

Efecto de la alimentación restringida en el tiempo sobre el envejecimiento y el rendimiento de los deportistas (revisión sistemática)

Oscar Sánchez-García ¹, Laura Esquiús ², Daniel Badia-Martínez ¹.

¹ *Estudios de Ciencias de la Salud, Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Rambla del Poblenou, 156, 08018 Barcelona, España;* ² *Epi4health Research Group, Estudios de Ciencias de la Salud, Universitat Oberta de Catalunya (UOC), Rambla del Poblenou, 156, 08018 Barcelona, España.*

Resumen

Fundamentos: Se pretende evaluar el efecto de la alimentación restringida en el tiempo sobre marcadores de envejecimiento en los atletas.

Métodos: Inclusión de ensayos controlados aleatorizados de revistas científicas indexadas. Publicados en los 5 años anteriores a abril de 2023, buscados en Medline y Cochrane, realizados en humanos y en los idiomas: catalán, español e inglés. No se realizó evaluación del riesgo del sesgo de los estudios. Los resultados se han sintetizado y se han incluido en una tabla disponible en la revisión.

Resultados: Cumplieron los criterios 18 estudios, con una horquilla de 11 a 271 participantes. Los datos muestran una tendencia de efecto del ayuno intermitente y la alimentación restringida en el tiempo a mantener o mejorar el rendimiento deportivo. En poblaciones no deportistas hay beneficios metabólicos, cardiovasculares, reducción en marcadores inflamatorios y mejora la regulación de apetito/saciedad. Favoreciendo la autofagia y la longevidad, aunque la evidencia es escasa y se hace necesaria más investigación.

Conclusiones: La evidencia está limitada con poblaciones pequeñas y períodos cortos de intervenciones heterogéneas en ejercicio y protocolos de ayuno. Aunque los datos parecen indicar que la alimentación restringida en el tiempo puede mejorar la salud y el envejecimiento de los deportistas sin reducir el rendimiento.

Palabras clave: Alimentación Restringida En El Tiempo; Rendimiento Atlético; Salud.

Effect of time-restricted feeding on aging and performance of athletes (systematic review)

Summary

Background: The objective is to assess the impact of time-restricted feeding on aging markers in athletes.

Methods: Inclusion criteria encompassed randomized controlled trials from indexed scientific journals. Published in the 5 years preceding April 9, 2023, searched in Medline and Cochrane, conducted in humans and in the languages: Catalan, Spanish, and English. No risk of bias assessment was conducted on the included studies. The synthesized results have been compiled and are presented in a comprehensive table within the review.

Results: Eighteen studies met the inclusion criteria, with participant numbers ranging from 11 to 271. The data indicate a trend wherein intermittent fasting and time-restricted feeding help maintain or enhance athletic performance. Among non-athletic populations, these dietary practices provide metabolic and cardiovascular benefits, reduce inflammatory markers, and improve appetite and satiety regulation. Additionally, they promote autophagy and potentially increase longevity, though the current evidence is limited and underscores the need for further research.

Conclusions: The evidence is constrained by small sample sizes and brief durations of heterogeneous interventions in exercise and fasting protocols. Nevertheless, the data suggest that time-restricted feeding may enhance the health and aging process of athletes without compromising performance.

Key words: Intermittent Fasting; Athletic Performance; Health.

Correspondencia: Laura Esquiús
E-mail: lesquiús@uoc.edu

Fecha envío: 02/08/2024
Fecha aceptación: 20/03/2025

Introducción

El ayuno se define como la abstinencia voluntaria de la ingesta de alimentos en un período de tiempo ⁽¹⁾ más largo que la carencia nocturna actual ⁽²⁾. Esta práctica, aparece ya mencionada en el Mahabharata, el Corán o el Antiguo Testamento ⁽¹⁾. El ayuno prolongado presenta una baja adherencia en la población, pero se ha demostrado que el ayuno intermitente (AI) la mejora ⁽¹⁾.

La alimentación restringida en el tiempo (ART) es un formato concreto de AI que ofrece una ventana de ingesta *ad libitum*, definida entre 3-4 h y 10-12 h ⁽¹⁾. Siendo cada vez más utilizado para mejorar la salud general y la pérdida de masa grasa (MG) ⁽¹⁾ y mejorando la composición corporal en poblaciones obesas y sanas ⁽³⁾.

Cada vez hay más evidencias que muestran al AI como una herramienta útil para mejorar la salud, mostrando mejoras en la glucemia, la concentración lipídica y una reducción de la insulinemia, la tensión arterial, los marcadores inflamatorios y la MG ⁽¹⁾. Se encuentra más evidencia en ART 16/8 reduciendo la glucemia nocturna y la insulina diurna ⁽⁴⁾. Estos beneficios pueden estar mediados por cambios en las vías metabólicas y procesos celulares ⁽¹⁾.

El seguimiento del protocolo ART 16/8, se ha definido como una buena estrategia para reducir la MG y aumentar la masa magra (MM) en adultos con sobrepeso u obesidad ⁽¹⁾. También cuando se acompaña de entrenamiento combinado de fuerza (del inglés "*resistance training*" o "*resistance exercise*" ⁽⁵⁾) y resistencia ⁽⁶⁾.

En hombres entrenados en fuerza se ha visto que la ART puede disminuir la MG, mantener la MM y mejorar biomarcadores de salud ⁽¹⁾. Además, en mujeres, no se

impiden las adaptaciones del entrenamiento ⁽²⁾. Parece posible aumentar la masa libre de grasa (MLG), hipertrofia y rendimiento muscular con patrones de alimentación diferentes, siempre que presenten un contenido energético y proteico similar ⁽²⁾.

Con la ART se aumenta significativamente el consumo máximo de oxígeno ⁽⁷⁾, indicando una mejora en la capacidad del organismo de trabajar a mayor intensidad, pudiendo ser beneficioso para mejorar la composición corporal, preservando la MLG y reduciendo la MG sin perjuicio de la fuerza muscular ⁽⁷⁾. Aplicado a ciclistas de élite, se provoca una disminución del peso corporal (PC) y de la MG, manteniendo la MM con el consiguiente beneficio en la composición corporal, y todo ello sin afectar del rendimiento aeróbico. Asimismo, se reduce la inflamación y supone un efecto protector del sistema inmunológico. Es especialmente interesante en pretemporada de invierno cuando el entrenamiento produce depresión del sistema inmune ⁽³⁾.

Al valorar el efecto de la ART en el rendimiento de los deportistas los datos son escasos ^(1,2,8), no encontrándose disponibles aquellos referentes a los atletas de resistencia de elite ⁽³⁾.

