

## FACULTAD DE EDUCACIÓN Y DEPORTE

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte – UPV/EHU Vitoria-Gasteiz

Curso: 2021 – 2022

### TRABAJO DE FIN DE GRADO

# **EFFECTOS DEL AYUNO INTERMITENTE EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO EN DEPORTES DE RESISTENCIA**

**Autor:** *Fermin Fernandez Montes*

**Director:** *Fernando Blas Pérez*

*19 de mayo de 2022*

## ÍNDICES

RESUMEN .....	3
INTRODUCCIÓN .....	4
OBJETIVOS .....	7
MARCO TEÓRICO.....	8
METODOLOGÍA .....	11
RESULTADOS.....	14
Rendimiento aeróbico .....	14
Rendimiento anaeróbico .....	17
DISCUSIÓN .....	20
CONCLUSIONES .....	22
BIBLIOGRAFÍA .....	23

### Índice de tablas

Tabla 1 - Tabla de contenidos y resultados.....	13
---	----

### Índice de figuras

Figura 1 - Adaptaciones metabólicas según la fase de ayuno.....	8
Figura 2 - Mecanismos metabólicos inducidos por el ayuno.....	9
Figura 3 - Diagrama de flujo metodología.....	12

## RESUMEN

El ayuno intermitente, es una estrategia nutricional que consiste en abstenerse de alimentos durante gran parte del día (12 – 20 horas), e ingerir alimentos el resto de horas. Si bien es una estrategia que puede ser útil en el ámbito de salud, nuestro objetivo mediante este trabajo es analizar los efectos que puede tener en el rendimiento especialmente en deportes de resistencia. Y analizar si puede ser una estrategia viable, o el rendimiento se puede ver afectado. Para ello, hemos realizado una búsqueda bibliográfica en diferentes bases de datos, hemos analizado los resultados obtenidos en 11 artículos, y hemos clasificado los resultados dependiendo de si se referían a rendimiento aeróbico o anaeróbico. Los resultados finales son muy heterogéneos, y no se puede concluir nada totalmente. Pero podemos tener en cuenta ciertos puntos en común de varios artículos: En general, cuanto mayor control de las variables externas (Descanso, dieta, carga de entrenamiento...) tengamos, mejores resultados se dan. Se puede observar una tendencia a recuperar rendimiento en los días finales de los periodos de ayuno. Y cuanto mayor es la intensidad del ejercicio, hay mayor dependencia de glucógeno, y en consecuencia hay más posibilidades de que se dé una pérdida del rendimiento de resistencia.

**Palabras clave:** Ayuno, Ayuno Intermitente, fasting, resistencia, rendimiento aeróbico, rendimiento anaeróbico.

## INTRODUCCIÓN

El ayuno intermitente, es una estrategia nutricional, que consiste en alternar periodos de ingesta de alimentos, con periodos de ayuno, como su propio nombre indica, de manera intermitente. En cuanto al ayuno, desde un punto de vista fisiológico, se define como la situación metabólica que se da la mañana posterior a una noche, tras no haber ingerido alimentos durante 10 – 14 horas. Y dicho estado se prolonga hasta el momento en el que se vuelve a ingerir alimentos (Oetinger & Trujillo, 2015). Momento en el que podríamos hablar de un ayuno intermitente, ya que se ha interrumpido el mencionado estado de ayuno. Por lo ayuno intermitente, simplemente es una forma de distribuir los alimentos en el tiempo, pero no pauta los alimentos que hay que tomar, y queremos remarcar, que en ningún momento está relacionado con dietas milagro o similares recomendaciones nada saludables, y que ni siquiera tiene porqué traer consigo una restricción calórica (Moro et al., 2016).

Existen infinidad de tipos de ayuno intermitente, y varían entre ellos según la duración de dichos periodos, o el momento del día en el que se hace el ayuno (Canicoba, 2020).

En cuanto a las duraciones, podremos encontrar ayunos intermitentes desde 12 horas de ayuno y 12 horas de ingesta, hasta 20 horas de ayuno 4 horas de ingesta, o incluso ayunos de varios días de duración. Y por supuesto, cualquier otra distribución que se encuentre entre estos valores. Por debajo de 12 horas de ayuno, no se considera ayuno intermitente, ya que no hay tiempo suficiente para que comiencen los distintos procesos fisiológicos propios del ayuno intermitente, y que como más adelante explicaremos, tantas ventajas nos pueden aportar (Canicoba, 2020).

Así mismo, a partir de 20 horas de ayuno, sí que sigue considerándose ayuno intermitente. Pero debido a la larga duración, estos ayunos, o los que se extienden durante varios días, tienen un funcionamiento bastante diferente, y hay que tener muchas más variables en cuenta para llevarlos a cabo. Entre sus efectos, se podría dar una pérdida de peso corporal y rendimiento, pérdida de energía, y dependencia total de las grasas, por lo que se necesita un metabolismo adaptado, y al mismo tiempo puede no ser adecuado para el deporte, debido a su alta demanda de CHO. Es por ello, que, tratando de acotar y obtener resultados más precisos, en nuestro trabajo solamente nos vamos a centrar en ayunos intermitentes de entre 12 y 20 horas de restricción calórica. Creemos que comparar al mismo tiempo ayunos de 12 y 48 horas podría dar resultados equívocos o contradictorios, de la misma forma que no se pueden comparar una carrera de 1000 metros y una maratón (Canicoba, 2020).

En cuanto al momento del día, podríamos diferenciar ayunos que comienzan a la hora de cenar (entorno a las 21:00) y se prolongan hasta el mediodía, o ayunos como el ramadán, en los que no se ingiere comida durante el día, y la ingesta se realiza de noche (hacia las 6:00 como muy tarde). Ambos son opciones de ayuno perfectamente válidas, pero con alguna diferencia, debido a nuestros ritmos circadianos y diferentes procesos fisiológicos (Pérez Otálora, 2020). Trabajaremos y analizaremos situaciones de ambos casos de ayuno intermitente.

Además, es un término que se está volviendo cada vez más popular, ya que en la sociedad actual en la que vivimos con tantas prisas y sin tiempo ni para parar a comer, es una estrategia que encaja perfectamente en el estilo de vida de muchas personas. Concentrar toda la ingesta calórica del día en un número pequeño de comidas, con el ahorro de tiempo en preparación y consumición que ello conlleva (Arroyo Campo, 2016).

