, es considerada hoy en día un procedimiento seguro y eficaz a largo plazo, para el tratamiento de la obesidad y sus comorbilidades. La cirugía bariátrica forma parte del programa de tratamiento quirúrgico de la obesidad (PTCO) con ciertos criterios de aprobación, a saber, IMC de 50 kg/m²; IMC de 40 kg/m² con o sin comorbilidades, con tratamientos médicos sin éxito e individuos con IMC > 35 kg/m² con comorbilidades y que no responden a los tratamientos clínicos longitudinales [1].

La cirugía bariátrica comenzó como el tratamiento de la obesidad severa, cuando las respuestas médicas no son eficaces. Existen varias técnicas quirúrgicas y algunas de ellas implican modificaciones de la anatomía y fisiología gastrointestinal, lo que induce mejoras en el síndrome metabólico, ya que se trata de una población con alta propensión a la prevalencia de factores de riesgo metabólico y otras enfermedades asociadas [2].

A largo plazo, sigue existiendo la amenaza de recuperar el peso con el paso de los años y se cree que las influencias conductuales desempeñan un papel modulador en esta recuperación de peso. Los predictores de una recuperación de peso significativa en el postoperatorio de la cirugía bariátrica incluyen indicadores de aumento de los antojos de comida en la línea de base, comer progresivamente más de lo que solían, la disminución del bienestar, la calidad de vida y la preocupación por las conductas adictivas. Los

comportamientos controlados y seguidos en el postoperatorio están fuertemente asociados a evitar la recuperación de peso. Estos datos sugieren que la recuperación de peso puede prevenirse, en parte, durante la evaluación preoperatoria y reducirse potencialmente con estrategias de autocontrol después de la cirugía bariátrica [3].

Un estilo de vida saludable después de la cirugía bariátrica es esencial para optimizar y mantener la pérdida de peso. Los estudios observacionales sugieren que la actividad física después de la cirugía bariátrica puede estar asociada a una pérdida de peso adicional y al mantenimiento de una pérdida de peso más efectiva a lo largo del tiempo. Sin embargo, hay pocas pruebas experimentales sobre los efectos del ejercicio supervisado en los resultados relacionados con la obesidad en esta población específica [4].

El impacto de la cirugía bariátrica en las enfermedades metabólicas y otras comorbilidades asociadas empezó a surgir en los años 90, pero sólo a finales de esa década se empezó a considerar que la remisión de enfermedades como la diabetes era independiente de la pérdida de peso, cuando Rubino y Gagner [5] descubrieron accidentalmente que sólo un mes después de la cirugía bariátrica se producía una estabilización de la glucemia en pacientes con diabetes de tipo 2, antes de cualquier pérdida de peso significativa. Por otro lado, la disminución de la resistencia a la insulina se relaciona con una importante pérdida de peso y un aumento de la secreción de hormonas a nivel intestinal, con acción similar a la del glucagón [6].

Las primeras recomendaciones sobre la cirugía bariátrica para el tratamiento de la diabetes tipo 2, y en 2015 las directrices que recomiendan la cirugía bariátrica para el tratamiento de la diabetes tipo 2, aparecieron en 2007 en pacientes que cumplían criterios específicos [5].

Este tipo de cirugía, como tratamiento de la obesidad, puede tener más de un objetivo, como la cirugía metabólica y la bariátrica, donde esta última se destina a casos con el objetivo principal de perder el exceso de peso, como defienden varios autores. Sin embargo, el objetivo principal puede ser la cirugía metabólica si la intención principal es mejorar el síndrome metabólico, en pacientes con un factor de riesgo, independientemente de un IMC mayor o menor de 35Kg/m² [5]. Sea cual sea el objetivo de la cirugía, la orientación del tratamiento siempre será la enfermedad crónica, ya sea la obesidad o alguna de las comorbilidades asociadas, como la diabetes, la hipertensión o la dislipidemia.

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la cirugía bariátrica, la actividad física y la recuperación de peso en la prevalencia a largo plazo de los factores de riesgo metabólico a través de la telemedicina.

Metodología

En este estudio, la recogida de datos se hizo de forma retrospectiva, y el análisis y la evaluación se realizaron mediante la observación de los datos durante un periodo determinado. Estos datos se complementaron con una recopilación retrospectiva realizada en la actualidad, por lo que se trata de un estudio observacional retrospectivo.

Muestra

El estudio tuvo la aprobación del Comité de Ética del Hospital donde los pacientes fueron operados y contó con la participación de 84 individuos que habían sido sometidos a cirugía bariátrica hace más de 5 años, con una potencia muestral del 90% calculada por Gpower.

La participación fue voluntaria y a los participantes que mostraron interés en tomar parte en el estudio se les pidió un consentimiento informado y libre y posteriormente se les

administró un cuestionario durante la entrevista telefónica. Para completar el registro del cuestionario, se consultaron los datos analíticos clínicos de los últimos 5 años después de la cirugía.

Los criterios de inclusión de la muestra indicaban que los participantes tenían más de 18 años, no tenían contraindicaciones para el ejercicio, no tenían complicaciones quirúrgicas y aceptaban participar en el estudio. Los criterios de exclusión fueron los problemas de locomoción, ya que se trataría de pacientes sin capacidad o con limitaciones para practicar actividad física.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados fueron un cuestionario de salud, con evaluación de parámetros analíticos y medidas antropométricas, y el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ).

Procedimientos

Se contactó con las personas que habían sido operadas hace más de 5 años en este hospital, de enero a abril de 2021, con el fin de evaluar su disponibilidad para responder al cuestionario. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, garantizando la confidencialidad de los datos, y la consulta de los datos sanitarios y clínicos se realizó a través de la historia clínica electrónica de cada paciente. El resto de los datos se recogieron mediante entrevista telefónica y se introdujeron en un formulario creado a tal efecto para minimizar los errores de introducción de datos.

Análisis estadístico

El análisis se realizó mediante un software estadístico y la caracterización de la muestra en función del sexo, la edad y el aumento de peso.

Las pruebas estadísticas fueron adecuadas para cada tipo de variable y relación a estudiar, así como en el resultado de las pruebas de normalidad realizadas. Se analizó la normalidad a partir de la prueba de Shapiro Wilk y, a partir de este resultado, se seleccionaron las pruebas estadísticas más adecuadas. Se evaluó la consistencia interna de las dimensiones de los cuestionarios.

Los datos recogidos fueron productivos y se realizaron diversos análisis de asociación y correlación entre variables. Los tipos de pruebas utilizados en las distintas hipótesis, se basaron en los resultados de las pruebas de normalidad, lo que llevó a utilizar las pruebas de Chi-cuadrado y ANOVA de medidas repetidas.

Resultados

La caracterización de la población puede verse en la tabla 1.

Cuadro 1 - Características de los participantes

	Mujer		Hombre		Total	
	77 (91,7%)		7 (8,3%)		84 (100%)	
Edad	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
	49,5	8,5	56,9	8,9	50,1	8,8

La actividad física se caracterizó en tres niveles, según la descripción del cuestionario IPAQ, y en la muestra estudiada sólo estaban presentes dos niveles, sedentario y poco activo. Su correlación con la ganancia de peso nos permite comprobar que la mayoría de los pacientes con ganancia de peso tenían bajos niveles de actividad

física y a través de la prueba de Chi-cuadrado, con $p=0,005$, nos permite suponer una relación estadísticamente significativa, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 - Chi-cuadrado para la comparación del aumento de peso según los niveles de actividad física

<i>Nivel de actividad física</i>				
<i>Reganho</i>	<i>Sedentarismo</i>	<i>No es muy activo</i>	<i>Total</i>	<i>Sig</i>
<i>No</i>	21 (54%)	18 (46%)	39	
<i>Sí</i>	37 (82%)	8 (18%)	45	
<i>Total</i>	58 (69%)	26 (31%)	84	$p=0,005$

Se realizó un análisis evolutivo de los datos de salud y de las comorbilidades asociadas, es decir, de los factores de riesgo metabólico. Esta evolución comprende tres evaluaciones, la de referencia (antes de la cirugía), un año después de la cirugía y cinco años después de la cirugía.

Tenemos valores mayoritariamente más bajos en el primer año después de la cirugía, pero que aumentan a los cinco años de la misma, con valores estadísticamente significativos ($p < 0,007$), lo que implica que tenemos un efecto positivo respecto a la propia cirugía. Destacar que los valores de vitamina D se ajustan con el tratamiento farmacológico, ya que la gran mayoría de los pacientes realizaron durante algún periodo del postoperatorio un tratamiento farmacológico de soporte de vitamina D (tabla 3).

Tabla 3 - Distribución de los factores de riesgo metabólico

<i>Variables</i>	<i>Línea de base</i>	<i>1 año</i>	<i>5 años</i>	<i>Sig</i>
<i>Peso (Kg)</i>	113,86±17,76	74,92±10,55	78,42±12,90	$p=<0,001$
<i>IMC (Kg/m²)</i>	44,77±4,99	27,54±3,78	31,85±9,20	$p=<0,001$
<i>Colesterol (mg/dl)</i>	167,51±39,90	158,55±34,12	168,29±36,87	$p=0,007$
<i>Glucosa (mg/dl)</i>	95,93±25,70	86,26±10,17	94,13±20,31	$p=<0,001$
<i>TAM (mmHg)</i>	96,24±13,40	86,86±8,93	86,66±10,29	$p=<0,001$
<i>Vit D (ng/ml)</i>	19,10±6,16	18,90±7,46	21,78±6,70	$p=0,001$

Nota: Variación estadísticamente significativa obtenida mediante la prueba ANOVA

TAM: Tensión arterial media

IMC: Índice de masa corporal

Cuando evaluamos específicamente cada factor de riesgo metabólico, tenemos una evaluación inicial de 23 pacientes con hipertensión controlada por la medicación, que se redujo a 8 después de un año de la cirugía. A los cinco años de la intervención quirúrgica tenemos un aumento, hasta el 12, de los pacientes con enfermedad que toman medicación para controlar su hipertensión. Cabe destacar que después de la cirugía no hay pacientes con hipertensión no controlada.