El ejercicio puede tener un efecto hormético al aumentar las especies reactivas del oxígeno, pudiendo desencadenar respuestas de compensación que suponen una mejora del sistema antioxidante endógeno e inmunitario ⁽⁹⁾. Aunque se ha reportado que el ejercicio regular tiene claramente ventajas sobre las enfermedades asociadas al estrés oxidativo ⁽¹⁰⁾, es posible que la intensidad/duración del ejercicio puedan superar la capacidad del organismo, produciendo envejecimiento prematuro.

Se ha descrito que los deportistas de resistencia y los de deportes mixtos tienen una mayor supervivencia que la población general, en cambio no se establece esta tendencia en los deportes de potencia/fuerza, indicando como una de las posibles causas el mayor riesgo de desarrollar obesidad y/o diabetes durante la vida post-deportiva ⁽¹¹⁾. También, en deportistas masculinos de mediana edad, se evidencia un vínculo entre el ejercicio de resistencia de alto volumen y duración y la fibrilación auricular. Por el contrario, mantener unos niveles moderados de actividad física pueden reducir el riesgo cardíaco ⁽¹²⁾.

En un análisis de atletas olímpicos alemanes entre 1956 y 2016 ⁽¹³⁾ no se confirma una mayor supervivencia de deportistas olímpicos, por el contrario, se encuentra en el deporte de élite un factor de riesgo lineal en la supervivencia, sin diferencias entre los tipos de deporte, aunque se valoran factores sociológicos y comportamentales.

Enfocando el posible efecto de la ART sobre el envejecimiento, se ve que en los últimos años se han descrito varios biomarcadores, entre los que se encuentran los relojes epigenéticos como indicadores de envejecimiento saludable y de edad biológica, basados en medidas de metilación del ADN. Se observa que estas modificaciones del ADN son reversibles, planteando una posible desaceleración del envejecimiento epigenético mediante modificaciones del estilo de vida ⁽¹⁴⁾. Además, se muestra que los varones, la infección por VIH ⁽¹⁵⁾, el Índice de Masa Corporal (IMC) y la obesidad ^(15,16), se asocian con la aceleración de uno o varios relojes epigenéticos y, al mismo tiempo, con una mayor prevalencia de enfermedades

cardiovasculares, cáncer, diabetes ⁽¹⁵⁾ y mortalidad ^(15,16).

Dado que la ART parece demostrar una mejora del control glucémico, una reducción de la insulinemia ^(1,4), y favorece la reducción de MG ^(1,6,7), parece ser una buena herramienta para adoptar en atletas, mejorando la edad biológica y el envejecimiento, sin afectación de su rendimiento.

Por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la ART sobre marcadores relevantes de envejecimiento (epigenéticos, edad biológica y macroautofagia) en atletas.

Material y métodos

Se realizó una revisión sistemática con 2 combinaciones de palabras clave diferentes en 2 bases de datos electrónicas (Medline y Cochrane). Produciendo un total de 4 búsquedas, duplicadas en las 2 bases de datos, para recabar la evidencia científica sobre la ART y su efecto sobre el rendimiento y el envejecimiento de los atletas.

Se tabularon 18 estudios que forman el cuerpo de la revisión sistemática, por orden de devolución. Indicando los datos considerados relevantes para identificar y entender las conclusiones de los distintos estudios (Tabla 1).

Como guía durante el desarrollo de la revisión se ha usado la declaración PRISMA 2020 (Figura 1). Monitorizando el cumplimiento de sus 27 ítems, más los 12 del *checklist* para resúmenes PRISMA 2020 en las diferentes secciones en las que tenían aplicabilidad.

Tabla 1. Resumen de las características de los artículos incluidos en la revisión.

Autor/es, año y país	Diseño	n	Días intervención	Grupos de tratamiento	Resultados
Parr et al., 2020, Australia ⁽¹⁷⁾	ECA	11	5 + 5	1	1. ↓ hambre, el consumo de alimentos desde la hora de la comida y los refrigerios nocturnos. Mejores sensaciones de bienestar → actitud positiva hacia la ART. 2. Mejor control glucémico y de 24 h (↓ glucemia nocturna), ↓ respuesta glucémica e insulínica postprandial (desayuno y comida). Mejor control del péptido C → función mejorada de las células β pancreáticas con cambios favorables en la Insulina 24 h.
Meessen et al., 2022, Noruega ⁽¹⁸⁾	ECA	11	11 + 11	1	1. ART → ↓ masa corporal total, MG y no afectó a MM y MO → sin deterioro de la fuerza, potencia máxima ni potencia aeróbica. 2. ↓ glucemia en la segunda parte del día. ↑ oxidación lipídica y ↓ la de Glu durante la prueba de oxidación → ↓ coeficiente respiratorio. 3. Sin diferencias en [lactato], FC y agotamiento percibido. Pero va ↑ LDL.
Kunduraci y Ozbek, 2020, Turquía ⁽¹⁹⁾	ECA	65	84	2	1. ↑ pérdida de MG en el grupo ART VS restricción energética continua y sin impacto negativo en la nutrición adecuada y equilibrada. 2. Los 2 grupos → mejores %GC, MM, IMC y relación cintura/cadera. 3. ART con → estrategia ↓ P factible para mejorar el SM y es bien tolerada.
Jamshed et al., 2019, EE.UU. ⁽²⁰⁾	ECA	11	4 + 4	1	1. ↓ Glu 24 h, picos Glu 24h, Glu en ayunas e Insulina en la mañana. 2. ↑ LDL y ↑ HDL en la mañana, = TG y ácidos grasos libres. 3. ↑ β-hidroxibutirato en la mañana. 4. ↑ Cortisol por la mañana y la ↓ por la noche. 5. ↑ FNDC en la noche, ↑ expresión SIRT1 y LC3A → ↑ longevidad.
Nakamura et al., 2021, Japón ⁽²¹⁾	ECA	12	3	2	1. Cena 18 VS 21 h → ↓ Área Incremental Bajo la Curva de Glu post-cena, [Glu] 18-06 h y al día siguiente. 2. = Coeficiente respiratorio pre, pero lo ↓ post-desayuno y ↑ oxidación lipídica en cena a las 18 h. 3. = Elementos de hambre subjetiva excepto a las 23 h en el brazo de cena a las 18h.
Martínez-Rodríguez et al., 2021, España ⁽²²⁾	ECA	14	56 + 56	2	1. = Pliegues cutáneos, pero ART por sí misma → ↓ 10 – 20 % la ingesta energética. 2. HIIT + ART ↓ 1% MG y ↑ rendimiento de salto. 3. Importancia del timing de las ingestas en fases sensibles del HIIT.
Cai et al., 2019, China ⁽²³⁾	ECA	271	84	3	1. ART (en 4 semanas) → ↓ P. 5:2 ↓ P (6.1 %). ART (en 12 semanas) → ↓ P, 5:2 ↓ P (11.5 %). 2. 4 semanas ART = 5:2, → ↓ MG. En 12 semanas → ↓ MG adicional en 5:2. 3. 4 y 12 semanas: MLG → sin cambios, CT → ↓ en 5:2, TG → ↓ en 5:2 y ART. Sin cambios en Insulina en ayunas, Glu y presión arterial sistólica y diastólica. 4. AD del 97.5 % en las 12 semanas.
Cooke et al., 2022,	ECA	34	56 + 56	3	1. 5:2 → ↓ P y MG sin diferencias con o sin HIIT. 2. HIIT con beneficios limitados a excepción de la actividad cardiorrespiratoria.