Sin embargo, el ayuno intermitente lleva entre nosotros desde hace miles de años. En primer lugar, por razones culturales, como pueden ser el ayuno del ramadán, o la cuaresma, en los cuales los creyentes practican ayunos. Echando la vista más atrás en el tiempo, antiguamente cuando nuestros antepasados no disponían de toda la comida que quisieran, también se veían obligados a practicar ayunos, por una cuestión de supervivencia. Por ejemplo, si un día cazaban un animal, podrían comer, pero hasta volver a cazar otro animal ese periodo de tiempo se veían obligados a ayunar (Arroyo Campo, 2016). En esta línea del estilo de vida ancestral se basan diferentes dietas como la dieta paleo. Sin embargo, no vamos a profundizar en ese tema, ya que el ayuno intermitente no está relacionado con ello, simplemente es una distribución de las comidas, no rige qué hay que comer, por lo que no es una dieta como tal. Si miramos un poco más allá, los animales, o mamíferos como nosotros, por ejemplo, los leones, también se ven en situaciones de ayuno constante. Ya que, de igual forma, desde que cazan una vez hasta que vuelven a comer, pueden estar ayunando durante días. O los osos, que una vez llega el invierno hibernan y no comen durante meses. Por lo tanto, por muy nuevo que parezca el término, lleva con nosotros tanto tiempo como la naturaleza misma (Arroyo Campo, 2016).

Como hemos mencionado antes, y tal y como la evidencia científica actual al respecto defiende, el ayuno intermitente puede aportarnos numerosas ventajas (Canicoba, 2020). En cuanto a la salud y ámbito cognitivo se refiere, podemos destacar que nos ayuda a tener una autorregulación más adecuada, ya que controlamos mejor el apetito y la saciedad, y aprendemos a diferenciar el hambre emocional, que simplemente aparece tras unas pocas horas sin comer, del hambre fisiológico, que es cuando realmente nuestro cuerpo requiere nutrientes y pide alimentos. Así, se puede aprender a dosificar mejor las comidas, distribuir y administrar las cantidades adecuadamente. También aporta ventajas cognitivas, de concentración y productividad. Además, después de realizar una ingesta, sobre todo si es alta en carbohidratos, la producción de insulina se ve aumentada (Bagherniya et al., 2018). Y esta producción, se ha visto estrechamente relacionada con procesos hormonales que aumentan el sueño y cansancio. Por lo que abstenernos de un número tan alto de comidas, también nos ayudará a no tener tanto sueño durante el día, y ser más activos y productivos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no afecta a todos por igual, y esta situación de ayuno, en sujetos no adaptados, psicológicamente podría ser difícil, y puede ocasionar hambre, ansiedad, o inseguridad en sí mismo por creer que no está bien nutrido. Por lo que podría tener efectos adversos psicológicamente hablando, dependiendo del individuo, y de la adaptación de cada uno (Pérez Otálora, 2020). Y estas situaciones podrían afectar al rendimiento deportivo. Por otro lado, al omitir la primera ingesta del día, nuestros depósitos de glucógeno están

bajos. Por lo que para completar las necesidades del día a día, se usará una mayor proporción de energía lipolítica. Lo cual en cuanto a salud se refiere, puede ayudar en un programa de pérdida de peso. Además, mejora la regulación de glucosa, la sensibilidad de la insulina y presión arterial. Además, al cambiar el uso de glucosa como fuente principal por ácidos grasos y cuerpos cetónicos, se aumenta la resistencia al estrés oxidativo y reducen los marcadores de inflamación sistémica asociados con la aterosclerosis (Varady et al., 2013). Por último, es cierto que, si el gasto calórico total al final del día es el mismo, no debería haber alteraciones en la composición corporal. Pero esta distribución de alimentos, como hemos dicho ayuda a controlar la saciedad, y puede resultar más fácil mantener un déficit calórico en igualdad de condiciones en cuanto a saciedad, y en consecuencia también ayudarnos a perder peso (Pérez Otálora, 2020). En conclusión, es una estrategia muy estudiada y que aporta muchos beneficios al menos desde el ámbito de la salud, sobre todo en estrategias de pérdida de peso, control de la saciedad, apetito, concentración y estimulación de las grasas como sustrato energético (Canicoba, 2020).

Sin embargo, todas estas ventajas que puede aportarnos desde el ámbito de la salud, se ven un poco cuestionadas, o al menos es lo que la lógica podría indicarnos, al referirnos al ámbito del rendimiento. Es cierto que estimular el uso de grasas y un menor uso de glucosa, para el día a día puede ser interesante, porque generalmente son actividades de poca intensidad. Pero en el rendimiento deportivo, para obtener el máximo potencial a altas intensidades, el glucógeno es esencial. La intensidad también puede jugar un papel importante, dependiendo de las demandas fisiológicas de energía en cada momento (Pérez Otálora, 2020). Por lo tanto, no sería fácil afirmar que el ayuno intermitente tiene efectos, negativos ni positivos, en cuanto al rendimiento deportivo se refiere.

Además, es una práctica que se da muy a menudo en el deporte. Puede ser por motivos culturales antes mencionados como el ramadán o cuaresma practicados por deportistas, o por costumbres deportivas, como los antiguos luchadores de sumo orientales, que practicaban ayunos durante la mañana en sus entrenamientos, y realizaban su primera ingesta después de los mismos, con mayor apetito y ganas de comer. Además, en ciertos deportes de lucha, muchas veces los deportistas se ven obligados a realizar situaciones de ayuno, para dar el peso y poder entrar en la categoría que les corresponde. Para ello, limitan la ingesta calórica, y aumentan el gasto de energía frecuentemente en los últimos días antes de la competición. Muchas veces, las bajadas de peso que se dan son demasiado elevadas, y en consecuencia los ayunos que se siguen también son muy drásticos. Si bien antes hemos mencionado que el ayuno intermitente no tiene como característica un déficit calórico, en estos casos sí que se da, ya que el único objetivo es la pérdida de peso. En consecuencia, podemos intuir que una pérdida de rendimiento en dichos casos es prácticamente inevitable, como más tarde veremos. Ya que disminuir tanto las kcal, dará como consecuencia una pérdida de energía y peso corporal, con la consiguiente pérdida en el rendimiento. Sin embargo, si controlamos ciertas variables tal vez podamos mitigar en cierta medida dicha pérdida (Arroyo Campo, 2016).

## **OBJETIVOS**

En conclusión, creemos que puede ser muy interesante indagar sobre el tema, y esclarecer realmente los efectos que podría tener seguir una estrategia de ayuno intermitente en cuanto a rendimiento deportivo de alta intensidad se refiere.

Por lo tanto, hemos decidido realizar una revisión bibliográfica sobre el tema y reunir lo que dice la literatura actual, en busca de sacar alguna conclusión al respecto. Como hemos mencionado antes, nos limitaremos a analizar ayunos entre 12 y 20 horas, y finalmente hemos decidido centrarnos en efectos del rendimiento exclusivamente en deportes de resistencia. Ya que, debido a las demandas energéticas de los deportes de resistencia, que requieren de mayor oxidación de grasas, podría ser más dudoso aun determinar si el ayuno puede ser beneficioso o no en dichas situaciones. Según ciertos autores, se mejora la eficacia del entrenamiento de resistencia, ya que una mayor oxidación de grasas podría resultar en sistemas más eficientes, mejor aprovechamiento y mejor rendimiento, así que trataremos de confirmarlo, y revisaremos otros autores para contrastar la información. Determinaremos el rendimiento deportivo mediante variables objetivas y cuantificables, como tiempo velocidad, ritmo o diferentes resultados de test y pruebas. El objetivo será analizar estas diferentes situaciones y efectos causados por el ayuno intermitente, y en caso de ser beneficioso o ser una estrategia viable, determinar las variables a tener en cuenta o aspectos en los que prestar especial atención para llevarla a cabo, de modo que pueda ser de utilidad en futuros deportistas que quieran o se vean obligados a realizar ayuno intermitente.