En diabetes tenemos al inicio 10 pacientes con la enfermedad controlada con medidas clínicas, que disminuye a 7 en el primer año y a 4 en el quinto año después de la cirugía. En la dislipidemia, tenemos en la primera evaluación 21 pacientes que toman medicación para controlar la enfermedad, que se redujo a 7 en el primer año, pero al quinto año aumentó a 9 pacientes que requieren medidas clínicas para controlar la enfermedad.

También se evaluaron las comorbilidades del Síndrome de Apnea Obstructiva del Sueño en las que había 7 personas con la enfermedad controlada con medidas clínicas, que disminuyeron a 2 en el primer año y se mantuvieron a los 5 años de la cirugía.

La tabla 4 muestra la relación entre los factores de riesgo metabólico, la actividad física y el aumento de peso, con valores de p que revelan que no hay diferencias significativas entre los distintos niveles de actividad física o el aumento de peso a lo largo del tiempo. Sólo podemos inferir que puede haber una relación sesgada entre el colesterol, la presión arterial media y la actividad física, en la que los niveles moderados de actividad física se relacionan con niveles más bajos de colesterol y presión arterial media.

Tabla 4 - ANOVA de medidas repetidas para la comparación de la evolución de los factores de riesgo metabólico según los niveles de actividad física y el aumento de peso

		<i>Nivel de actividad física (NAF)</i>		<i>Tiempo*N AF</i>	<i>Aumento de peso (PR)</i>		<i>Tiempo* RP</i>
		<i>Sedentaris mo</i>	<i>No es muy activo</i>		<i>Sí</i>	<i>No</i>	
Colesterol	<i>línea de base</i>	173,29±41,13	154,61±34,29	<i>p= 0,059</i>	174,36±39,10	159,62±39,83	<i>p= 0,134</i>
	<i>1 año</i>	161,16±35,23	152,73±31,39		160,62±30,08	156,15±38,54	
	<i>5 años</i>	172,83±38,46	158,15±31,39		174,11±34,48	161,56±38,81	
Glucosa	<i>línea de base</i>	96,33±27,39	95,04±21,95	<i>p= 0,765</i>	96,04±26,44	95,80±25,17	<i>p= 0,701</i>
	<i>1 año</i>	85,48±8,27	88,00±13,53		84,76±8,21	88,00±11,92	
	<i>5 años</i>	93,86±19,35	94,73±22,70		93,67±18,98	94,67±21,98	
TAM	<i>línea de base</i>	97,35±13,75	93,77±12,49	<i>p= 0,082</i>	98,02±12,53	94,18±14,23	<i>p= 0,224</i>
	<i>1 año</i>	87,31±9,47	85,85±7,65		87,47±7,86	86,31±10,11	
	<i>5 años</i>	88,57±10,82	82,39±7,54		88,65±10,58	84,36±9,56	

TAM: Tensión arterial media

¶ (12 puntos)

¶ (12 puntos)

Discusión y conclusiones

El objetivo principal del presente estudio fue analizar el efecto de la cirugía bariátrica, la actividad física y la recuperación de peso en la prevalencia a largo plazo de los factores de riesgo metabólico a través de la telemedicina.

Observamos que, a largo plazo, cuanto más altos son los niveles de actividad física, menor es el aumento de peso, pero no podemos decir lo mismo de los factores de riesgo metabólico, ya que no es posible verificar una relación con la práctica de actividad física ni con el aumento de peso.

Cuando abordamos la ganancia de peso en la cirugía bariátrica, consideramos una ganancia de peso superior al 5% del peso mínimo alcanzado [7], que en nuestra muestra se alcanzó mayoritariamente en el primer año tras la cirugía. La correlación entre el aumento de peso, infiere una fuerte conexión con la práctica de actividad física, como se menciona en otros estudios, los cambios en el estilo de vida, con el seguimiento o no, permite reducir las tasas de aumento de peso [3]. Ya en 2011, Livhits (2001) informó que la recuperación de peso se produce en promedio 27 meses después de la cirugía bariátrica y que surge principalmente y es mayor en los pacientes que tienen bajos niveles de actividad física [8].

La caracterización de nuestra muestra en relación con la práctica de actividad física mostró que los niveles de actividad física eran sólo dos y que la mayoría la practicaba de forma ligera, lo que está en consonancia con lo reportado en varios estudios que afirman que estos pacientes, en el postoperatorio, están muy lejos de las recomendaciones de la EASO en cuanto a la práctica de actividad física para prevenir el aumento de peso [9].

Aunque sólo tuvimos pacientes con niveles de actividad física bajos y moderados, los pacientes que practicaron actividad física, independientemente del nivel, no tuvieron, en promedio, recuperación de peso a los 5 años después de la cirugía bariátrica, lo que está en consonancia con lo que han dicho otros autores, que la actividad física permite el mantenimiento de la pérdida de peso a largo plazo [4]. Sin embargo, aquellos con niveles moderados de actividad física tuvieron menos casos de recuperación de peso. Destacamos que, además de que ninguno de los pacientes tenía una actividad vigorosa o elevada, ninguno realizaba ejercicio físico estructurado, lo que refuerza la necesidad de un seguimiento por parte de un profesional del ejercicio físico en la evaluación multidisciplinar de estos pacientes.

Los factores de riesgo metabólico, cuando están presentes, infieren en importantes repercusiones sobre las comorbilidades, a saber, la diabetes, la HTA, la dislipidemia y el síndrome de apnea obstructiva del sueño [10]. Todas las comorbilidades son significativas en el primer y quinto año, relacionadas con la propia cirugía. Como se afirma en un estudio reciente, la cirugía bariátrica es el tratamiento más eficaz para las comorbilidades, independientemente del aumento de peso y la actividad física [11]. En nuestro estudio sólo se incluyeron los pacientes sometidos a bypass gástrico, por lo que relacionamos la resolución positiva de las comorbilidades con la realización de procedimientos quirúrgicos combinados, con absorción restringida y pobre [12].

Nuestros datos refieren que después de 5 años no hay pacientes con patología no controlada, sin embargo, sin ninguna relación estadísticamente significativa con el aumento de peso o con la práctica de actividad física, lo que podemos comprobar en varios estudios, que demuestran que la mejora de las comorbilidades es independiente de la pérdida de peso [5]. Estos resultados están en consonancia con otros estudios, concretamente un estudio ECA desarrollado en 2019, con 165 pacientes, con un programa de intervención, en el que no hubo diferencias en los factores de riesgo metabólico entre los grupos de control y de intervención [13].

Los resultados de este estudio permitieron inferir cómo el aumento de peso y la actividad física pueden estar relacionados con los factores de riesgo metabólico en pacientes sometidos a cirugía bariátrica.

Los factores de riesgo metabólico se abordaron en nuestro estudio con mucha exploración de todo el marco, es decir, en lo que respecta a su mejora, o no, durante el período postoperatorio. De hecho, hay beneficios, pero sólo podemos asociarlos a la intervención quirúrgica, ya que no tenemos ninguna relación significativa que nos permita afirmar que los factores de riesgo metabólico disminuyan o mantengan su disminución con la no ganancia de peso o con la práctica de actividad física.

El aumento de peso es uno de los factores más importantes para predecir el fracaso quirúrgico, pero disponemos de herramientas sencillas y útiles para eliminar o reducir este factor. Observamos que la práctica de la actividad física se inicia de forma autónoma, sin ningún o escaso seguimiento, lo que nos permite, una vez más, reforzar que el seguimiento de estos pacientes por parte de profesionales con competencias para ello sería un valor añadido para todos los implicados y para el sistema nacional de salud, ya que evitará varias intervenciones quirúrgicas, varias visitas de seguimiento por el deterioro del estado físico y psicológico de los pacientes, así como el desarrollo de nuevas patologías.

Los factores de riesgo metabólico responden bien en el primer año después de la cirugía, pero en su mayoría sólo pueden mantenerse con niveles de actividad física a largo plazo. Cabe destacar que la diabetes es la patología con mejor respuesta, es decir, la cirugía tiene un fuerte potencial de mejora metabólica, técnicamente es eficaz en su resolución, y la práctica concomitante de actividad física no parece ser significativa o con resultados contradictorios. Este hecho puede estar relacionado con el nivel del rango de la muestra utilizado, en este caso inferior al 95%.

También en nuestro estudio, los resultados estuvieron en consonancia, ya que hubo una disminución inicial de los factores de riesgo metabólico y algunos aumentaron uno o dos años después de la cirugía con los pacientes que necesitan volver a la medicación y sin relación positiva con la actividad física y el aumento de peso, sólo la presión arterial media en alguna aproximación.

Este punto es central y extremadamente relevante para el objetivo de nuestro trabajo, con la percepción de que estos pacientes necesitan orientación en cuanto a la práctica de actividad física regular, no sólo por prescripción y seguimiento, sino por toda una remisión para lograr los mejores resultados para todos los involucrados en este proceso, centrándose en los pacientes y sus necesidades. La cirugía bariátrica tiene éxito en el tratamiento de la obesidad grave, con un gran potencial de mantenimiento si se alimenta de actividad física.