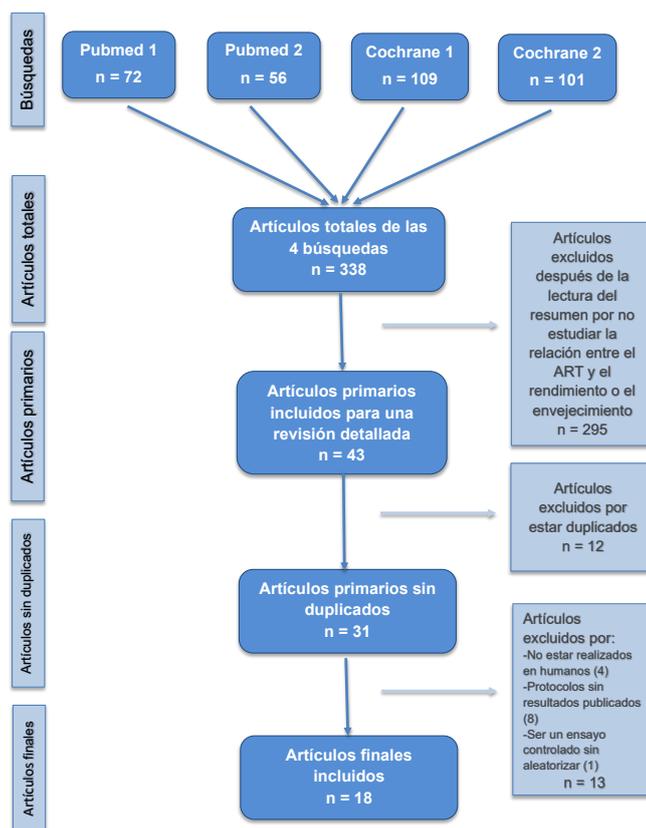
Alimentación restringida en el tiempo y envejecimiento en deportistas

Australia ⁽²⁴⁾					
Zouhal et al., 2020, Túnez ⁽²⁵⁾	ECA	34	30	2	1. Ramadán → efecto beneficioso: leptina, GLP-1, PYY y CCK; P, IMC y adiposidad visceral. 2. Ramadán → ↑ [leptina], = [grelina], ↓ [GLP-1], ↓ [PYY] y ↓ [CCK].
Correia et al., 2021, Portugal ⁽²⁶⁾	ECA	12	28	1	1. En 1 semana, ART → = masa corporal, composición corporal y rendimiento en prueba aeróbica. 2. En 4 semanas, ART y actividad cardiorrespiratoria → ↑ MLG, ↑ perímetro cintura y ↑ trabajo total. Sin cambios en potencia máxima e índice de fatiga. 3. En 4 semanas, mejora trabajo total + 1'' → diferencia que permite ganar una prueba. 4. Efecto ART similar a la hormesis → adaptaciones fisiológicas beneficiosas.
Allison et al., 2021, USA ⁽²⁷⁾	ECA	12	56 + 56	1	1. Ingesta temprana → mejora P, HOMA-IR; ↑ oxidación lipídica, ↓ coeficiente respiratorio y TG, CT, Insulina y Glu en ayunas. 2. Ingesta tardía → mejora: HDL, LDL, AD y gasto energético en reposo. 3. = Fase circadiana, amplitud melatonina, Cortisol, Grelina, Leptina y Glu.
Isenmann et al., 2021, Alemania ⁽²⁸⁾	ECA	35	98	1	1. ART y restricción energética continua (efecto pequeño-moderado) → P, MG, IMC, perímetro cintura, circunferencia cintura e = MLG. 2. AD < 70 %, aunque aceptan dietas y las recomendarían a otros/as.
Keenan et al., 2022, Australia ⁽²⁹⁾	ECA	34	84	2	1. 5:2 y restricción energética continua (12 semanas) → ↓ CT y ↓ LDL (mayores reducciones en 5:2). ↓ HDL → solo en mujeres. Sin diferencias → TG, PCR y HOMA-IR. 2. 5:2 y restricción energética continua → ↑ AD y ↓ percepción de hambre, ↑ antojos. 5:2 → ↑ significativo de hambre y antojos y ↓ estado de ánimo y energía.
Andriessen et al., 2022, Países Bajos ⁽³⁰⁾	ECA	14	21	2	1. = Glucógeno hepático y sensibilidad Insulina. 2. ART → ↓ Glu 24h y nocturna, + tiempo en rango normal de Glu y - tiempo en rango alto de Glu, sin ↑ significativo en tiempo en hipoGlu. 3. ART → sin eventos adversos graves. = gasto energético en 24h, pero ↓ oxidación de hidratos de carbono y ↑ oxidación lipídica.
Vidmar et al., 2021, USA ⁽³¹⁾	ECA	45	84	3	1. ↑ AD (todos grupos). Satisfacción → 90 % valió la pena y 95 % recomendarían a otros. Informe de barreras para implementar alimentación asignada → 15 %. Sin informes de comportamientos alimentarios poco saludables. ↑ Calidad de vida un 10 %. 2. ↓ ingesta → 25 %. Sin diferencia en nivel medio de Glu.
Kotarsky et al., 2021, EE.UU. ⁽⁶⁾	ECA	21	56	2	1. ART + entrenamiento simultáneo → ↓ masa corporal, ↓ IMC y ↓ MG (9.0 %). 2. Entrenamiento simultáneo → ↑ MM, ↑ flexión de rodilla y ↑ fuerza muscular de la dorsiflexión del tobillo (ART y alimentación continua).
Moro et al., 2020, Italia ⁽³⁾	ECA	16	28	2	1. ART (4 semanas) → ↓ P (2 %). Gasto energético en reposo → ↓ 11 %. potencia máxima de salida/P → mejora 4 %. ↓ IGF-1. ↑ Adiponectina. Mejora sistema inmune. 2. ART y alimentación continua → = MLG, rendimiento y potencia máxima de salida.