## MARCO TEÓRICO

Como hemos mencionado antes, el ayuno intermitente se define como una restricción voluntaria de alimentos y bebidas, por periodos específicos y recurrentes. En dichas situaciones de ayuno, se induce la alteración coordinada de mecanismos metabólicos, y tras un periodo de ayuno de mínimo 12 horas, el cuerpo entra en un estado fisiológico de cetosis, que se caracteriza por tener niveles bajos de glucosa en sangre, disminución de los depósitos de glucógeno, y aumento de producción de cuerpos cetónicos, derivados de la grasa o cetonas por parte del hígado, los cuales sirven como importantes fuentes de energía (Pérez Otálora, 2020).

Tras varios días de ayuno, las cetonas cobran importancia, y se convierten en hasta el 70% de fuente de energía para el cerebro (Puchalska & Crawford, 2017). Sin embargo, como hemos mencionado antes en nuestro caso no serán ayunos tan prolongados y por lo tanto no se darán situaciones tan extremas.

*Evolución de los sustratos de energía empleados con el paso de tiempo de ayuno:*

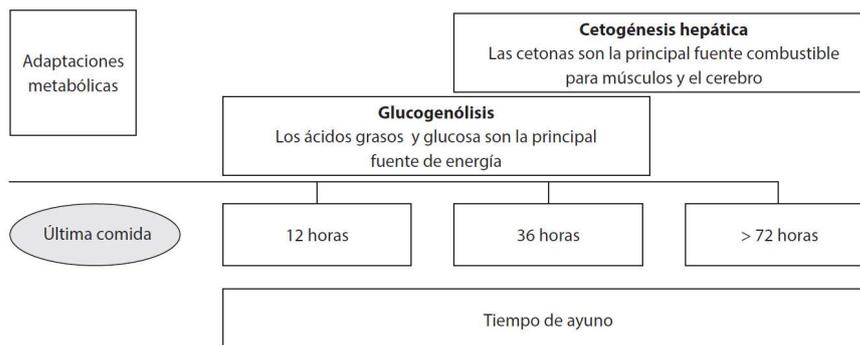
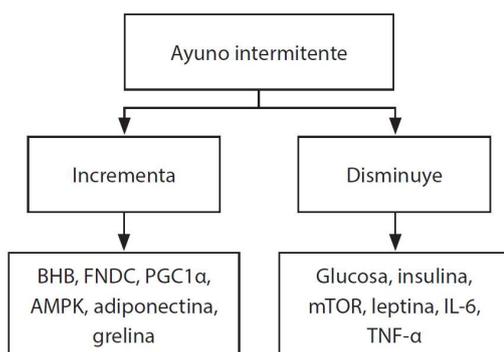


Figura 1 - Adaptaciones metabólicas según la fase de ayuno (Canicoba, 2020).

Además, dicho estado cetónico y las cetonas, inducen también cambios hormonales, aumentando la producción de FNDC, que es un regulador que estimula la biogénesis de la mitocondria, estimulación de PGC1 $\alpha$ , que modula genes relacionados con el metabolismo de los carbohidratos y ácidos grasos entre otras muchas funciones, aumento de AMPK, la cual limita el consumo de nutrientes y estimula la autofagia, y estimulación de grelina y adiponectina, que regulan el apetito y la sensibilidad a la insulina (Bagherniya, et al., 2018).

Al mismo tiempo, y como consecuencia de estos mismos efectos incrementados, se dan otros efectos y hormonas que ven reducidos su impacto en el cuerpo durante el ayuno intermitente. Se ven reducidos los niveles de glucosa, de insulina, que es la hormona que regula la glucosa y además causa otros efectos como sueño y cansancio, reducción de leptina, que es la hormona encargada de la regulación del peso corporal y asociada con un estado corporal inflamatorio, y otros varios procesos fisiológicos (Canicoba, 2020).

### Situaciones metabólicas inducidas por el ayuno:



**Figura 2.** Mecanismos metabólicos y transcripcionales inducidos por el ayuno. Abreviaturas: BHB: cetona beta-hidroxibutirato, FNDC: factor neurotrófico derivado del cerebro, PGC1 $\alpha$ : peroxisoma activado por el proliferador receptor y coactivador 1, AMPK: proteína quinasa activada por AMP, mTOR: complejo sensible a rapamicina, IL-6: Interleuquina 6, TNF- $\alpha$ : Factor de necrosis tumoral  $\alpha$ .

*Figura 2 - Mecanismos metabólicos inducidos por el ayuno (Canicoba, 2020).*

En cuanto a los ritmos circadianos, el cuerpo los desarrolla en unos determinados patrones de tiempo, para garantizar el cumplimiento de los procesos fisiológicos en horarios adecuados. Coordinan la fisiología, y la salud, adaptando la función celular, tisular y comportamiento (Potter et al., 2016). El ayuno influye profundamente en estos ritmos biológicos, y puede afectar tanto a la insulina, como hormona del crecimiento. Con la edad y a la noche, la respuesta que obtenemos después de una comida se ve aumentada por parte de la insulina, aumentando los niveles de hemoglobina glicosilada, y en consecuencia aumentando el riesgo de diabetes tipo 2 con el tiempo. Por ello, omitir comidas y la práctica del ayuno, nos ayuda en el control de los ritmos circadianos y a reducir el riesgo de enfermedades crónicas en el largo plazo (Potter GD et al., 2016)

El microbiota intestinal, también se ve afectada por los ritmos circadianos, ya que muchas de sus funciones varían a lo largo del día, como el vaciado gástrico, el flujo sanguíneo, o la respuesta metabólica ante la glucosa. Por lo tanto, un perfil circadiano alterado, también puede afectar las funciones gastrointestinales y perjudicar el metabolismo y la salud, y en consecuencia el ayuno intermitente es interesante para llevar una salud intestinal adecuada también (Patterson & Sears, 2017).

En cuanto a los atletas de resistencia, son aquellos que entrenan principalmente ejercicios predominantemente aeróbicos (Morici et al., 2016). Y el ejercicio aeróbico, se refiere a la clase de ejercicios que emplea grandes grupos de músculos, y se puede mantener de forma continua e incluso puede prolongarse durante horas, y diferentes intensidades. Se suele caracterizar por realizar movimientos repetitivos y cíclicos, como correr, pedalear o nadar (Egan & Zierath, 2013). Podemos ver

deportistas de resistencia en deportes como atletismo, maratón, triatlón, ciclismo, remo, esquí de fondo, natación, y otros muchos que cumplan con las características mencionadas.