En cuanto a las limitaciones y futuras investigaciones de este estudio, consideramos que las barreras y los facilitadores de la actividad física, así como el perfil motivacional, podrían abordarse durante este proceso postquirúrgico. También el hecho de que el estudio sea retrospectivo, con recogida de datos autoinformados, se convierte en una limitación de los datos recogidos, así como el tamaño y tipo de muestra.

¶
¶

Referencias

(1). Rozier MD, Ghaferi AA, Rose A, Simon N, Birkmeyer N, Prosser LA. Preferencias de los pacientes para la cirugía bariátrica: Resultados de una encuesta realizada con la metodología de los experimentos de elección discreta. *JAMA Surg.* 2019;154(1):e184375. doi:10.1001/jamasurg.2018.4375

- (2). Ahmad A, Laverty AA, Aasheim E, Majeed A, Millett C, Saxena S. Elegibilidad para la cirugía bariátrica entre los adultos en Inglaterra: análisis de una encuesta nacional transversal. *JRSM Open*. 2014. doi:[10.1177/2042533313512479](https://doi.org/10.1177/2042533313512479)
- (3). Kessler Y, Adelson D, Mardy-Tilbor L, Ben-Porat T, Szold A, Goitein D, Sakran N, Raziell A, Sherf-Dagan S. Estado nutricional tras un bypass gástrico de una anastomosis. *Clin Nutr*. 2020 Feb;39(2):599-605. doi: 10.1016/j.clnu.2019.03.008.
- (4). Villa-González E, Barranco-Ruiz Y, Rodríguez-Pérez MA, Carretero-Ruiz A, García-Martínez JM, Hernández-Martínez A, Torrente-Sánchez MJ, Ferrer-Márquez M, Soriano-Maldonado A, Artero EG; Grupo de Estudio EFIBAR. Ejercicio supervisado tras la cirugía bariátrica en adultos con obesidad mórbida: Protocolo de estudio del ejercicio basado en el CERT del ensayo controlado aleatorio EFIBAR. *BMC Surg*. 2019 Sep 5;19(1):127. doi: 10.1186/s12893-019-0566-9. PMID: 31488115
- (5). Rubino F, Gagner M. Potencial de la cirugía para curar la diabetes mellitus de tipo 2. *Anales de cirugía*. 2002;236(5), 554-559 <https://doi.org/10.1097/00000658-200211000-00003>
- (6). Marc-Hernández A, Ruiz-Tovar J, Aracil A, Guillén S, Moya-Ramón, M. Efectos de un programa de ejercicio de alta intensidad sobre la recuperación de peso y el perfil cardio-metabólico después de 3 años de cirugía bariátrica: Un ensayo aleatorio. *Informes científicos*. 2020;10(1), 3123. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60044-z>
- (7). King W, Hinerman A, Belle S, Wahed A, Courcoulas A. Comparación del rendimiento de las medidas comunes de recuperación de peso después de la cirugía bariátrica para la asociación con los resultados clínicos. *JAMA*. 2018;320(15), 1560-1569. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.14433>
- (8). Livhits M, Mercado C, Yermilov I, Parikh JA, Dutson E, Mehran A, Ko CY, Gibbons MM. Comportamientos de los pacientes asociados a la recuperación de peso tras un bypass gástrico laparoscópico. *Obes Res Clin Pract*. 2011 Jul-Sep;5(3):e169-266. doi: 10.1016/j.orcp.2011.03.004.
- (9). Tsigos C, Hainer V, Basdevant A, Finer N, Mathus-Vliegen E, Micic D, Maislos M, Roman G, Schutz Y, Toplak H, Yumuk V, Zahorska-Markiewicz B; Grupo de Trabajo de Gestión de la Obesidad de la Asociación Europea para el Estudio de la Obesidad. Criterios para los centros colaboradores de la EASO para el tratamiento de la obesidad. *Datos sobre la obesidad*. 2011;4(4):329-33. doi: 10.1159/000331236. Epub 2011 Aug 11. PMID: 21921658
- (10). Baillot A, Romain AJ, Boisvert-Vigneault K, Audet M, Baillargeon JP, Dionne IJ, Valiquette L, Chakra CN, Avignon A, Langlois MF. Efectos de las intervenciones sobre el estilo de vida que incluyen un componente de actividad física en individuos obesos de clase II y III: una revisión sistemática y un meta-análisis. *PLoS One*. 2015 Abr 1;10(4):e0119017. doi: 10.1371/journal.pone.0119017. PMID: 25830342
- (11). Barros I, Paredes S, Manso F, Costa Jd, Fernandes A, Alves M, Pereira M. Remisión de la diabetes tipo 2 un año después de la cirugía bariátrica - Una comparación entre la gastrectomía en manga y el bypass gástrico. *Rev Port Endocrinol Diabetes Metab*. 2021;16(1-2). doi: 10.26497/ao200059
- (12). Pujol-Rafols J, Al Abbas AI, Devriendt S, Guerra A, Herrera MF, Himpens J, Pardina E, Pouwels S, Ramos A, Ribeiro RJ, Safadi B, Sanchez-Aguilar H, de Vries C, Van Wagensveld B. Conversión de la banda gástrica ajustable en bypass gástrico en Y de Roux en uno o dos pasos: ¿Cuál es el mejor enfoque? Análisis de una base de datos multicéntrica relativa a 832 pacientes. *Obes Surg*. 2020 Dic;30(12):5026-5032. doi: 10.1007/s11695-020-04951-0
- (13). Hanvold SE, Vinknes KJ, Løken EB, Hjartåker A, Klungsoyr O, Birkeland E, Rissstad H, Gulseth HL, Refsum H, Aas AM. ¿La intervención en el estilo de vida después

de la cirugía de bypass gástrico previene la recuperación del peso? Un ensayo clínico aleatorio. *Obes Surg.* 2019 Nov;29(11):3419-3431. doi: 10.1007/s11695-019-04109-7.

Fecha de recepción: 26/03/2022

Fecha de revisión: 04/08/2022

Fecha de aceptación: 06/10/2022



Cómo citar este artículo:

Celis, A. (2022). Suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega 3 frente a una dieta mediterránea como tratamiento para la enfermedad del hígado graso no alcohólico. *MLS Health & Nutrition Research*, 1(2), 182-197

**SUPLEMENTACIÓN CON ÁCIDOS GRASOS
POLIINSATURADOS OMEGA 3 FRENTE A UNA DIETA
MEDITERRÁNEA COMO TRATAMIENTO PARA LA
ENFERMEDAD DEL HÍGADO GRASO NO ALCOHÓLICO**

Andrea Celis Eguren

Universidad Europea del Atlántico

celisegurenandrea@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-5974-0095>

Resumen. Introducción: La enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) cada vez es más prevalente y es la principal enfermedad hepática a nivel mundial. Se quiere comparar nuevas estrategias dietético-nutricionales, como la dieta mediterránea y los ácidos grasos poliinsaturados omega-3, para determinar cuál es más efectiva como tratamiento para esta enfermedad. Objetivo: Evaluar que manejo nutricional es más efectivo como tratamiento del hígado graso no alcohólico, si la suplementación con omega 3 o una dieta mediterránea. Método: Se realizó una revisión bibliográfica, para la cual se consultaron y seleccionaron varios artículos científicos de diversas bases de datos, documentos y el servicio de información en línea provisto por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos (MedlinePlus), obteniendo así un total de 17 estudios pertenecientes a la base de datos PubMed, los cuales fueron analizados en profundidad. Resultados y discusión: Tanto la dieta mediterránea como la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 promueven beneficios sobre las características clínicas de los pacientes con hígado graso. La realización de una dieta mediterránea parece tener mayores beneficios en el tratamiento de la EHGNA al mejorar las características clínicas de la enfermedad como la esteatosis hepática, la inflamación, la fibrosis y la esteatohepatitis no alcohólica, además, del síndrome metabólico.

Palabras clave: omega 3, EHGNA, dieta mediterránea, síndrome metabólico, EHNA.

**SUPPLEMENTATION WITH OMEGA 3 POLYUNSATURATED
FATTY ACIDS AGAINST A MEDITERRANEAN DIET AS
TREATMENT FOR NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE**

Abstract. Introduction: Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) is becoming more prevalent and it is the leading worldwide liver disease. The main aim of this essay is to compare new dietary-nutritional strategies, such as the Mediterranean diet and omega-3 polyunsaturated fatty acids, to determine which is more effective as a treatment for this disease. Objective: To evaluate which nutritional management is more effective as a treatment for non-alcoholic fatty liver, whether supplementation with omega 3 or a Mediterranean diet. Method: A bibliographic review was carried out, for which several scientific articles

were consulted and selected from various databases, documents and the online information service provided by the National Library of Medicine of the United States (MedlinePlus), thus obtaining a total of 17 studies belonging to the PubMed database, which were analyzed in depth. Results and discussion: Both the Mediterranean diet and supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids promote benefits on the clinical characteristics of patients with fatty liver. Following a Mediterranean diet seems to have greatest benefits in the treatment of NAFLD by improving the clinical characteristics of the disease such as hepatic steatosis, inflammation, fibrosis and non-alcoholic steatohepatitis, in addition to metabolic syndrome.

Keywords: omega 3, NAFLD, Mediterranean diet, metabolic syndrome, NASH.