Lundell et al., 2020, Australia (4)	ECA	11	5	1	1. ART (a corto plazo) → afecta ritmicidad de metabolitos séricos y músculo esquelético sin perturbar la expresión de los genes del reloj central. 2. Señales alimentarias → papel regulador del metaboloma independiente del reloj central.
-------------------------------------	-----	----	---	---	---

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado, **ART:** Alimentación Restringida en el Tiempo, **MG:** Masa Grasa, **MM:** Masa Magra, **MO:** Masa Ósea, **Gluc:** Glucosa, **VO₂:** Consumo de O₂, **FC:** Frecuencia Cardíaca, **LDL:** Lipoproteínas de Baja Densidad (ENG), **%GC:** Porcentaje Grasa Corporal, **SM:** Síndrome Metabólico, **TG:** Triglicéridos, **FNDC:** Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro, **SIRT1:** gen SIRT1 (ENG), **LC3A:** proteína autagosómica (ENG), **AI:** Ayuno Intermitente, **HIIT:** Entrenamientos de Intervalos de Alta Intensidad (ENG), **P:** Peso, **IMC:** Índice de Masa Corporal, **MLG:** Masa Libre de Grasa, **AF:** Actividad Física, **5:2:** Ayuno 2 días alternos / semana, **CT:** Colesterol, **AD:** Adherencia Dietética, **GLP-1:** Péptido Similar al Glucagón-1 (ENG), **PYY:** Polipéptido YY (ENG), **CCK:** Colecistoquinina (ENG), **IGF-1:** Factor de Crecimiento Similar a la Insulina -1 (ENG), **HOMA-IR:** Evaluación del Modelo Homeostático de Resistencia a la Insulina (ENG), **PCR:** Proteína C Reactiva.

Figura 1. “Flow Chart” del proceso de selección de artículos. Compatibilizada con el diagrama de flujo PRISMA 2020.



Estrategia de búsqueda

Se utilizaron únicamente artículos de revistas científicas indexadas, en los últimos 5 años. Sin evaluar el riesgo de sesgo. Los criterios de búsqueda fueron: 1) búsqueda 1: (feeding

time) OR (time restricted feeding) AND exercise AND health; y 2) búsqueda 2: (feeding time) OR (time restricted feeding) AND performance AND health.

Filtros de búsqueda

Se usaron los siguientes filtros en Pubmed: texto completo libre, fecha de publicación igual o inferior a 5 años (desde el 09/04/2018 hasta 09/04/2023), realizado en humanos, publicados en catalán, español o inglés y filtrados como “Ensayo Controlado Aleatorizado”. En Cochrane Library: ensayos, primera publicación entre abril 2018 y abril 2023, añadidos a la base de datos de ensayos central entre el 09/04/2018 y el 09/04/2023, publicados en inglés.

Criterios de inclusión

Con la ayuda de una hoja de cálculo de elaboración propia se filtraron y seleccionaron de forma independiente los artículos originales que estudiaban la relación entre la ART, rendimiento y/o marcadores de envejecimiento; que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: 1) artículos publicados en los últimos 5 años (desde 09/04/2018 y el 09/04/2023); 2) publicados con texto completo y en abierto; 3) que tuviesen un diseño de Ensayo Controlado Aleatorizado; 4) realizados exclusivamente en humanos; y 5) que estuviesen publicados en catalán, español o inglés. En caso de discordancia se analizó de nuevo el estudio y se llegó a un acuerdo entre los investigadores.

Resultados

Rendimiento y composición corporal

Ejercicio y rendimiento

Al aplicar la ART 22/2⁽¹⁸⁾, no se observó una disminución en la fuerza, la potencia máxima ni la potencia aeróbica. Diversos estudios han examinado la combinación de protocolos de ayuno y tipos de entrenamiento. Al combinar el entrenamiento por intervalos de alta intensidad (HIIT) con ART en mujeres activas, se produjo un incremento tanto en el rendimiento como en la altura de salto,

mejoras que no se lograron únicamente con el HIIT⁽²²⁾.

En esta misma línea, también se ha descrito que la integración de AI y HIIT puede aportar beneficios cardiometabólicos y cardiorrespiratorios⁽²⁴⁾. Por otro lado, con la ART se consiguió mejorar la potencia media absoluta, lo cual se reflejó en un aumento de la resistencia muscular y el trabajo total. Además, se logró reducir en un segundo el tiempo de trabajo, diferencia que potencialmente podría resultar decisiva para clasificarse o incluso ganar en competición⁽²⁶⁾.

En el estudio de Kotarsky et al. 2021⁽⁶⁾, se analizó la combinación simultánea de entrenamiento de fuerza y de resistencia, evidenciando un aumento significativo de la fuerza muscular en la flexión de rodilla y en la dorsiflexión del tobillo, sin hallarse diferencias entre los grupos (16/8 frente a alimentación continua). Asimismo, se observó una mejora en la resistencia.

Por último, en un estudio con ciclistas de élite se concluyó que es posible obtener mejoras en la composición corporal sin que ello afecte negativamente al rendimiento aeróbico⁽³⁾.

Composición corporal

En cuanto a la composición corporal no se observó ningún impacto negativo de la ART 16/8 en la nutrición ni en el equilibrio alimentario⁽¹⁹⁾. En mujeres físicamente activas⁽²²⁾ se encontró una reducción del 10,00-20,00 % en la ingesta energética con la ART.

En cuanto al PC se especuló que la mayor pérdida en AI 5:2 (2 días no consecutivos con reducción al 25 % de los requerimientos) frente a la ART se debía a la mayor restricción energética, ya que el brazo de ART no controló la ingesta⁽²³⁾. En este mismo sentido, también se ha reportado que el AI redujo significativamente el PC en comparación con el grupo control en 6 estudios: ART vs

alimentación continua ^(3,6,18), Ramadán ⁽²⁵⁾, 5:2 y ART ⁽²³⁾ y un estudio con 2 brazos de AI ⁽²⁴⁾. En un único trabajo no hubo diferencias significativas en PC entre ART/AI y el control ⁽¹⁹⁾ y en 2 trabajos no se observaron cambios en el PC ^(26,28). Además, el grupo ART con ingesta temprana (8-19 h) mostró mejoras en PC frente al grupo con ingesta tardía -12-23-⁽²⁷⁾.

En cuanto a la MG, 6 estudios ^(6,18,19,22-24) mostraron que el AI la reducía, mientras en otro estudio no se observaron cambios ⁽²⁶⁾ y en otro, las diferencias no fueron significativas ⁽³⁾.

Respecto a la MM, en 4 estudios no hubo cambios significativos ^(3,18,23,28) mientras que 3 estudios mostraron mejoras en la MM o MLG en hombres con síndrome metabólico ⁽¹⁹⁾, en estudiantes de educación física ⁽²⁶⁾ y un tercero donde se combinaron ejercicios de fuerza y aeróbicos ⁽⁶⁾.