En cuanto al metabolismo energético durante el ejercicio de resistencia, se puede clasificar a grandes rasgos en dos clases diferentes. Vías aeróbicas, las cuales requieren de oxígeno y son las vías oxidativas, y las vías anaeróbicas, como fosfágena y glucolítica anaeróbica láctica, que no requieren de oxígeno (Pérez Otálora, 2020). La utilización de unas u otras vías será determinada en gran medida por la intensidad y duración del ejercicio. A intensidades bajas habrá una mayor aportación de sistemas aeróbicos, ya que son capaces de aportar una mayor cantidad de energía, pero requieren más tiempo para hacerlo. Y a intensidades altas, sin embargo, habrá una mayor proporción utilizada de la vía anaeróbica, ya que, pese a aportar menor cantidad de energía son capaces de aportarla más rápido y de forma instantánea, ya que no requieren del tiempo que necesitan los procesos oxidativos (Rodríguez et al., 2009).

## METODOLOGÍA

La búsqueda de artículos se ha llevado a cabo en inglés, en los buscadores *Pubmed* y *ProQuest*, y en castellano en los buscadores *Dialnet* y *Google Académico*.

La búsqueda de bibliografía se ha llevado a cabo entre el 27/12/2021 y el 18/01/2022, en los mencionados buscadores e idiomas. Se han realizado búsquedas, con una frecuencia aproximada de 3 veces por semana.

Para la realización de las mismas, se estableció en 6 años la máxima antigüedad de los artículos, por lo que se buscaron documentos a partir del año 2016. Se ha reducido el número de resultados mediante filtros como “Title”, “Full text” o “evaluated by experts”. También se han utilizado diferentes términos y palabras clave, así como combinaciones de las mismas mediante conectores:

Las palabras clave empleadas para la búsqueda de artículos en las bases de datos Pubmed y ProQuest fueron “*fasting*”, “*intermittent fasting*”, “*performance*”, “*sport performance*”, “*improvement*” y “*disadvantage*”, añadiendo los conectores “*AND*” y “*OR*”.

Las palabras clave empleadas en las bases de datos Dialnet y Google Académico fueron “*ayuno*”, “*ayuno intermitente*”, “*rendimiento*”, “*rendimiento deportivo*”, “*mejoría*” y “*desventaja*”, añadiendo los conectores “*AND*” y “*OR*”.

Los primeros resultados obtenidos por dichas búsquedas, mostraron un total de 75 documentos: 43 en Pubmed, 18 en ProQuest, 10 en Google Académico, 3 en Dialnet y además se incluyó otro último artículo por recomendación, proveniente de otra fuente externa.

A continuación, se procedió a leer los títulos de los 75 artículos, para una mejor clasificación. Tras la lectura de los mismos, se redujo el número total de artículos a trabajar a 25. Las razones de descarte de la mayoría de los artículos fueron las siguientes: artículos duplicados, por no referirse a rendimiento deportivo sino rendimiento médico o de salud, por ser estudios realizados en animales, y otras razones.

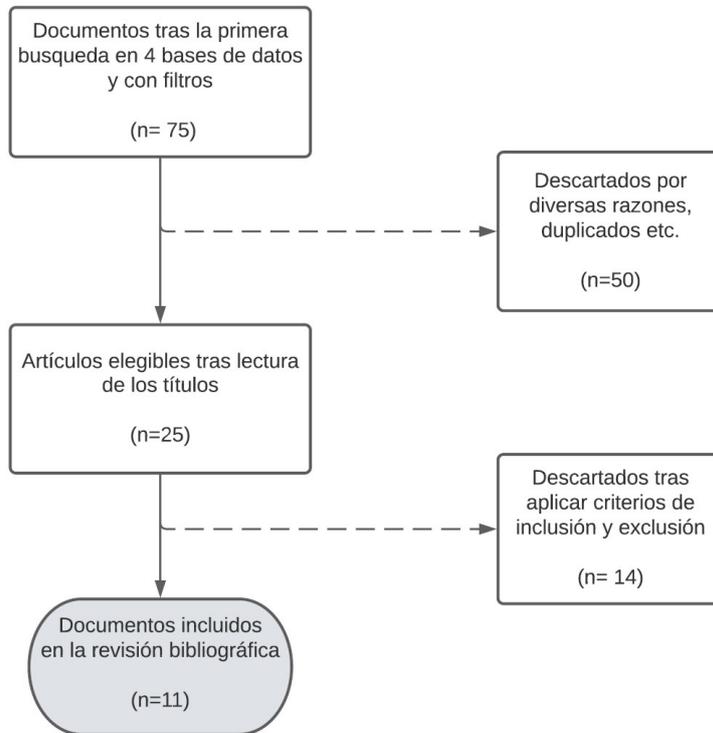
De los 25 artículos obtenidos, se procedió a realizar una lectura más profunda y mediante un análisis más exhaustivo, aplicar ciertos criterios de inclusión y exclusión, para determinar los documentos que finalmente eran interesantes y serían utilizados durante el trabajo.

Los criterios de inclusión empleados fueron, que se siguiera un método científico y fiable durante las mediciones, base científica adecuada y respaldados por referencias de calidad.

Los criterios de exclusión empleados fueron, estudios con pocas mediciones o dudosa fiabilidad, estudios que valoraban rendimiento deportivo en otros ámbitos diferentes a la resistencia (como deportes de equipo, fuerza, CMJ) y otras razones varias.

Finalmente se determinó que 11 de los 25 artículos serían de valor y podrían ser utilizados durante el trabajo final.