Introducción

La biblioteca Nacional de medicina (1) define la enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) como “la acumulación de grasa en el hígado que NO es causada por consumir demasiado alcohol”. Se caracteriza por una acumulación excesiva de triglicéridos (TG) y colesterol en forma de gotas de lípidos en los hepatocitos (2). La EHGNA tiene diferentes estadios, pudiéndose dividir en hígado graso no alcohólico simple (HGNA) o esteatosis hepática simple (EH), la cual puede ser reversible a través de un tratamiento nutricional adecuado junto a ejercicio físico para la pérdida de peso, o si progresa se puede convertir en esteatohepatitis no alcohólica (EHNA), cursando con inflamación y daño en las células. La EHNA puede desarrollar distintos estadios de fibrosis, lo que puede acabar desarrollando una cirrosis o un cáncer de hígado. Tanto la EHNA como la cirrosis son irreversibles y el único tratamiento existente para ellas es el trasplante hepático. Por ello, es necesario descubrir más acerca del tratamiento adecuado para esta enfermedad (1,3–8).

La EHGNA es la enfermedad hepática crónica más prevalente en el mundo, en especial en los países occidentales, afectando tanto a niños como a personas adultas. Su prevalencia aumenta de la mano de la de la obesidad, aproximadamente un 20-30% de la población general lo padece, siendo 2 veces mayor en hombres que en mujeres. De los pacientes con la EHGNA aproximadamente un 20 - 25% padecen EHNA, dentro de este porcentaje, el 20% progresará y desarrollará cirrosis hepática (5,6,9–12). Dentro de los pacientes con EHGNA, los que padecen HGNA tienen una esperanza de vida similar a la de la población general, mientras que los pacientes con su forma más grave, EHNA, tienen una supervivencia más baja, debido a problemas cardiovasculares y la progresión del daño hepático (5,6,9,12).

En la aparición y progresión de esta patología están implicados ciertos factores de riesgo metabólicos, polimorfismos genéticos, una dieta inadecuada constituida por un exceso de energía o los cambios en la composición de la microbiota intestinal (MI), lo que provoca un incremento de la grasa corporal y RI en los tejidos periféricos (13,14). Principalmente se asocia al síndrome metabólico (SM) que abarca la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), dislipemia, hipertensión arterial (HTA) y la obesidad. A menudo los pacientes no cursan con sintomatología, en caso de hacerlo pueden cursar entre otras, con ascitis y retención de líquido en las extremidades inferiores (1,6,15).

Según varias publicaciones, un cambio en el estilo de vida gracias al control y reducción de los factores de riesgo, en especial de las comorbilidades metabólicas asociadas constituyen el tratamiento actual para esta enfermedad. Es importante una pérdida de peso en el caso de padecer sobrepeso u obesidad, junto con la realización de ejercicio físico y una dieta adecuada para la patología. Además, para reducir la grasa del hígado es necesario disminuir los niveles de colesterol y de TG. Es necesario suministrarle a los pacientes con EHGNA las vacunas contra la hepatitis A y la hepatitis

B (1,5,10,16,17). En cuanto al tratamiento farmacológico, no está muy claro su utilización y sería necesario realizar más estudios. En caso de utilizarse, estos varían en función del estadio de la enfermedad, de las comorbilidades, del grado y fenotipo. Normalmente se utilizan para personas con peor pronóstico como es el caso de pacientes con EHNA y fibrosis (5,10).

Ligado a todo ello, en estos últimos años han surgido nuevas líneas de investigación acerca de tratamientos nutricionales para esta enfermedad. Se investiga, por un lado, la dieta mediterránea (DietMed) generalmente unida a la realización de actividad física y por otro lado, la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 (AGPI ω -3). Ambos tratamientos nutricionales son actualmente estudiados y considerados una vía adecuada de actuación debido a sus numerosos efectos beneficiosos como tratamiento para esta enfermedad (15,18–20).

El objetivo principal de esta revisión es evaluar que manejo nutricional es más efectivo como tratamiento de la EHGNA, si la suplementación con AGPI ω -3 o una DietMed.

Metodología

Se realizó una búsqueda de artículos científicos relacionados con el tema, dando prioridad a estudios y ensayos clínicos en seres humanos, revisiones sistemáticas y meta-análisis relevantes utilizando las bases de datos de: Pubmed, Scielo y Science Direct.

La búsqueda bibliográfica de artículos comenzó en enero de 2022 y finalizó en abril de 2022.

Para localizar los artículos utilizados en esta revisión se aplicaron unos criterios de inclusión de 5 años de antigüedad, a excepción de artículos relevantes de años anteriores; artículos con muestra significativa y revistas indexadas con un factor de impacto mayor de 1,5.

Se utilizaron las siguientes palabras clave en las bases de datos para la búsqueda de artículos de los diferentes apartados:

- Hígado graso: “Hígado graso”.
- Hígado graso no alcohólico: “EHGNA”, “microbiota intestinal”, “síndrome metabólico”, “EHNA”, “pérdida de peso”, “actividad física”, “dieta”, “mecanismo de desarrollo”
- Dieta mediterránea: “EHGNA”, “EHNA”, “dieta mediterránea”, “problema cardiovascular”.
- Ácido grasos poliinsaturados omega 3: “EHGNA”, “EHNA”, “AGPI omega-3”, “EPA”, “DHA”.

Los criterios de exclusión fueron: artículos con una antigüedad superior a 5 años, que no se adecuasen al tema de interés, la muestra no fuese significativa o hubiera imposibilidad de leer más allá del título/resumen.

Finalmente de todos los artículos encontrados se seleccionaron e incluyeron dentro de la revisión un total de 17 artículos: 4 estudios abarcan la relación entre DietMed y EHGNA; 4 estudios abarcan la relación entre DietMed, actividad física y EHGNA; 7 estudios abarcan la relación entre la suplementación con AGPI ω -3 y EHGNA y 2 estudios abarcan la relación entre la suplementación con DHA y EHGNA. Todos ellos fueron analizados en profundidad.

(2022) MLSHN, 1(2), 182-197

Resultados

Dieta Mediterránea

La DietMed es un tipo de alimentación característica de la región mediterránea que está compuesta principalmente por ácidos grasos monoinsaturados del aceite de oliva; alimentos de origen vegetal como las frutas, verduras, granos, frutos secos, legumbres; y en menor cantidad por carnes y productos lácteos. A esta dieta se le ha atribuido numerosos beneficios para la salud: disminuye el SM y el riesgo cardiovascular al reducir el colesterol y los TG. La DietMed va asociada a la realización de un estilo de vida saludable con la práctica de ejercicio físico (18,21–23).

En los siguientes apartados se analizarán los efectos secundarios y los efectos beneficiosos de este patrón dietético sobre la EHGNA.

Efectos adversos de la dieta mediterránea

Hay que tener cuidado al realizar una DietMed ya que, al estar compuesta principalmente por grasas, cabe el riesgo de aumentar de peso. También pueden aparecer niveles de hierro, de vitamina C y de calcio bajos por consumir menos alimentos que los contengan (23).

Efectos beneficiosos de la dieta mediterránea

Este tipo de dieta está caracterizada por su contenido reducido en azúcares refinados y fructosa. El jarabe de maíz es un azúcar refinado con altas cantidades de fructosa, se ha visto que su consumo ha incrementado el riesgo de padecer EHGNA, ya que un consumo elevado de fructosa produce una acumulación de lípidos en el hígado, por tanto, al ser este patrón dietético bajo en fructosa reduce las probabilidades de padecer esta enfermedad. También se caracteriza por la ausencia de alimentos procesados, como es el caso de los refrescos, ya que son ricos en fructosa y azúcares añadidos. Este tipo de alimentos promueven la acumulación de grasa en el hígado a través de la lipogénesis de *novo* de la fructosa en el hígado (24,25). En los pacientes con EHGNA este mecanismo se encuentra alterado. Por lo tanto, la ausencia de alimentos procesados, ricos en fructosa y azúcares refinados en la dieta, previene la acumulación de grasa en el hígado y el desarrollo de la enfermedad (4,7,24,26).

A diferencia de otro tipo de dietas, la DietMed es rica en hidratos de carbono complejos, en especial en cereales integrales, y en fibras. Este tipo de alimentos tiene menor densidad energética que los hidratos de carbono refinados y son muy saciantes, lo que favorece a una menor acumulación de grasa en el hígado por ingerir excesiva energía. Además, el consumo elevado de fibra puede favorecer el enriquecimiento de ciertas bacterias en el intestino, como las *Firmicutes*, que son las encargadas de degradar la fibra, lo que provoca un incremento de los AGCC como el butirato, este se encarga de eliminar la inflamación del hígado (27). Cabe destacar que los cereales integrales mejoran el control glucémico postprandial, con lo que se produce un efecto protector frente a problemas asociados como el SM (obesidad y DM2) y el riesgo cardiovascular (18,24,27–29).

La disminución del consumo de carne es beneficiosa, en especial la carne roja, ya que la carne contiene colesterol y ácidos grasos saturados que se depositan en el hígado en forma de grasa incrementando el riesgo de padecer SM y problemas cardiovasculares. Por tanto, la realización de la DietMed tiene una asociación inversa con esta patología (21,24,28).

La DietMed no habla de un consumo específico de café, por lo tanto, en base a la evidencia científica actual, se puede consumir unas 2-3 tazas al día. El café tiene efectos cardioprotectores, al reducir la aparición de SM debido a su contenido en cafeína y polifenoles. También tiene efecto hepatoprotector al reducir la fibrosis del hígado (24,26,30).

Esta dieta se caracteriza por el consumo de grandes cantidades de alimentos con propiedades antioxidantes y antiinflamatorios como frutas, verduras, frutos secos, cereales integrales, aceite de oliva y pescados ricos en omega 3. Estos alimentos gracias a sus características previenen el daño celular, el estrés oxidativo y retrasan el desarrollo de la esteatosis hepática, además de mejorar las enfermedades metabólicas (18,21,28). Además, un consumo elevado de frutos secos está asociado con beneficios para la salud como: la reducción de riesgo cardiovascular, DM2, SM y resistencia a la insulina, todos ellos característicos de la EHGNA (31).