En relación con el síndrome metabólico, ambos grupos (ART 16/8 y reducción calórica) mostraron mejoras en el índice cintura-cadera ⁽¹⁹⁾, y un estudio sobre Ramadán en sujetos con obesidad ⁽²⁵⁾ mostró beneficios en la composición corporal y el IMC. Mientras que otro trabajo no encontró diferencias en los pliegues cutáneos entre mujeres que realizaron HIIT o ART ⁽²²⁾

Salud general del deportista

Facilidad de adherencia, sensaciones y seguridad

Se mostró una actitud positiva hacia la ART ⁽¹⁷⁾, sin afectación negativa del equilibrio, adecuación nutricional o tolerancia ^(19,30). Con reportes de buena adherencia ^(23,29,31) y una tasa de abandono inferior al 10,00 % ⁽²³⁾.

Se expusieron calificaciones más bajas en hambre, una menor ingesta, reducción de los tentempiés nocturnos y mejores sensaciones de bienestar ^(17,29). Concluyendo que la ART era

una estrategia útil para reducir el hambre en la tarde/noche ⁽¹⁷⁾ y apostando por la flexibilidad como posible condición para poder mantener el AI a largo plazo ⁽²⁹⁾. Sólo en 2 trabajos se expusieron efectos secundarios indeseables ^(18,31), aunque en algún caso fue para indicar su baja incidencia.

Colesterol, triglicéridos y enfermedades cardiometabólicas

Con la ART se registró un ligero aumento de LDL ^(18,20), acompañado del aumento de HDL durante la mañana; en cambio, no aumentaron los triglicéridos ni los ácidos grasos libres, como cabría esperar ⁽²⁰⁾.

En el grupo de 5:2, se evidenció una reducción en los niveles séricos de colesterol y triglicéridos ^(23,24), así como mejoras en ambas moléculas en ayunas bajo la condición temprana, mientras que el HDL y LDL mejoraron en la condición tardía ⁽²⁷⁾. También se identificaron reducciones en los niveles de colesterol y LDL con 5:2 y reducción calórica, siendo más pronunciadas en el grupo de AI ⁽²⁹⁾.

Con la ART se documentaron mejoras en el síndrome metabólico ⁽¹⁹⁾ y en la salud cardiometabólica ⁽²⁰⁾, destacando su potencial terapéutico en la Enfermedad Metabólica Asociada al Hígado Graso ⁽²³⁾.

Regulación hormonal

En relación con la leptina, se reportó que el Ramadán tuvo un impacto positivo sobre sus niveles, sin que se registrara un aumento significativo de grelina ⁽²⁵⁾. También se observó un efecto beneficioso en los niveles de péptido similar al glucagón-1 (GLP-1), polipéptido YY y colecistoquinina, los cuales disminuyeron después del ayuno ⁽²⁵⁾.

La ART indujo un aumento en los niveles de adiponectina ⁽³⁾, aunque al comparar la ingesta temprana con la tardía, se observó que la

adiponectina mejoró más en la condición de cena tardía ⁽²⁷⁾.

El horario de las ingestas puede influir sobre el reloj circadiano central; así, la ART aumentó los niveles de cortisol en la mañana y los redujo en la noche ⁽²⁰⁾, mientras que los horarios de alimentación no afectaron los niveles ni la amplitud de la melatonina, ni la fase circadiana ⁽²⁷⁾. En otro estudio ⁽³⁾ se confirmó que la ART redujo las hormonas anabólicas sin modificar los niveles de MLG ni el rendimiento en resistencia.

Envejecimiento e inflamación

Autofagia y envejecimiento

Con la ART 18/6 se observó un aumento del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro durante la noche ⁽²⁰⁾, favoreciendo el crecimiento y desarrollo neuronal. Además, por la mañana se incrementó la expresión de SIRT1 (gen implicado en la regulación del envejecimiento) y de la LC3A (proteína estructural de las membranas autofagosómicas), determinándose que con la ART se favorecen las hormonas y genes relacionados con la longevidad y la autofagia.

Sistema inmunológico e inflamación

La ART 16/8 podría mejorar en deportistas de élite los marcadores inflamatorios sin afectación del rendimiento aeróbico y ayudar a la función inmune atenuando la leucopenia típica en deportistas ⁽³⁾.

Metabolismo y sustratos energéticos: control glucémico e insulina

Se observó un mejor control glucémico en 24 h con la ART 16/8, así como una reducción en la respuesta glucémica postprandial durante el desayuno y almuerzo. También se destacaron perfiles más favorables de insulina en 24 h, mayor función de las células β pancreáticas y una mayor sensibilidad a la insulina ⁽¹⁷⁾.

Con la ART, se redujeron los niveles de glucemia, los picos en 24 h y la insulina por la mañana, sugiriendo que este protocolo o enfoques con ingestas sucesivas (evitando la digestión completa) podrían reducir los picos glucémicos, mejorando el control de la glucosa ⁽²⁰⁾.

Al tomar la cena más temprano, 18 vs 21 h, se redujo la glucemia al día siguiente, con una menor área incremental bajo la curva en la glucosa post-cena y niveles de glucemia más bajos desde las 18 hasta las 6 h ⁽²¹⁾. Sin embargo, en pacientes con la Enfermedad Metabólica Asociada al Hígado Graso, diferentes enfoques de AI no mostraron diferencias en los niveles de insulina en ayunas ni en glucosa ⁽²³⁾. De manera similar, se reportaron beneficios mínimos en los marcadores de regulación de la glucemia, como la Evaluación del Modelo Homeostático de Resistencia a la Insulina (HOMA-IR) y el área incremental bajo la curva ⁽²⁴⁾. Tampoco se encontraron diferencias en la reducción de los niveles medios de glucosa entre ART 16/8 y el control 12/12 ⁽³¹⁾.

Con la ART, se mejoró la sensibilidad a la insulina ⁽²⁷⁾, pero con el enfoque 5:2 no se observaron diferencias en los marcadores de regulación de glucosa, salvo en HOMA-IR, donde los hombres lo redujeron en ambos grupos un 14,00-16,00 %. En cambio, las mujeres lo redujeron un 22,00 % sólo dentro del grupo de reducción calórica ⁽²⁹⁾.

No se hallaron diferencias en la sensibilidad a la insulina al comparar ART con alimentación continua. Aunque los niveles de glucemia en 24 h fueron más bajos en el grupo ART, con más tiempo en normogluceemia, menos tiempo con glucemia elevada y sin aumento significativo en el tiempo con hipogluceemia ⁽³⁰⁾.

En la revisión se identificaron diversas limitaciones que podrían explicar la

heterogeneidad de los resultados: muestras pequeñas (11-271 individuos), seguimiento a corto plazo (3-98 días), diferentes programas de entrenamiento/actividad, poblaciones de estudio y protocolos de AI. Solo cuatro estudios se realizaron en población deportista.