**Diagrama de flujo:**



*Figura 3 - Diagrama de flujo metodología*

## Tabla de contenidos:

Tabla 1 - Tabla de contenidos y resultados

Documento	Tipo	Aspectos analizados	Resultados más relevantes
The effect of 10 days of intermittent fasting on Wingate anaerobic power and prolonged high - intensity time - to - exhaustion cycling performance	Estudio con grupo control y grupo de intervención	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento anaeróbico	- El grupo de ayuno ingiere menos kcal. - Aun así, resultados similares. - Se da una adaptación y recuperación del rendimiento conforme pasan los días
Intermittent Fasting and Its Effects on Athletic Performance: A Review	Revisión bibliográfica	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico y anaeróbico	AERÓBICO - Resultados muy variados, generalmente sin diferencias significativas. - Hace falta estudios de mayor duración. ANAERÓBICO - Se observan adaptaciones positivas con el tiempo.
Análisis del ayuno intermitente y su efecto en la salud, en la pérdida de peso y en el rendimiento deportivo	Revisión bibliográfica	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico y anaeróbico	AERÓBICO - Causas como déficit kcal, traen la pérdida de rendimiento. - Si se respetan ciertos patrones, no se pierde el rendimiento. ANAERÓBICO - Importancia del momento del día en el que se hace deporte.
¿Aumenta el rendimiento deportivo durante el ayuno intermitente de Ramadán?	Revisión bibliográfica	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico	- Para que no se dé una pérdida del rendimiento, hay que mantener el peso corporal y carga de entrenamiento. - Importancia de detectar el sobre entrenamiento y sus riesgos.
Efectos del Ramadán como forma de ayuno sobre el rendimiento deportivo	Revisión sistemática	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico y anaeróbico	AERÓBICO - No perjudica el rendimiento aeróbico si se mantiene el nivel de entrenamiento, calidad de sueño y dieta. ANAERÓBICO - Los efectos negativos disminuyen con el paso de los días. - Más posibilidades de una pérdida de rendimiento
Time-Restricted Feeding and Aerobic Performance in Elite Runners: Ramadan Fasting as a Model	Estudio a grupo completo	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico	- Variantes como el VO <sub>2</sub> Max no empeoraron. - El tiempo hasta el agotamiento y la velocidad máxima se vieron incrementados al final de los test.
“Train-low compete-high” Utilización de estrategias de ayuno y depleción de glucógeno como herramienta para mejorar el rendimiento en deportes de larga y ultra-distancia	Revisión bibliográfica	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico	- Reducir los CHO potencia el metabolismo oxidativo, haciéndolo más eficiente. - Mediante el ayuno podemos inducir dichas situaciones. - Podría darse una mejora en el rendimiento, combinando este tipo de entrenamiento en ayunas con entrenamientos cargados de CHO.
Effects of Ramadan Fasting on Physical Performance: A Systematic Review with Meta-analysis	Revisión sistemática con meta análisis	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico y anaeróbico	AERÓBICO - Se hallaron diferencias, pero no significativas. - El ayuno tiene una baja influencia sobre el rendimiento aeróbico. ANAERÓBICO - Se hallaron resultados negativos. - Pero se ven reducidos, y se da una adaptación conforme pasan los días.
Effects of Intermittent Fasting on Specific Exercise Performance Outcomes: a Systematic Review Including Meta-Analysis	Revisión sistemática con meta análisis	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico y anaeróbico	AERÓBICO - La gran mayoría de estudios no mostraron diferencias significativas. ANAERÓBICO - Tan solo 7 de 28 estudios mostraron resultados, y de ellos, solo un 11% fueron negativos.
Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state	Estudio con grupo control y grupo de intervención	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento aeróbico	- Una mejora 15% superior en la capacidad de oxidación de las grasas como fuente de energía en el grupo de intervención. - Se observa una menor disminución de la glucosa en sangre al final de los test, en grupo de ayuno.
Effect of Ramadan fasting on feelings, dietary intake, rating of perceived exertion and repeated high intensity short-term maximal performance	Estudio a grupo completo	Efectos del ayuno intermitente sobre el rendimiento anaeróbico	- No se observaron diferencias significativas en los sprints. - Se observa una mayor fatiga en las sesiones después del ramadán. - El RPE es más bajo en las sesiones finales, en el grupo de ramadán.

## **RESULTADOS**

De los mencionados 11 artículos que serán utilizados para el trabajo, 4 de ellos son estudios de casos realizados en deportistas, con sus respectivos test, mediciones y datos concretos. Los otros 7 sin embargo, son revisiones tanto sistemáticas como bibliográficas de la literatura actual, y buscan sacar sus propias conclusiones basándose en los estudios ya previamente realizados, de la misma forma que buscamos nosotros mediante este trabajo. Por lo tanto, dividiremos los artículos de los estudios de casos en función de sus resultados concretos, y al mismo tiempo, clasificaremos las revisiones, en función de lo que muestran la mayoría de los resultados de las mismas. También es posible que no nos decantemos por ningún resultado específico, ya que, en algunas revisiones, no se hallaron resultados homogéneos. Tras ello, trataremos de analizar cuáles son los factores en común que tienen cada grupo de estudios que muestran resultados similares.

### **Rendimiento aeróbico**

En cuanto a los efectos del ayuno intermitente en el rendimiento aeróbico se refiere, de los 4 estudios analizados, en 2 de ellos observan los efectos que tiene. Y en cuanto a las revisiones de literatura, encontramos resultados del rendimiento aeróbico en las 7 de ellas. Por lo tanto, podemos extraer resultados en cuanto a los efectos del ayuno intermitente en el rendimiento aeróbico, de 9 artículos de los 11 analizados.

En un estudio realizado por Al-Nawaiseh et al. (2021), participaron 15 hombres corredores activos, con una edad media de 24 años. Los sujetos, se realizaron dos sesiones de test, antes del ramadán o periodo de ayuno intermitente, y en la cuarta y última semana del mismo. En cada una de ellas, llevó a cabo el protocolo de intensidad incremental de Conconi, en cinta de correr, y se midieron los valores respectivos de  $VO_2$ , frecuencia cardiaca, tiempo hasta el agotamiento, RPE y velocidad. La velocidad inicial se estableció en 8 km/h, y fue aumentando 1 km/h cada 400 metros. El tiempo hasta el agotamiento se consideró válido, si el test cumplía los valores necesarios para considerarse un test de esfuerzo máximo. Datos sobre las ingestas de alimentos, y cronología de los entrenamientos también fueron monitorizados a lo largo de las semanas. No se indicó a los deportistas que alterasen sus sesiones de entrenamiento, y se les pautó un periodo de ayuno intermitente de al menos 15 horas diarias. Los resultados obtenidos tras 4 semanas de entrenamiento en estado de ayuno, fueron los siguientes: no hubo cambios significativos en cuanto a peso y composición corporal. Sí que se observaron cambios en la ingesta de comidas, disminuyendo en torno a 400 kcal desde el principio de la intervención hasta el final. El agua ingerida también disminuyó, desde 4,2 l/día hasta 2,5 l/día. En cuanto al rendimiento físico, se vio una bajada significativa de la duración de los entrenamientos diarios, y gasto de energía durante el ejercicio al final del ramadán en comparación del inicio. Además, el tiempo hasta el agotamiento, y la velocidad máxima, se vieron significativamente mejorados al final del periodo de

análisis, respecto al principio del mismo. El  $\text{VO}_2$  Max y la disponibilidad de energía, no se vieron afectados significativamente debido al ayuno.