Por lo tanto, este patrón dietético basado en grasas, frutas, verduras, hortalizas, legumbres, hidratos de carbono complejos, fibra y en menor cantidad en hidratos de carbono simples, azúcares refinados y carnes, especialmente las carnes procesadas y rojas; es un tipo de alimentación que consigue reducir los factores de riesgo cardiometabólico, como el colesterol y los TG, y eventos clínicos (*Figura 1*), lo que resulta muy importante para la pérdida de grasa en el hígado y por tanto, para el tratamiento de la EHGNA (18,23,24,28,31,32). La combinación de la DietMed con el ejercicio físico consigue mejorar la acumulación de grasa hepática, aumenta la oxidación de lípidos y la sensibilidad a la insulina. Además, si se combina con probióticos (*Lactobacillus*) proporciona una mejor salud del hígado, ya que permite controlar la disbiosis y restaurar la MI alterada(33–35,31,26,18).

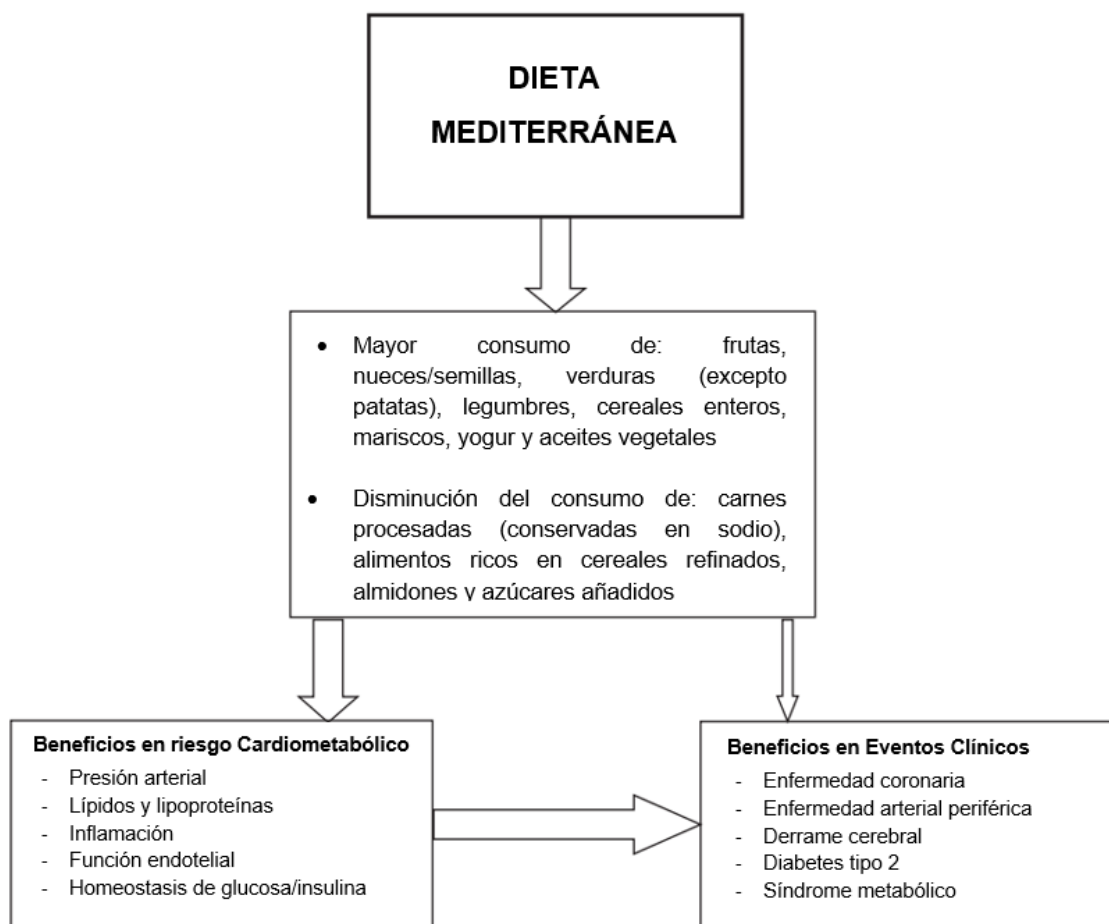


Figura 1. Características de la DietMed y sus beneficios a nivel cardiometabólico y de eventos clínicos. La mejora de los factores de riesgo cardiometabólico asociados al consumo de la DietMed puede conducir a la prevención de eventos clínicos. El grosor de las flechas no es proporcional a los beneficios observados (cardiometabólico o clínico), pero puede indicar una diferente jerarquía de efectos (34).

Ácidos grasos poliinsaturados omega-3

Los AGPI ω -3, son un tipo de grasa poliinsaturada imprescindible para diferentes procesos de nuestro organismo, como mantener estables los niveles de colesterol. Estos son de tipo esencial, es decir, el organismo no puede sintetizarlos, por lo que tienen que ser obtenidos a través de la dieta. Estos AGPI ω -3 se encuentran en pocos alimentos, por ello, la ingesta habitual suele ser deficitaria, lo que se asocia con un aumento de la grasa hepática (EH) (36). Está demostrado que los omega-3 son beneficiosos para prevenir problemas cardiovasculares por su efecto antiinflamatorio, por mejorar la sensibilidad a la insulina y por disminuir el estrés oxidativo (16,19,24,37,38).

Dentro de AGPI ω -3, existen distintos tipos de ácidos grasos de cadena larga: el ácido α -linolénico (ALA), el ácido estearidónico (SDA), el ácido docosapentaenoico (DPA), el ácido docosahexaenoico (DHA) y el ácido eicosapentaenoico (EPA). En el caso del tratamiento del EHGNA solo nos interesan los dos últimos, DHA y EPA, moduladores de la expresión de los genes hepáticos. Ambos reducen los niveles de TG y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), convirtiéndolas en lipoproteínas de baja densidad (LDL) y en lipoproteínas de densidad intermedia (IDL) (16,19,39).

(2022) MLSHN, 1(2), 182-197

En los siguientes apartados se analizarán los efectos secundarios y los efectos beneficiosos de los AGPI ω -3 sobre la EHGNA.

Efectos adversos de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3

La suplementación con AGPI ω -3 puede producir problemas gastrointestinales como: acidez, dolor de estómago, náuseas, vómitos, estreñimiento, diarrea o eructos. También puede producir cambios en el sentido del gusto (37).

Efectos beneficiosos de los ácidos grasos poliinsaturados omega-3

Se ha visto que los pacientes que padecen esta enfermedad realizan una baja ingesta en AGPI ω -3 y un consumo elevado en AGPI omega 6, lo que puede favorecer la producción de lípidos y la RI. Por lo tanto, la suplementación con AGPI ω -3 ayudaría a compensar este desbalance y a disminuir sus efectos negativos (20,39–41). Estos ácidos grasos se utilizan para diferentes procesos de nuestro organismo, como mantener estables los niveles de colesterol, además, disminuyen la cantidad de TG en el hígado, lo que justificaría su utilización en la EHGNA para la pérdida de grasa en el hígado (37,42).

La utilización de suplementos con AGPI ω -3 produjo mejoras en los factores de riesgo del SM, a nivel hepático en su contenido en grasa, en los niveles de las enzimas pancreáticas, en los niveles de lípidos en sangre y en el grado de esteatosis. El DHA tiene mayor eficacia para mejorar tanto la esteatosis como la fibrosis hepática (43) (Figura 2). Pero en el caso de la EHNA, la suplementación con AGPI ω -3 no supuso ninguna mejora (19,20).

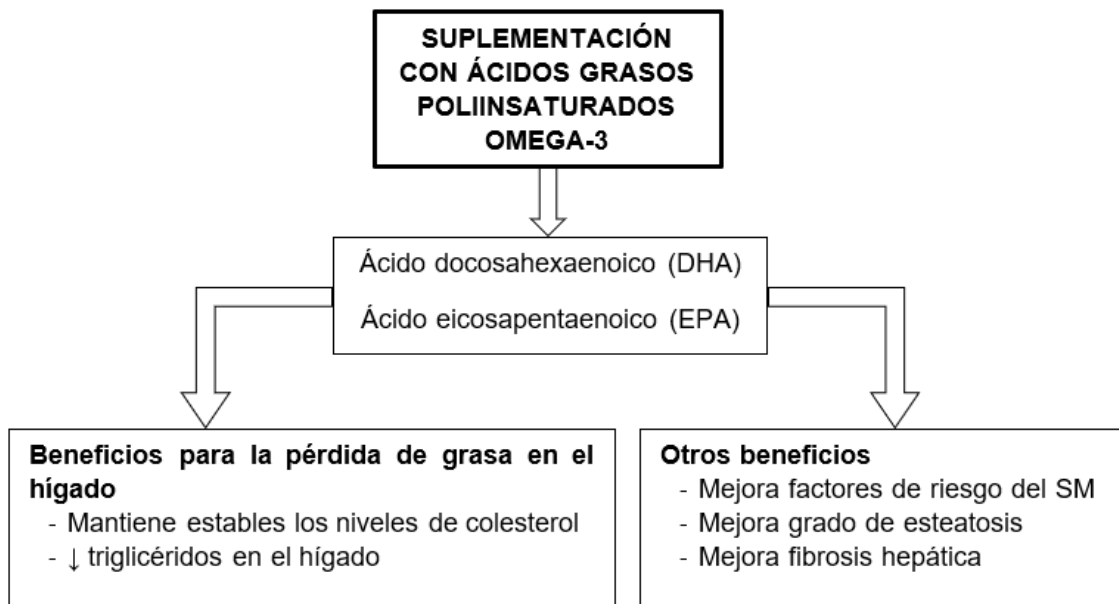


Figura 2. Tipos de AGPI ω -3 y sus beneficios para la pérdida de grasa en el hígado y otros factores de riesgo (37,42,43).