Discusión

El presente trabajo pretendía dilucidar si es aplicable la ART para mejorar la salud de los deportistas sin comprometer el rendimiento. Intentando averiguar si las ventajas que muestra la ART en otras poblaciones son aplicables a deportistas y pueden tener efectos sobre la autofagia y el envejecimiento de estos.

La bibliografía encontrada fue limitada y únicamente permitió incluir 4 estudios sobre población deportista ^(3,22,26,28), de forma que el resto de estudios utilizados estaban realizados con individuos sanos, o con sobrepeso, obesidad, DM2, Esclerosis Múltiple, síndrome metabólico o con Enfermedad Metabólica Asociada al Hígado Graso.

La ART no supone ningún impacto negativo en el equilibrio alimenticio ni en la adecuación nutricional en individuos con síndrome metabólico ⁽¹⁹⁾. Ya que parece que se pueden mantener hábitos alimenticios con reducciones energéticas moderadas.

Se ha descrito que, en los deportistas, el uso de la ART puede mejorar el rendimiento ^(22,26), al igual que en sujetos con sobrepeso/obesidad donde el 5:2 y la ART ^(6,24) muestran la misma tendencia.

Revisando la composición corporal, diferentes protocolos de AI consiguen reducciones del PC: ART en atletas ⁽³⁾ y en no deportistas ^(6,18,23,27), Ramadán en sujetos no deportistas ⁽²⁵⁾, AI en sujetos con sobrepeso/obesidad ⁽²⁴⁾ y en pacientes con la Enfermedad Metabólica Asociada al Hígado Graso ⁽²³⁾. En contraposición, no se mostraron cambios en

composición corporal en deportistas ^(26,28). Aunque existe mayor evidencia en población no atlética los datos sugieren una reducción del PC.

La MG se muestra disminuida en poblaciones no deportistas ^(6,18,19,23,24) y también en deportistas ^(22,28). Aunque, en 2 de los estudios en atletas no se redujo la MG ^(3,26).

Por su parte, la MM se muestra preservada o sin cambios significativos en deportistas ^(3,28) y otras poblaciones ^(18,23). Incluso se han encontrado mejoras en la MM o MLG en diferentes poblaciones no deportistas ^(6,19) y en atletas ⁽²⁶⁾. Por lo que los datos parecen indicar que es factible el mantenimiento de la MM o MLG e incluso aumentarla.

Valorando la seguridad y adherencia al AI, en población no deportista, los datos parecen mostrar en general una actitud positiva hacia la ART ⁽¹⁷⁾, buena tolerancia ⁽²⁹⁾ y adherencia ^(29,31), mostrándose ésta última superior al 97,00 % y con tasas de abandono inferiores al 10,00 % ⁽²³⁾. Se esperaría que los deportistas, al ser más disciplinados, pudieran tener una buena adherencia a la ART.

Centrándose en los marcadores metabólicos, todos los estudios que los valoran se han realizado en población no deportista. Mostrando aumento de LDL ⁽¹⁸⁾ o LDL y HDL durante la mañana ⁽²⁰⁾.

No se han encontrado estudios en deportistas en la prevención de enfermedades cardiometabólicas, pero la ART 16/8 se ha mostrado beneficiosa en individuos con sobrepeso ⁽²⁰⁾. Estos beneficios podrían ser extrapolables a deportistas de potencia/fuerza que tienen más posibilidades de desarrollar obesidad y/o diabetes en su vida post-deportiva ⁽¹¹⁾. Parece que el AI a largo plazo tiene mayor potencial que la reducción calórica en la pérdida de PC y distribución de grasa central.

En la regulación del sistema digestivo, el Ramadán en hombres con obesidad disminuye los niveles de hormonas intestinales: GLP-1, colecistoquinina y polipéptido YY, aumentando la leptina (hormona de la saciedad) en el post-ayuno, sin aumentar significativamente la grelina -hormona del hambre- ⁽²⁵⁾. En población deportista se muestra aumento de adiponectina ante la ART ⁽³⁾, pudiendo facilitar la pérdida de MG.

Revisando la regulación metabólica, la ART aumenta el cortisol por la mañana y lo reduce por la noche ⁽²⁰⁾. También se ha encontrado una reducción de las hormonas anabólicas sin afectar a la MLG ni al rendimiento de resistencia ⁽³⁾.

Los efectos antienvjecimiento de la ART 18/6 se exponen en sujetos no deportistas a través del aumento del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro durante la noche, favoreciendo el crecimiento y desarrollo neuronal ⁽²⁰⁾. Este factor favorece la potenciación sináptica en distintas regiones del cerebro y la supervivencia neuronal ⁽³²⁾. También aumenta la expresión de SIRT-1 y LC3A durante la mañana ⁽²⁰⁾. SIRT-1 promueve la expresión de genes de la oxidación de ácidos grasos y bloquea la vía proinflamatoria ⁽³³⁾ y LC3A es una proteína de las membranas autofagosómicas en las vesículas donde se capturan los componentes envejecidos y citotóxicos en el proceso de autofagia ⁽³⁴⁾. Se concluye que la ART favorece las hormonas y genes relacionados con la autofagia y longevidad ⁽²⁰⁾, no encontrándose motivos para que no sea extrapolable a deportistas. No obstante, la evidencia en marcadores de autofagia y el envejecimiento se muestra escasa, siendo necesarias futuras investigaciones que ayuden a determinar la posible existencia de alguna relación.

En deportistas la ART podría mejorar los marcadores inflamatorios sin perjuicio del rendimiento aeróbico, con capacidad de

mejorar la función inmune atenuando la leucopenia típica producida por altas cargas de entrenamiento ⁽³⁾.

Diferentes protocolos de ART mejoran el control glucémico en población no deportista. Ejemplo de ello es el ART 16/8 que reportó mayor sensibilidad, mejores perfiles de insulina y función de las células β , en hombres con sobrepeso/obesidad ⁽¹⁷⁾, aunque otro estudio no encontrase diferencias ⁽³¹⁾; el protocolo ART 14/10 que mostró que en pacientes con DM2 no se manifestaban cambios en la insulina, pero la glucemia en 24 h fue inferior ⁽³⁰⁾; o finalmente el protocolo ART 22/2 que disminuyó la glucemia en la segunda parte del día en individuos sanos ⁽¹⁸⁾.

Sobre el control glucémico en deportistas apenas se ha encontrado evidencia, siendo necesitaría más investigación.