En otro estudio, realizado por Van Proeyen et al. (2011), el objetivo fue observar los efectos de entrenar en estado de ayunas, frente a entrenar habiendo ingerido alimentos, debido a que la falta de carbohidratos en el entrenamiento de ayunas, podría estimular adaptaciones celulares para facilitar la producción energética mediante la oxidación de las grasas. En este estudio, participaron 20 jóvenes masculinos, en una intervención, que tuvo una duración de 6 semanas, y en la que tenían que entrenar 4 días a la semana, entorno al 70% de su  $\text{VO}_2$  Max durante 60 – 90 minutos. La mitad de los participantes, realizaron los entrenamientos en ayunas, mientras que la otra mitad, ingirieron carbohidratos antes y durante los entrenamientos. Para asegurar que ambos grupos ingerían la misma cantidad de calorías, si bien el grupo control realizaba un desayuno rico en carbohidratos antes de entrenar, el grupo ayuno lo realizaba al medio día, una vez finalizado su periodo de ayuno y tras haber entrenado. Ambos grupos llevaron a cabo también el mismo programa de entrenamiento, tanto en volumen como intensidad. Se realizaron dos sesiones de medición, pre - test, y post - test, al principio y al final del programa de intervención respectivamente. Finalmente, los resultados obtenidos mostraron lo siguiente: El  $\text{VO}_2$  Max, y el tiempo hasta el agotamiento eran similares en el primer test, y tras las 6 semanas de entrenamiento, ambos grupos mejoraron entorno a un 9 %. En cuanto a la capacidad máxima de trabajo realizada mediante oxidación de las grasas ( $\text{FAT}_{\text{Max}}$ ), ambos grupos tenían valores similares antes de la intervención, pero el grupo de CHO mejoró un 6 %, mientras que el grupo de ayuno mejoró un 21 %. El trabajo total realizado también era similar al principio, y se vio incrementado de manera pareja al final en ambos grupos, entorno a un 8 %. El peso corporal no se vio afectado en ninguno de los grupos, y se mantuvo estable, sin mostrar diferencias significativas. El RER, que se refiere a la relación de  $\text{VCO}_2$  y  $\text{VO}_2$ , y el cual es indicativo de los sustratos energéticos empleados durante el ejercicio, disminuyó al final de la intervención en ambos grupos, significando esto una mayor contribución de oxidación de grasas a la energía empleada. En cuanto a la glucosa en sangre, en las mediciones pre - test, ambos grupos arrojaron los mismos resultados, comenzando en 4,5 mmol/l, y disminuyendo hasta 4,0 mmol/l. En las mediciones post – test, el grupo CHO, al principio de la prueba mantiene los valores de glucosa en sangre, pero al finalizar, acaba cayendo a valores similares al pre - test. El grupo de ayuno, sin embargo, comienza la prueba manteniendo los niveles de glucosa más altos, y al finalizar la prueba disminuyen ligeramente, pero la bajada es mucho menos sustancial que en el grupo de CHO, finalizando la prueba por encima de los 4mmol/l.

En cuanto a los resultados extraídos de las revisiones, encontramos resultados muy variados depende de cada autor. Hay autores, como Abaidia et al. (2020) y M. Correia et al. (2020), que aseguran que el ayuno intermitente puede causar diferencias en el rendimiento deportivo, pero las mismas son bastante pequeñas, y no son significativas, por lo que la influencia del mismo en el rendimiento es baja. Según M. Correia et al. (2020), la mayoría de estudios realizados al respecto no muestran diferencias

significativas, aunque entre los que sí muestran diferencias, encontramos más estudios con resultados negativos que positivos. Pero al analizarlo todo en su conjunto, no se hallan efectos significativos, ya que los resultados en general son muy heterogéneos. Otros autores en cambio (Arroyo Campo, 2016) (Arbilidi Martínez, 2018) (Guergué-Merino, 2020), sí que han hallado diferencias significativas que empeoran el rendimiento, pero tratan de ir un paso más allá y ver los factores en común o las razones por las que se da dicha pérdida de rendimiento. Según Arroyo Campo (2016), se puede observar un descenso del  $\text{VO}_2$  Max, y el mismo viene causado por estos factores: Ingesta energética diaria inferior, pérdida de peso corporal y reducción de la carga de entrenamiento. También menciona, que en los casos en los que se mantiene la carga de entrenamiento, no se ve afectado el rendimiento. En la misma línea, Arbilidi Martínez (2018) defiende que las bajadas en el rendimiento son causadas por determinados factores, y que, si no, las pérdidas son mínimas. De este modo, defiende que si controlamos ciertas variables es muy poco probable que se dé una pérdida de rendimiento. Dichas variables a controlar, son el momento del día en el que se entrena, el peso corporal, la ingesta calórica y la carga de entrenamiento. Además, habla de la importancia de llevar un seguimiento individual de cada deportista, para poder ajustar la carga correctamente a lo que cada uno necesita, y de este modo evitar tanto la pérdida de rendimiento, como las posibles lesiones. Guergué-Merino (2020), también defiende la idea de que no se da una pérdida de rendimiento, siempre y cuando controlemos las variables esenciales para ello. En los artículos que se da dicha pérdida de rendimiento, todos carecían de alguno de estos factores bien controlados. Dichos factores, menciona la importancia de mantener el mismo nivel de entrenamiento, mantener la dieta e ingesta calórica, y tener un sueño y descanso adecuados y de buena calidad. Según otros autores (Levy & Chu, 2019), sin embargo, hace falta realizar estudios más largos para ver realmente los efectos que podría tener. Ya que, en muchos estudios, pese a que se da una pérdida inicial del rendimiento, conforme avanzan los días se ve una adaptación y recuperación paulatina del rendimiento. Por lo que convendría realizar estudios de varias semanas más de duración, para observar cómo evoluciona dicha adaptación, y qué efectos puede tener en un largo plazo. Siguiendo esta línea, Mata Ordóñez & Sanchez Oliver (2016) defienden que puede ser una estrategia interesante. Según este autor, se ha observado que entrenar dos veces al día puede aportar beneficios en cuanto a adaptaciones metabólicas, ya que en el segundo entrenamiento del día la disponibilidad de CHO es más baja. Esto puede ser viable en el alto rendimiento, pero para gente que solo puede entrenar una vez al día, resulta complicado. Así que podemos inducir una situación de descarga de CHO de una manera similar, mediante el entrenamiento en ayunas. Con esta estrategia, se podrían potenciar las señales celulares y adaptaciones en el metabolismo oxidativo, haciéndolo más eficiente. Aun así, no se muestra tajante, y puntualiza, que la mejor forma de lograr un máximo rendimiento parece ser una combinación de alta y baja disponibilidad de CHO, para no perder ciertas cualidades. De este modo adaptamos nuestro metabolismo oxidativo para ser más eficiente y menos dependiente de los CHO a baja intensidad, pero al mismo tiempo seguiremos siendo capaces de aprovechar los CHO cuando las fuentes oxidativas no

den para más, o la intensidad lo requiera. Habremos ahorrado los CHO de baja intensidad, y podremos emplearlos para alargar nuestra fuente de energía en intensidades superiores.

### **Rendimiento anaeróbico**

Refiriéndose al rendimiento anaeróbico, o de alta intensidad tras la práctica del ayuno intermitente, encontramos resultados de los otros 2 estudios de caso. En cuanto a las revisiones, en 5 de ellas obtenemos resultados de rendimiento de alta intensidad, por lo que disponemos de un total de 7 artículos de 11 en los cuales se analizan los efectos en el rendimiento anaeróbico.