Discusión

En cuestión a la DietMed, 3 estudios abarcan la relación entre DietMed y EHGNA, y otros 3 estudios abarcan la relación entre DietMed, actividad física y EHGNA. En la *tabla 1* se desarrollan más en detalle las características y los resultados encontrados en cada estudio en base a criterios clínicos de la enfermedad. En estos estudios se muestra que la realización de una DietMed, tanto por si sola como junto al hábito de actividad física mejora los parámetros de la enfermedad, en especial los relacionados con el SM (11,15,29,31,32,44).

Tabla 1

Resumen de las características y resultados de los estudios incluidos en la discusión que abordan la relación entre la DietMed por si sola o junto a la realización de actividad física y la EHGNA (11,15,29,31,32,44).

Autor, año (Ref.)	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	Características	Resultados
DietMed y EHGNA				
Chen et al., 2019 (31)	Estudio retrospectivo de casos y controles	n = 1068 (534 con EHGNA y 534 sin) (31,8% mujeres)	Edad 18–70 años	<ul style="list-style-type: none"> - Sin asociación entre el consumo de nueces y el riesgo de EHGNA en la muestra general - Asociación inversa significativa entre ↑ consumo de nueces y EHGNA en el cuartil más alto de la muestra de hombres
Georgoulis et al., 2015 (29)	Estudio transversal retrospectivo	n = 73 con EHGNA (31,5% mujeres)	Edad 34–56 años	<ul style="list-style-type: none"> - 46,5% muestra con SM, ↑ perímetro de cintura y ↓ HDL - Asociación positiva entre SM y consumo de carnes rojas y cereales refinados - Asociación negativa entre SM y puntuación de la DietMed (MedDietScore) y consumo de cereales integrales.
Aller et al., 2018 (11)	Estudio transversal de adherencia a la DietMed	n = 203 con EHGNA comprobada por biopsia (43,3% mujeres)	Edad 44-49 años	<ul style="list-style-type: none"> - ↑ Niveles séricos de adiponectina y ↓ concentración de resistina y leptina en participantes con sobrepeso frente a participantes obesos - ↑ Frecuencia de EHGNA en participantes obesos - Adherencia a la dieta mediterránea como factor protector independiente para fibrosis hepática y EHGNA en participantes con sobrepeso.
DietMed, actividad física y EHGNA				
Konerman et al., 2018 (44)	Estudio de cohortes	n = 403 que completaron el programa MetFit en la Universidad de Michigan entre 2008 y 2016 (37,5 % mujeres)	Edad 45–63 años Duración = 12 y 24 semanas	<p>El grupo principal fueron hombres con obesidad severa y EHGNA</p> <ul style="list-style-type: none"> - 30 % ↓ peso ≥ 5 % - 62 % resolución de hipertrigliceridemia - 33 % resolución de HDL bajo - 27 % resolución de alteración de la glucosa en ayunas 43 % normalización de ALT
Bullón-Vela et al., 2019 (32)	Estudio transversal	n = 328 con SM que participan en el estudio PREDIMED-Plus (45,1% mujeres)	Edad 55-75 (hombres) y 60-75 (mujeres) años	<ul style="list-style-type: none"> - ↓ valores del índice de esteatosis hepática no invasivo con ↑ terciles de actividad física - Adherencia a la dieta mediterránea inversamente asociada con los valores del índice de esteatosis hepática no invasivo ↑ terciles de consumo de legumbres inversamente asociado con el tercil más alto del índice de esteatosis

				hepática no invasivo
Gelli et al., 2017 (15)	Estudio observacional	n = 46 con EHGNA (37% mujeres)	Edad 26–71 años Duración = 6 meses	<ul style="list-style-type: none"> - ↓ 93 % a 48 % del porcentaje de participantes con esteatosis grado ≥ 2 - Regresión de la esteatosis en 9 participantes - 25 de 46 participantes lograron una reducción del 7 % de su peso o mantuvieron un peso normal - ↓ Enzimas hepáticas (especialmente ALT) Mejora de la circunferencia de la cintura, IMC, relación cintura-cadera, LDL/HDL, colesterol total/HDL, triglicéridos/HDL, glucosa sérica, HDL, índice de hígado graso, índice de resistencia a la insulina HOMA-IR, índice de Kotronen, puntuación de grasa hepática EHGNA, visceral índice adiposo y producto de acumulación de lípidos

En el trabajo de Gelli et al (15), los autores demuestran que la DietMed y un estilo de vida más activo pueden considerarse un enfoque terapéutico seguro para reducir el riesgo y la gravedad de EHGNA y las enfermedades relacionadas.

En el estudio prospectivo de cohortes (27) en el que se compara la DietMed con una dieta saludable, se ha visto que con la DietMed se produce una mayor pérdida de grasa hepática, de peso y de probabilidad de desarrollar EHGNA que con el consumo de una dieta saludable. Esta dieta es rica en frutas y verduras que contienen altas cantidades de agua y fibra, contribuyendo a la saciedad y a la mejora del control de peso al realizar una menor ingesta de energía. Además, gracias a la fibra también se reduce la inflamación del hígado. Cabe destacar que la evidencia preliminar sugiere que el consumo de nueces puede promover la oxidación de grasas y reducir la masa de grasa ectópica en las vísceras, aunque los estudios que lo respaldan son limitados.

En el meta-análisis realizado por Akhlaghi et al. (28) sobre la DietMed para pacientes con la EHGNA encontramos 7 estudios observacionales y 6 ensayos clínicos. En los estudios observacionales hubo una asociación inversa entre DietMed y EHGNA. Sin embargo, solo en 4 de los ensayos clínicos se probó el efecto positivo de la DietMed sobre la EH, mostrando una bajada significativa en el IMC, el peso, los TG y el colesterol total, pero no se encontró ningún efecto sobre el colesterol LDL y el HDL, la presión arterial, la glucemia en ayunas y la insulina. En general, los datos disponibles de estos estudios indican una asociación inversa entre DietMed y EH con una bajada del IMC, y los TG plasmáticos, pero no se observó ninguna mejora significativa en la circunferencia de la cintura, el colesterol, la glucosa o la resistencia a la insulina. Aunque los resultados son prometedores, se necesitan más estudios tanto de observación como de intervención para llegar a conclusiones más firmes.

En relación a la suplementación con AGPI ω -3, 4 estudios abarcan la relación entre la suplementación con AGPI ω -3 y EHGNA y 1 estudio abarca la relación entre la suplementación con DHA y EHGNA. En la *tabla 2* se desarrollan más en detalle las características y los resultados encontrados en cada estudio en base a criterios clínicos de la enfermedad. En 3 de estos estudios se muestra que la suplementación con AGPI ω -

3 mejora los parámetros de la enfermedad, en especial el contenido de grasa hepática, a excepción del ensayo de Sangouni et al., 2021 (38), en el que no se han visto efectos significativo en ningún parámetro.

Tabla 2

Resumen de las características y resultados de los estudios incluidos en la discusión que abordan la relación entre los AGPI ω -3 y la EHGNA (38,41,42,45,46).

Autor, año (Ref.)	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	Características	Resultados
Scorletti et al., 2014 (46)	Ensayo aleatorizado doble ciego controlado con placebo WELCOME	n = 103 adultos con EHGNA confirmada e o con pruebas de imagen de características clínicas	Edad >18 años Duración= 15-18 meses Omacor (DHA 380mg+EPA 460mg)= 4 g/día Placebo (aceite de oliva)= 4g/día	El tratamiento con DHA+EPA: - Enriquecimiento de DHA en eritrocitos - ↓ del % medio de grasa hepática en pacientes con EHGNA.
Hodson et al., 2017 (42)	Estudio piloto, subestudio pre especificado del ensayo aleatorizado doble ciego controlado con placebo WELCOME	n = 24 adultos con EHGNA (del estudio WELCOME)	Edad >18 años Duración = 15-18 meses Omacor (DHA 380mg+EPA 460mg) = 4g/día Placebo (aceite de oliva)= 4g/día	Las personas que lograron un cambio en el enriquecimiento de DHA de los eritrocitos de $\geq 2\%$: - Cambios favorables en el metabolismo de los ácidos grasos hepáticos y la sensibilidad a la insulina - ↓ el contenido de grasa hepática.
Capanni et al., 2006 (45)	Estudio piloto con AGPI ω -3 y placebo, para un futuro ensayo controlado aleatorizado doble ciego	n = 56 adultos con EHGNA	Edad 32–77 años Duración = 12 meses AGPI ω -3 (EPA0,9/DHA1,5)= 1g/día Placebo = pacientes control sin terapia	- ↓ Nivel sérico de TG y ALT - Mejora características ultrasonográficas (\uparrow índice de perfusión Doppler (DPI), relación entre el flujo sanguíneo de la arteria hepática y el flujo sanguíneo total del hígado) - Mejora del flujo sanguíneo hepático al \downarrow la acumulación de grasa intrahepática.
Sangouni et al., 2021 (38)	Ensayo controlado aleatorizado doble ciego con placebo	n = 60 pacientes diabéticos con EHGNA	Edad 18–65 años Duración = 12 semanas AGPI ω -3 (EPA360mg + DHA 240mg) = 200mg/día	La suplementación con omega-3 (2000 mg/d) en comparación con el placebo no tuvo un efecto significativo sobre el riesgo cardiometabólico: el índice aterogénico del plasma (AIP), el índice de riesgo de Castelli I, el índice de riesgo de Castelli II y el coeficiente aterogénico (AC).