Conclusiones

En población no deportista la ART aumenta los niveles séricos de LDL ^(18,20), HDL ⁽²⁰⁾ y muestra beneficios en el colesterol ⁽²⁴⁾. Sería plausible hacer extensivos estos beneficios a los atletas de fuerza/potencia, demostrada la mayor posibilidad de desarrollar obesidad o diabetes ⁽¹¹⁾.

Igualmente, la ART es capaz de facilitar la pérdida de MG en deportistas, elevando los niveles de adiponectina ⁽³⁾, y en individuos no deportistas ofrece beneficios frente al sobrepeso ⁽²⁰⁾.

Por otra parte, en sujetos no deportistas la ART aumenta el cortisol (hormona catabólica) por la mañana y lo reduce por la noche ⁽²⁰⁾, mientras que en deportistas reduce las hormonas anabólicas sin afectar a la MLG ⁽³⁾.

Nuevamente en población no deportista la ART 16/8 muestra efectos antienvjecimiento al aumentar el Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro ⁽²⁰⁾ y la expresión de SIRT-1 y LC3A ⁽²⁰⁾, con efectos positivos sobre la oxidación de

ácidos grasos, vía inflamatoria y autofagia^(33,34). Se podría concluir que la ART favorece las hormonas y genes relacionados con la autofagia y por tanto con la longevidad⁽²⁰⁾, aunque la evidencia es escasa y se hace necesaria más investigación.

El rendimiento en deportistas puede mejorarse con el protocolo ART^(3,22,26) al igual que en otras poblaciones^(6,24). Los datos en poblaciones atléticas y no deportistas son congruentes mostrando mejoras o mantenimiento del rendimiento, sin mostrar en ningún caso efectos negativos. Sin embargo, el cuerpo de evidencia es limitado y se requieren más estudios.

Referencias

1. Moro T, Tinsley G, Bianco A, Marcolin G, Pacelli QF, Battaglia G, et al. Effects of eight weeks of time-restricted feeding (16/8) on basal metabolism, maximal strength, body composition, inflammation, and cardiovascular risk factors in resistance-trained males. *J Transl Med* [Edición electrónica]. 2016 [citado 7 de abril de 2023];14(1). Disponible en: [/pmc/articles/PMC5064803/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33308259/)
2. Tinsley GM, Moore ML, Graybeal AJ, Paoli A, Kim Y, Gonzales JU, et al. Time-restricted feeding plus resistance training in active females: a randomized trial. *Am J Clin Nutr* [Edición electrónica]. 2019 [citado 2 de abril de 2023];110(3):628. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6735806/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33308259/)
3. Moro T, Tinsley G, Longo G, Grigoletto D, Bianco A, Ferraris C, et al. Time-restricted eating effects on performance, immune function, and body composition in elite cyclists: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr* [Edición electrónica]. 2020 [citado 25 de abril de 2023];17(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33308259/>
4. Lundell LS, Parr EB, Devlin BL, Ingerslev LR, Altıntaş A, Sato S, et al. Time-restricted feeding alters lipid and amino acid metabolite rhythmicity without perturbing clock gene expression. *Nat Commun* [Edición electrónica]. 2020 [citado 25 de abril de 2023];11(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32938935/>
5. Pastor D. Traducción correcta del término «Resistance Training» al español Correct translation for the expression «Resistance Training» to Spanish [Edición electrónica]. Vol. 30, *Gerokomos*. 2019 [citado 2 de abril de 2023]. p. 190-1. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/geroko/v30n4/1134-928X-geroko-30-04-190.pdf>
6. Kotarsky CJ, Nathaniel R. Mahoney, Sean J. Mitchell, Steven L. Schimek, Regina L. Stastny, Sherri N. Hackney, et al. Time-restricted eating and concurrent exercise training reduces fat mass and increases lean mass in overweight and obese adults. *Physiol Rep* [Edición electrónica]. 2021 [citado 14 de mayo de 2023];9(10). Disponible en: [/pmc/articles/PMC8157764/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8157764/)
7. Correia JM, Santos I, Pezarat-Correia P, Minderico C, Mendonca G V. Effects of Intermittent Fasting on Specific Exercise Performance Outcomes: A Systematic Review Including Meta-Analysis. *Nutrients* [Edición electrónica]. 2020 [citado 2 de abril de 2023];12(5). Disponible en: [/pmc/articles/PMC7284994/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7284994/)
8. Paoli A, Tinsley G, Bianco A, Moro T. The Influence of Meal Frequency and Timing on Health in Humans: The Role of Fasting. *Nutrients* [Edición electrónica]. 2019 [citado 2 de abril de 2023];11(4). Disponible en: [/pmc/articles/PMC6520689/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6520689/)
9. Radak Z, Chung HY, Goto S. Exercise and hormesis: Oxidative stress-related adaptation for successful aging. *Biogerontology* [Edición electrónica]. 2005 [citado 24 de mayo de 2023];6(1):71-5. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10522-004-7386-7>
10. Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by