En el estudio realizado por Naharudin & Yusof (2018), busca observar los efectos de 10 días de ayuno, en el rendimiento ciclista de alta intensidad, mediante test en la prueba anaeróbica de Wingate, y prueba de ciclismo de alta intensidad prolongada (HIT). En él, participaron 20 adultos masculinos saludables y activos, y se dividieron aleatoriamente en dos grupos de estudio, grupo de ayuno y grupo control. Durante los 10 días, llevaron a cabo un plan de entrenamiento similar previamente establecido. Realizaron pruebas de Wingate e HIT a lo largo de los 10 días, en los días 2, 4, 6, 8 y 10. Se revisó la ingesta y las comidas realizadas durante el periodo de adaptación, en torno a 2500 kcal diarias. Sin embargo, una vez comenzado el periodo experimental, el grupo control mantuvo su ingesta calórica, y el grupo de ayuno, al omitir la comida tan solo ingirió 1500 kcal diarias, en torno al 60 % de sus necesidades. Los resultados que se hallaron fueron los siguientes: no hubo diferencias significativas en cuanto a peso corporal. En el test de Wingate, refiriéndose al pico de potencia del mismo en Watios, el segundo día de intervención en el grupo de ayuno mostró una bajada del rendimiento significativa del 3 %, aunque dicho rendimiento perdido se recuperó a partir del día 4, sin que haya diferencias significativas respecto al punto de partida. El grupo control no obtuvo ninguna diferencia significativa respecto al punto de partida durante los 10 días. En cuanto a la glucosa en sangre al finalizar el test de Wingate, se observaron diferencias significativas en el grupo de ayuno, aumentando los niveles desde el día 4 hasta el día 10 comparando con el punto de partida. En cuanto a los resultados tras el periodo de test de HIT, el cual se llevó a cabo durante otros 10 días separados de los anteriores, los resultados fueron los siguientes: no se observaron cambios significativos en el peso corporal en el grupo control, pero el grupo de ayuno perdió en torno a 1,5% de peso a lo largo de los 10 días, comenzando por el día 4. El grupo de control no mostro diferencias significativas en cuanto al tiempo hasta el agotamiento. Sin embargo, el grupo de ayuno sí que mostro un descenso del tiempo hasta agotamiento, que fue más pronunciado el segundo día, y mostro una tendencia a recuperarse conforme avanzaban los días, siendo una diferencia menor el último día. Los niveles de glucosa en sangre, al igual que tras el test de Wingate, también se vieron incrementados en el grupo de ayuno a partir del día 4. El grupo control no mostró diferencias significativas.

Siguiendo con el rendimiento anaeróbico o de alta intensidad, en un estudio realizado por Boukhris et al. (2019), se trató de averiguar los efectos del ayuno del ramadán en el rendimiento máximo

de alta intensidad a corto plazo, entre otros varios factores. Para ello, trece hombres físicamente activos participaron en el siguiente protocolo, y llevaron a cabo un ayuno durante 30 días, el mes de ramadán. Realizaron 5 sesiones de mediciones, en un test de sprints: 15 días antes de comenzar el ayuno, en los primeros 10 días de ayuno, en los últimos 10 días de ramadán, 10 días después del ramadán y 20 días después del ramadán. El test, consistía en correr la máxima cantidad de metros posibles en un sprint a máxima intensidad, durante 6 repeticiones de 30 segundos. Entre cada repetición, había un tiempo de recuperación de 35 segundos. La distancia que se corría, en la primera repetición se realizaba yendo y volviendo en un espacio de 5 metros, en la segunda sobre 10 metros y así hasta la sexta repetición que la distancia era de 30 metros a recorrer en ida y vuelta, el máximo de veces posible. No se pautó una dieta en concreto, pero se pidió a los participantes que anotasen todo lo que consumían para luego poder llevar un control sobre el mismo. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: En cuanto a la ingesta calórica, esta no se vio significativamente afectada por el ayuno del ramadán, situándose en torno a las 2500 kcal diarias de media en cada uno de los 5 periodos analizados. Sin embargo, el porcentaje de la energía proveniente de fuentes grasas, se vio incrementada significativamente durante los periodos del ayuno, y el porcentaje de carbohidratos se vio incrementado después del ramadán. En cuanto al test de sprints, no se observó ninguna diferencia significativa en cuanto a la distancia máxima y la distancia total. Sí que se observó un aumento significativo del índice de fatiga al final del periodo del ramadán, en comparación con los datos antes de iniciar el mismo. En cuanto al RPE, se muestran diferencias significativas, y el mismo se reduce al final del periodo de ayuno respecto a la primera medición realizada.

En cuanto a las revisiones realizadas por diferentes autores, estos han sido los resultados. Depende de los autores, encontramos resultados muy variados. Según M. Correia et al. (2020), tan solo 7 de los 28 artículos mostraron resultados, y de los mismos, tan solo un 11% fueron negativos, por lo que, en global, no se han observado resultados significativos en el rendimiento anaeróbico. Sin embargo, según Guergué-Merino (2020) y Abaidia et al. (2020), sí que muestran estudios en los que se observan diferencias significativas, y además muestran que los efectos en general son más negativos que cuando se analiza el rendimiento en el aspecto aeróbico, probablemente debido a su mayor dependencia de los CHO en altas intensidades, tal y como aseguran Levy & Chu (2019). Sin embargo, tanto Levy & Chu (2019), Guergué-Merino (2020) como Abaidia et al. (2020), concuerdan que la pérdida de rendimiento es mayor al principio de los periodos experimentales, y que dicha pérdida se va atenuando y se puede observar una recuperación del rendimiento conforme pasan los días de ayuno y los test, mostrando una adaptación a largo plazo hacia dicha estrategia. Por lo que sugieren la necesidad de realizar estudios al respecto con mayor duración para analizar correctamente los efectos de dichas adaptaciones. Y, por último, según varios autores (3) y (5), es posible que no afecte al rendimiento, siempre y cuando respetemos ciertos aspectos y controlemos las variables necesarias. Según Arroyo Campo (2016), tiene gran importancia entrenar a la mañana, ya que disponemos de la energía ingerida

recientemente, y que por lo tanto hay que controlar las ventanas de tiempo para realizar los entrenamientos sin pérdida de rendimiento. En las horas más alejadas de las ingestas, sí que se podría observar una pérdida del rendimiento. Guergué-Merino (2020) también muestra la importancia de un descanso y sueño adecuados, ya que, en muchos casos, el rendimiento se vio afectado por una menor calidad del descanso. Ambos muestran, que siempre y cuando se hayan cumplido dichas condiciones, no se ha dado una bajada del rendimiento anaeróbico causada por el ayuno.