		Placebo (parafina líquida) = 200mg/día	
Pacifico et al., 2015 (41)	Ensayo controlado aleatorizado doble ciego con placebo	n = 58 niños con EHGNA	<p>Edad <18 años</p> <p>Duración = 6 meses</p> <p>AGPI ω-3 (DHA) = 250mg/día</p> <p>Placebo (ácido linoleico) = 290 mg</p> <p>La suplementación con DHA:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambio en la fracción de grasa hepática estimada por resonancia magnética y visceral. - Cambios en el tejido adiposo visceral, el tejido adiposo epicárdico, ALT, TG y la sensibilidad a la insulina. - Mejora las anomalías metabólicas en niños con EHGNA

El ensayo clínico doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo (43) muestra evidencia de que la suplementación con AGPI ω -3, concretamente el DHA, fue efectiva para reducir la esteatosis y la fibrosis hepática, por lo que la dosis y la duración de la suplementación utilizada fueron capaces de mejorar el daño hepático que se produce en los pacientes con EHGNA.

Musa-Veloso et al (19) demostraron según el meta-análisis realizado de varios estudios que la suplementación con AGPI ω -3 dio como resultado mejoras estadísticamente significativas en 6 de 13 factores de riesgo metabólicos, en los niveles de 2 de 3 enzimas hepáticas, en el contenido de grasa hepática y en la puntuación de esteatosis. Aunque las medidas histológicas de la enfermedad (puntuación de fibrosis, puntuación de balonización hepatocelular, puntuación de esteatosis, puntuación de inflamación lobulillar y puntuación de actividad NAFLD) evaluadas en pacientes con EHGNA no mostraron ninguna mejora por la suplementación con AGPI ω -3, esto podría ser debido a una baja muestra de pacientes en el estudio y a una dosis muy baja (0,345 g/d) del suplemento suministrado.

Sin embargo, en el ensayo controlado aleatorizado (40), se observó una reducción significativa en el contenido de grasa en el hígado entre el grupo placebo y el grupo de intervención, lo que ocultó cualquier efecto producido por el suplemento de AGPI ω -3. En la misma línea Parker et al. (36) encontraron que, utilizando técnicas no invasivas para la evaluación de la concentración y composición de lípidos intrahepáticos, y una dosis de AGPI ω -3 que había demostrado previamente reducciones en la grasa hepática, no se pudo observar un beneficio hepático ni una disminución de la grasa hepática. Tampoco se encontró ningún efecto de la suplementación con AGPI ω -3 en los niveles de ALT, en el volumen de los compartimentos de tejido adiposo subcutáneo o visceral abdominal después de la suplementación. Se necesitan más estudios en los que el nivel de EH sea mayor en los participantes, para poder observar efectos más significativos en los resultados relacionados con el hígado.

En base a la evidencia actual, al comparar la realización de una DietMed con la suplementación de AGPI ω -3 para la enfermedad estudiada, se puede ver que, en el caso de la DietMed existen mayor número de estudios, ensayos y revisiones de actualidad a favor de su utilización que evidencian las mejoras en las características clínicas de la EHGNA. Se puede ver una asociación inversa entre la DietMed y el SM; una reducción del peso, los TG, el colesterol, la grasa hepática, la grasa visceral, la inflamación del

hígado, la relación cintura-cadera, el IMC y el índice de EH; la normalización de algunas enzimas, entre ellas la ALT; la resolución de la alteración de la glucosa en ayunas. Además, se ha comprobado que la DietMed es un factor protector frente a la fibrosis hepática y la EHNA. Sin embargo, en el caso de los AGPI ω -3 se puede ver un número menor de estudios, ensayos y revisiones de actualidad que evidencien su utilización en el tratamiento de esta patología, asimismo, las mejoras encontradas en los diferentes parámetros clínicos son menores. Estas son las siguientes: la reducción en el contenido de grasa hepática, grasa visceral y en los TG; la normalización de algunas enzimas, entre ellas la ALT; la mejora del flujo sanguíneo al reducir la grasa hepática, de la sensibilidad a la insulina, de la mejora de factores de riesgo metabólicos y de las anomalías metabólicas en niños. Por tanto, referente a los beneficios obtenidos de la realización de la DietMed frente a AGPI ω -3 se puede determinar que, en el caso de la DietMed se han demostrado múltiples mejoras en la clínica de la enfermedad debido a sus distintos componentes, entre ellos el consumo elevado de alimentos ricos en AGPI ω -3, lo que justificaría los mejores resultados de esta dieta, ya que es uno de los pilares de este estilo de alimentación. Los AGPI ω -3, por si solos como suplementos tienen beneficios, aunque en algunos estudios no se pueden distinguir del placebo. A nivel general, se encuentran mayores beneficios en el tratamiento con DietMed que con la suplementación con AGPI ω -3 (11,15,19,27–29,31,32,36,38,40–46).

Respecto a las limitaciones, aunque en alguno de los estudios no se encuentran limitaciones, en la mayoría de ellos el número de muestra de la población es muy pequeño y el tiempo del estudio muy corto. Además, en algunos hay ausencia de grupo control o no son de carácter prospectivo. Es importante destacar que cada grupo de investigación utiliza distintos marcadores para evaluar la progresión o mejora de la EHGNA tanto en los estudios de DietMed (SM, perímetro de cintura, HDL, niveles séricos de adiponectina, etc) como en los de AGPI ω -3 (contenido grasa hepática, nivel sérico TG, índice de perfusión Doppler (DPI), etc), lo que dificulta la comparación de los resultados.

De cara a la realización de futuros estudios se proponen las siguientes recomendaciones: mejorar el diseño de futuros estudios con la suplementación de AGPI ω -3, ampliando el tiempo de estudio a un plazo mínimo de 3 meses y estableciendo una dosis mayor; investigar en mayor profundidad los resultados de estas intervenciones en poblaciones con EHNA y la elaboración de futuros estudios sobre el tratamiento para la EHGNA con una DietMed junto a la suplementación con AGPI ω -3.

Conclusiones

En base a la literatura actual, podemos concluir que en lo referente al abordaje nutricional la mejor opción como tratamiento para esta enfermedad es la adopción de una DietMed. Esta dieta suele ir asociada a un estilo de vida mediterráneo, el cual incluye la realización de actividad física. Con ello, además de obtener múltiples beneficios sobre las características clínicas de la EHGNA, en especial a nivel del SM, se logra una pérdida de peso, la cual es importante en el tratamiento de esta patología al conseguir una mejora en el hígado, disminuyendo la EH y frenando el avance de la enfermedad al reducir la inflamación, la fibrosis y la EHNA. Dentro de esta dieta, cabe destacar que uno de sus pilares fundamentales es el consumo de alimentos ricos en AGPI ω -3, lo que proporciona mejores resultados sobre la clínica de la enfermedad que con solo la suplementación de estos ácidos grasos, esto es debido a la suma de los beneficios de los distintos componentes de la dieta. Por lo tanto, sería interesante realizar futuros estudios en los que

se evalué la realización de una dieta mediterránea junto a la suplementación con AGPI omega-3 para ver si la suplementación con estos ácidos grasos podría potenciar los efectos positivos de estos en sinergia a los ya demostrados de la dieta mediterránea.

Referencias

- (1). Hígado graso [Internet]. National Library of Medicine; [citado 19 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/fattyLiverdisease.html>
- (2). Schwabe RF, Greten TF. Gut microbiome in HCC – Mechanisms, diagnosis and therapy. *J Hepatol*. 1 de febrero de 2020;72(2):230-8.
- (3). Anania C, Perla FM, Olivero F, Pacifico L, Chiesa C. Mediterranean diet and nonalcoholic fatty liver disease. *World J Gastroenterol*. 21 de mayo de 2018;24(19):2083-94.
- (4). Jegatheesan P, De Bandt JP. Fructose and NAFLD: The Multifaceted Aspects of Fructose Metabolism. *Nutrients*. marzo de 2017;9(3):230.
- (5). Enfermedad por hígado graso. American College of Gastroenterology. [citado 29 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://gi.org/patients/recursos-en-espanol/enfermedad-por-higado-graso/>
- (6). Aller R, Fernández-Rodríguez C, Iacono O, Bañares R, Abad J, Carrión JA, et al. Documento de consenso. Manejo de la enfermedad hepática grasa no alcohólica (EHGNA). Guía de práctica clínica. *Gastroenterol Hepatol*. 1 de mayo de 2018;41(5):328-49.
- (7). George ES, Forsyth A, Itsiopoulos C, Nicoll AJ, Ryan M, Sood S, et al. Practical Dietary Recommendations for the Prevention and Management of Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Adults. *Adv Nutr*. enero de 2018;9(1):30-40.
- (8). Análisis metabólico sérico para la detección del daño hepático preneoplásico en personas con fragilidad aumentada por la edad [Internet]. CENIE. 2019 [citado 28 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://cenie.eu/es/blogs/old-hepamarker/analisis-metabolomico-serico-para-la-deteccion-del-dano-hepatico-preneoplasico>
- (9). Augustin S, Graupera I, Caballeria J. Hígado graso no alcohólico: una pandemia poco conocida. *Med Clínica*. 20 de diciembre de 2017;149(12):542-8.
- (10). Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Charlton M, Cusi K, Rinella M, et al. The diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease: Practice guidance from the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*. 2018;67(1):328-57.
- (11). Aller R, Burgueño Gomez B, Sigüenza R, Fernández-Rodríguez C, Fernández N, Antolín B, et al. Comparative study of overweight and obese patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Rev Espanola Enfermedades Dig Organ Of Soc Espanola Patol Dig*. abril de 2019;111(4):256-63.
- (12). Juanola O, Martínez-López S, Francés R, Gómez-Hurtado I. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: Metabolic, Genetic, Epigenetic and Environmental Risk Factors. *Int J Environ Res Public Health*. 14 de mayo de 2021;18(10):5227.
- (13). Duarte SMB, Stefano JT, Oliveira CP. Microbiota and nonalcoholic fatty liver disease/nonalcoholic steatohepatitis (NAFLD/NASH). *Ann Hepatol*. 1 de mayo de 2019;18(3):416-21.
- (14). Kasper P, Martin A, Lang S, Kütting F, Goeser T, Demir M, et al. NAFLD and cardiovascular diseases: a clinical review. *Clin Res Cardiol*. 2021;110(7):921-37.
- (15). Gelli C, Tarocchi M, Abenavoli L, Di Renzo L, Galli A, De Lorenzo A. Effect of a counseling-supported treatment with the Mediterranean diet and physical activity on the

severity of the non-alcoholic fatty liver disease. *World J Gastroenterol.* 7 de mayo de 2017;23(17):3150-62.