- regular exercise. *Free Radic Biol Med*. 2008;44(2):153-9.
11. Teramoto M, Bungum TJ. Mortality and longevity of elite athletes. *J Sci Med Sport [Edición electrónica]*. 2010 [citado 23 de mayo de 2023];13(4):410-6. Disponible en: <http://www.jsams.org/article/S1440244009001145/fulltext>
 12. Goodman JM, Banks L, Connelly KA, Yan AT, Backx PH, Dorian P. Excessive exercise in endurance athletes: Is atrial fibrillation a possible consequence? <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0764> [Edición electrónica]. 2018 [citado 24 de mayo de 2023];43(9):973-6. Disponible en: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/apnm-2017-0764>
 13. Thieme L, Fröhlich M. Do Former Elite Athletes Live Longer? New Evidence From German Olympic Athletes and a First Model Description. *Front Sports Act Living [Edición electrónica]*. 2020 [citado 23 de mayo de 2023];2:588204. Disponible en: [/pmc/articles/PMC7739809/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33930583/)
 14. Fiorito G, Caini S, Palli D, Bendinelli B, Saieva C, Ermini I, et al. DNA methylation-based biomarkers of aging were slowed down in a two-year diet and physical activity intervention trial: the DAMA study. *Aging Cell [Edición electrónica]*. 2021 [citado 8 de abril de 2023];20(10). Disponible en: [/pmc/articles/PMC8520727/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33930583/)
 15. Oblak L, van der Zaag J, Higgins-Chen AT, Levine ME, Boks MP. A systematic review of biological, social and environmental factors associated with epigenetic clock acceleration. *Ageing Res Rev [Edición electrónica]*. 2021 [citado 8 de abril de 2023];69. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33930583/>
 16. Marioni RE, Suderman M, Chen BH, Horvath S, Bandinelli S, Morris T, et al. Tracking the Epigenetic Clock Across the Human Life Course: A Meta-analysis of Longitudinal Cohort Data. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci [Edición electrónica]*. 2019 [citado 9 de abril de 2023];74(1):57-61. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29718110/>
 17. Parr EB, Devlin BL, Radford BE, Hawley JA. A Delayed Morning and Earlier Evening Time-Restricted Feeding Protocol for Improving Glycemic Control and Dietary Adherence in Men with Overweight/Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients [Edición electrónica]*. 2020 [citado 25 de abril de 2023];12(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32079327/>
 18. Meessen ECE, Andresen H, van Barneveld T, van Riel A, Johansen EI, Kolnes AJ, et al. Differential Effects of One Meal per Day in the Evening on Metabolic Health and Physical Performance in Lean Individuals. *Front Physiol [Edición electrónica]*. 2022 [citado 25 de abril de 2023];12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35087416/>
 19. Kunduraci YE, Ozbek H. Does the Energy Restriction Intermittent Fasting Diet Alleviate Metabolic Syndrome Biomarkers? A Randomized Controlled Trial. *Nutrients [Edición electrónica]*. 2020 [citado 25 de abril de 2023];12(10):1-13. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33096684/>
 20. Jamshed H, Beyl RA, Manna DLD, 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 [Edición electrónica]*. 2019 [citado 25 de abril de 2023];11(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31151228/>
 21. Nakamura K, Tajiri E, Hatamoto Y, Ando T, Shimoda S, Yoshimura E. Eating Dinner Early Improves 24-h Blood Glucose Levels and Boosts Lipid Metabolism after Breakfast the Next Day: A Randomized Cross-Over Trial. *Nutrients [Edición electrónica]*. 2021 [citado 25 de abril de 2023];13(7). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34371933/>
 22. Martínez-Rodríguez A, Rubio-Arias JA, García-De Frutos JM, Vicente-Martínez M, Gunnarsson TP. Effect of High-Intensity Interval Training and Intermittent Fasting on Body Composition and Physical Performance in Active Women. *Int J Environ Res Public Health [Edición electrónica]*. 2021 [citado 25 de abril de 2023];18(12). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34198554/>

23. Cai H, Qin YL, Shi ZY, Chen JH, Zeng MJ, Zhou W, et al. Effects of alternate-day fasting on body weight and dyslipidaemia in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomised controlled trial. *BMC Gastroenterol* [Edición electrónica]. 2019 [citado 25 de abril de 2023];19(1). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31852444/>
24. Cooke MB, Deasy W, Ritenis EJ, Wilson RA, Stathis CG. Effects of Intermittent Energy Restriction Alone and in Combination with Sprint Interval Training on Body Composition and Cardiometabolic Biomarkers in Individuals with Overweight and Obesity. *Int J Environ Res Public Health* [Edición electrónica]. 2022 [citado 25 de abril de 2023];19(13). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35805627/>
25. Zouhal H, Bagheri R, Triki R, Saeidi A, Wong A, Hackney AC, et al. Effects of Ramadan Intermittent Fasting on Gut Hormones and Body Composition in Males with Obesity. *Int J Environ Res Public Health* [Edición electrónica]. 2020 [citado 25 de abril de 2023];17(15):1-15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32756479/>
26. Correia JM, Santos I, Pezarat-Correia P, Minderico C, Schoenfeld BJ, Mendonca G V. Effects of Time-Restricted Feeding on Supramaximal Exercise Performance and Body Composition: A Randomized and Counterbalanced Crossover Study in Healthy Men. *Int J Environ Res Public Health* [Edición electrónica]. 2021 [citado 25 de abril de 2023];18(14). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34299702/>
27. Allison KC, Hopkins CM, Ruggieri M, Spaeth AM, Ahima RS, Zhang Z, et al. Prolonged, Controlled Daytime versus Delayed Eating Impacts Weight and Metabolism. *Curr Biol* [Edición electrónica]. 2021 [citado 25 de abril de 2023];31(3):650-657.e3. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33259790/>
28. Isenmann E, Dissemond J, Geisler S. The Effects of a Macronutrient-Based Diet and Time-Restricted Feeding (16:8) on Body Composition in Physically Active Individuals-A 14-Week Randomised Controlled Trial. *Nutrients* [Edición electrónica]. 2021 [citado 25 de abril de 2023];13(9). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34578999/>
29. Keenan S, Cooke MB, Chen WS, Wu S, Belski R. The Effects of Intermittent Fasting and Continuous Energy Restriction with Exercise on Cardiometabolic Biomarkers, Dietary Compliance, and Perceived Hunger and Mood: Secondary Outcomes of a Randomised, Controlled Trial. *Nutrients* [Edición electrónica]. 2022 [citado 25 de abril de 2023];14(15). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35893925/>
30. Andriessen C, Fealy CE, Veelen A, van Beek SMM, Roumans KHM, Connell NJ, et al. Three weeks of time-restricted eating improves glucose homeostasis in adults with type 2 diabetes but does not improve insulin sensitivity: a randomised crossover trial. *Diabetologia* [Edición electrónica]. 2022 [citado 25 de abril de 2023];65(10):1710-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35871650/>
31. Vidmar AP, Naguib M, Raymond JK, Salvu SJ, Hegedus E, Wee CP, et al. Time-Limited Eating and Continuous Glucose Monitoring in Adolescents with Obesity: A Pilot Study. *Nutrients* [Edición electrónica]. 2021 [citado 25 de abril de 2023];13(11). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34835953/>
32. Costa RO, Martins LF, Tahiri E, Duarte CB. Brain-derived neurotrophic factor-induced regulation of RNA metabolism in neuronal development and synaptic plasticity. *Wiley Interdiscip Rev RNA* [Edición electrónica]. 2022 [citado 13 de junio de 2023];13(5):e1713. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wrna.1713>
33. Palomer X. Sirt1 actúa en asociación con PPAR α para proteger el corazón de la hipertrofia, las alteraciones metabólicas y la inflamación. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis* [Edición electrónica]. 2011 [citado 13 de junio de 2023];23(3):144-5. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion->

arteriosclerosis-15-articulo-sirt1-actua-
asociacion-con-ppar-S0214916811001161

34. Schaaf MBE, Keulers TG, Vooijs MA, Rouschop KMA. LC3/GABARAP family proteins: autophagy-(un)related functions. FASEB J [Edición electrónica]. 2016 [citado 13 de junio de 2023];30(12):3961-78. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27601442/>

35. Matthew J. Pagea, Joanne E. McKenzie, Patrick M. Bossuyt, Isabelle Boutron, Tammy C. Hoffmann, Cynthia D. Mulrow, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Rev Esp Cardiol [Edición electrónica]. 2021 [citado 9 de abril de 2023];74(9):790-9. Disponible en: <http://www.prisma-statement.org/documents/Page%20PRISMA%202020%20Spanish.pdf>.