(16). Lee CH, Fu Y, Yang SJ, Chi CC. Effects of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Supplementation on Non-Alcoholic Fatty Liver: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 11 de septiembre de 2020;12(9):E2769.

(17). Saeed N, Nadeau B, Shannon C, Tincopa M. Evaluation of Dietary Approaches for the Treatment of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review. *Nutrients.* 16 de diciembre de 2019;11(12):3064.

(18). Trovato FM, Castrogiovanni P, Malatino L, Musumeci G. Nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) prevention: role of Mediterranean diet and physical activity. *Hepatobiliary Surg Nutr.* abril de 2019;8(2):167-9.

(19). Musa-Veloso K, Venditti C, Lee HY, Darch M, Floyd S, West S, et al. Systematic review and meta-analysis of controlled intervention studies on the effectiveness of long-chain omega-3 fatty acids in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Nutr Rev.* 1 de agosto de 2018;76(8):581-602.

(20). Lu W, Li S, Li J, Wang J, Zhang R, Zhou Y, et al. Effects of Omega-3 Fatty Acid in Nonalcoholic Fatty Liver Disease: A Meta-Analysis. *Gastroenterol Res Pract.* 2016;2016:1459790.

(21). Mascaró CM, Bouzas C, Tur JA. Association between Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Mediterranean Lifestyle: A Systematic Review. *Nutrients.* 23 de diciembre de 2021;14(1):49.

(22). Martínez-González MA, Gea A, Ruiz-Canela M. The Mediterranean Diet and Cardiovascular Health. *Circ Res.* marzo de 2019;124(5):779-98.

(23). Dieta mediterránea: MedlinePlus enciclopedia médica [Internet]. [citado 19 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000110.htm>

(24). Plaz Torres MC, Aghemo A, Lleo A, Bodini G, Furnari M, Marabotto E, et al. Mediterranean Diet and NAFLD: What We Know and Questions That Still Need to Be Answered. *Nutrients.* 5 de diciembre de 2019;11(12):2971.

(25). Zhao S, Jang C, Liu J, Uehara K, Gilbert M, Izzo L, et al. Dietary fructose feeds hepatic lipogenesis via microbiota-derived acetate. *Nature.* marzo de 2020;579(7800):586-91.

(26). Romero-Gómez M, Zelber-Sagi S, Trenell M. Treatment of Nafld with Diet, Physical Activity and Exercise. *J Hepatol.* octubre de 2017;67(4):829-46.

(27). Ma J, Hennein R, Liu C, Long MT, Hoffmann U, Jacques PF, et al. Improved Diet Quality Associates With Reduction in Liver Fat—Particularly in Individuals With High Genetic Risk Scores for Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Gastroenterology.* julio de 2018;155(1):107-17.

(28). Akhlaghi M, Ghasemi-Nasab M, Riasatian M. Mediterranean diet for patients with non-alcoholic fatty liver disease, a systematic review and meta-analysis of observational and clinical investigations. *J Diabetes Metab Disord.* 17 de febrero de 2020;19(1):575-84.

(29). Georgoulis M, Kontogianni MD, Margariti A, Tiniakos D, Fragopoulou E, Zafiropoulou R, et al. Associations between dietary intake and the presence of the metabolic syndrome in patients with non-alcoholic fatty liver disease. *J Hum Nutr Diet Off J Br Diet Assoc.* agosto de 2015;28(4):409-15.

(30). Sewter R, Heaney S, Patterson A. Coffee Consumption and the Progression of NAFLD: A Systematic Review. *Nutrients.* 12 de julio de 2021;13(7):2381.

(2022) *MLSHN*, 1(2), 182-197

- (31). Chen B bing, Han Y, Pan X, Yan J, Liu W, Li Y, et al. Association between nut intake and non-alcoholic fatty liver disease risk: a retrospective case-control study in a sample of Chinese Han adults. *BMJ Open*. 4 de septiembre de 2019;9(9):e028961.
- (32). Bullón-Vela V, Abete I, Tur JA, Pintó X, Corbella E, Martínez-González MA, et al. Influence of lifestyle factors and staple foods from the Mediterranean diet on non-alcoholic fatty liver disease among older individuals with metabolic syndrome features. *Nutrition*. 1 de marzo de 2020;71:110620.
- (33). Abenavoli L, Boccuto L, Federico A, Dallio M, Loguercio C, Di Renzo L, et al. Diet and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: The Mediterranean Way. *Int J Environ Res Public Health*. septiembre de 2019;16(17):3011.
- (34). Esposito K, Maiorino MI, Bellastella G, Panagiotakos DB, Giugliano D. Mediterranean diet for type 2 diabetes: cardiometabolic benefits. *Endocrine*. 1 de abril de 2017;56(1):27-32.
- (35). Plaza-Díaz J, Solís-Urra P, Rodríguez-Rodríguez F, Olivares-Arancibia J, Navarro-Oliveros M, Abadía-Molina F, et al. The Gut Barrier, Intestinal Microbiota, and Liver Disease: Molecular Mechanisms and Strategies to Manage. *Int J Mol Sci*. 7 de noviembre de 2020;21(21):8351.
- (36). Parker HM, Cohn JS, O'Connor HT, Garg ML, Caterson ID, George J, et al. Effect of Fish Oil Supplementation on Hepatic and Visceral Fat in Overweight Men: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*. 23 de febrero de 2019;11(2):475.
- (37). Ácidos grasos Omega 3: MedlinePlus medicinas [Internet]. [citado 19 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a607065-es.html>
- (38). Sangouni AA, Orang Z, Mozaffari-Khosravi H. Effect of omega-3 supplementation on cardiometabolic indices in diabetic patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized controlled trial. *BMC Nutr*. 15 de diciembre de 2021;7(1):86.
- (39). Shi X yan, Fan S min, Shi G mei, Yao J, Gao Y, Xia Y guo, et al. Efficacy and safety of omega-3 fatty acids on liver-related outcomes in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Medicine (Baltimore)*. 12 de junio de 2020;99(24):e20624.
- (40). Tobin D, Brevik-Andersen M, Qin Y, Innes JK, Calder PC. Evaluation of a High Concentrate Omega-3 for Correcting the Omega-3 Fatty Acid Nutritional Deficiency in Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (CONDIN). *Nutrients*. 20 de agosto de 2018;10(8):1126.
- (41). Pacifico L, Bonci E, Martino MD, Versacci P, Andreoli G, Silvestri LM, et al. A double-blind, placebo-controlled randomized trial to evaluate the efficacy of docosahexaenoic acid supplementation on hepatic fat and associated cardiovascular risk factors in overweight children with nonalcoholic fatty liver disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 1 de agosto de 2015;25(8):734-41.
- (42). Hodson L, Bhatia L, Scorletti E, Smith DE, Jackson NC, Shojaee-Moradie F, et al. Docosahexaenoic acid enrichment in NAFLD is associated with improvements in hepatic metabolism and hepatic insulin sensitivity: a pilot study. *Eur J Clin Nutr*. agosto de 2017;71(8):973-9.
- (43). Cansanção K, Citelli M, Carvalho Leite N, López de las Hazas MC, Dávalos A, Tavares do Carmo M das G, et al. Impact of Long-Term Supplementation with Fish Oil in Individuals with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Double Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *Nutrients*. 2 de noviembre de 2020;12(11):3372.
- (44). Konerman MA, Walden P, Joseph M, Jackson EA, Lok AS, Rubenfire M. Impact of a structured lifestyle programme on patients with metabolic syndrome complicated by

non-alcoholic fatty liver disease. *Aliment Pharmacol Ther.* febrero de 2019;49(3):296-307.

(45). Capanni M, Calella F, Biagini MR, Genise S, Raimondi L, Bedogni G, et al. Prolonged n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation ameliorates hepatic steatosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a pilot study. *Aliment Pharmacol Ther.* 2006;23(8):1143-51.

(46). Scorletti E, Bhatia L, McCormick KG, Clough GF, Nash K, Hodson L, et al. Effects of purified eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in nonalcoholic fatty liver disease: Results from the WELCOME* study. *Hepatology.* 2014;60(4):1211-21.

Fecha de recepción: 20/10/2022

Fecha de revisión: 02/11/2022

Fecha de aceptación: 29/11/2022