## DISCUSIÓN

En primer lugar, hay que destacar que encontramos resultados muy dispares y heterogéneos dependiendo de lo que dice cada autor. No hay un consenso claro o gran mayoría que obtenga los mismos resultados al respecto, por lo que resulta bastante complicado extraer un solo resultado en común de toda la investigación. Dicha disparidad en los resultados, también se debe a la variedad de estudios que analizan muy distintas situaciones, y que las metodologías empleadas son muy diferentes entre sí por lo general. Es decir, faltan más estudios al respecto, con metodologías bien estandarizadas, y que controlen de forma adecuada todas las variables. Ya que muchas veces, se ha visto disparidad o resultados negativos, porque alguna variable, como la ingesta calórica no estaba bien controlada, y en consecuencia al ingerir menos alimentos, se disponía de menos energía y se daba una pérdida de rendimiento. También hace falta más estudios con atletas de alto rendimiento, ya que puede resultar difícil que un atleta de primer nivel acceda a realizar un estudio experimental de este tipo sin saber las consecuencias que podría tener. Aun así, sí que hay ciertos patrones o tendencias que tienden a repetirse, y podemos extraer ciertas conclusiones o factores a tener en cuenta de las mismas para nuestro trabajo.

En primer lugar, en cuanto al rendimiento aeróbico se refiere, en una gran mayoría de situaciones, pese a que sí se da una pérdida del rendimiento, no se observa que sea suficientemente significativo, o que venga causado por el ayuno intermitente. Incluso en ciertos casos, se da una mejoría del rendimiento o eficiencia metabólica. En cuanto al rendimiento anaeróbico, este sí que se vio más afectado y se pueden observar diferencias significativas causadas por el ayuno intermitente en más ocasiones que en el aeróbico. Es posible, que esto se deba a que las actividades anaeróbicas, tienen una mayor dependencia de los CHO y el glucógeno respecto a las actividades anaeróbicas. Ya que cuanto mayor es la intensidad, necesitaremos un gran aporte de energía de forma inmediata, que es proporcionado mediante los CHO. Las grasas en cambio, son capaces de aportarnos grandes cantidades de energía, pero de forma más gradual y extendida en el tiempo, sin picos tan grandes.

Además, muchos de los estudios sugieren que, aunque haya pérdidas en el rendimiento, estos suelen tener una causa detrás, y no suele ser el echo de realizar ayuno intermitente. Esta pérdida suele deberse a que la metodología no está perfectamente diseñada en todos los estudios, o que los participantes, tienen pequeños problemas. Así, se puede ver como las pérdidas de rendimiento en la mayoría de los casos vienen de factores como una ingesta calórica inferior, una pérdida de peso corporal, reducción del volumen o carga de entrenamiento, mala calidad del sueño o descanso, y otros factores de este tipo. Y tal y como se observa en diferentes resultados, cuando conseguimos controlar y mantener dichos factores, el rendimiento no se ve disminuido generalmente. Por lo que nos lleva a pensar, que cuanto mayor control tenemos de las diferentes variables externas que afectan en el rendimiento deportivo, más fácil nos será minimizar las posibles pérdidas ocasionadas por el ayuno intermitente, así que esta será una cuestión muy a tener en cuenta.

Además, tanto en el rendimiento aeróbico como en el anaeróbico, en aquellas investigaciones que se han realizado test durante el periodo de prueba del ayuno, se ha visto una evolución no lineal del rendimiento conforme avanzaban los días de pruebas. Así, se podía observar como generalmente los primeros días de prueba eran los que mayores bajadas del rendimiento ocasionaban, y poco a poco esta pérdida inicial de veía reducida generalmente a partir del cuarto día, y dicha reducción iba aumentando hasta el final de los días de test. De este modo, se podía observar como las pérdidas de rendimiento eran mucho menores al final del periodo, e incluso se situaban a la par o muy cerca del punto de partida inicial en algunos casos, mientras que, al principio de las mismas, la pérdida de rendimiento era significativamente superior. Sin embargo, esta adaptación o acomodación al nuevo protocolo sugerida por los resultados, generalmente no llegaba a su fin el último día de test, y aun tenía tendencia de seguir aumentando. Esto, nos sugiere la necesidad de estudios de mayor duración para observar mejor esa tendencia a adaptarse conforme pasan los días, analizar mejor las causas, e incluso, si el rendimiento podría, siguiendo su tendencia, en algún momento mejorar y superar el punto de partida.

Además, ciertos autores han sugerido que esta mejora realmente es posible, sobre todo en cuanto al rendimiento aeróbico, por su menor dependencia respecto al glucógeno como hemos comentado antes. Es posible, que el metabolismo oxidativo se vuelva más eficiente debido a la ausencia de glucógeno, y por lo tanto sea capaz de emplear las grasas de manera más prolongada sustituyendo a los CHO. Dicha eficiencia, en el futuro, nos aportaría un ahorro de CHO y en consecuencia poder usar los mismos cuando sean requeridos a una mayor intensidad, y disponer de energía para un mayor lapso de tiempo.

## CONCLUSIONES

No podemos sacar ninguna conclusión final que esclarezca por completo el tema o dicte un veredicto final, acerca de si el ayuno intermitente afecta al rendimiento deportivo de resistencia o no, porque los resultados obtenidos no son concluyentes del todo. Es decir, no queda del todo claro los efectos que pueda tener esta estrategia nutricional en el rendimiento deportivo.

Sin embargo, sí que podríamos sacar algún apunte en concreto, como que, en caso de haber efectos negativos, son mayores cuanto mayor intensidad requiera la práctica, ya que los sustratos empleados, son más dependientes del glucógeno, el cual puede escasear durante periodos de ayuno. También hay que tener en cuenta, que cuanto mayor control se tenga de factores externos, como ingesta calórica, carga de entrenamiento o calidad del descanso, menores serán las posibilidades de sufrir una pérdida de rendimiento. Por lo que conviene controlar e individualizar al máximo de lo posible dichas variables, sobre todo con deportistas que se vean obligados a realizar dichas prácticas, o que simplemente quieran realizarlas por decisión propia.

Es necesario investigar más al respecto para obtener resultados más esclarecedores, y observar incluso si puede ser una herramienta para mejorar el rendimiento como algún autor sugiere. Y, sobre todo, hace falta estudios con un control adecuado de las diferentes variables, y de mayor duración ya que se ha visto en algunos casos que conforme más tiempo pasa, se van dando adaptaciones y el rendimiento perdido al inicio se va recuperando.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abaidia, A. E., Daab, W., & Bouzid, M. A. (2020). *Effects of Ramadan fasting on physical performance: a systematic review with meta-analysis*. *Sports Medicine*, 50(5), 1009-1026.
- Al-Nawaiseh, A. M., Bataineh, M. A. F., Kilani, H. A., Bellar, D. M., & Judge, L. W. (2021). *Time-Restricted Feeding and Aerobic Performance in Elite Runners: Ramadan Fasting as a Model*. *Frontiers in Nutrition*, 684.
- Arbildi Martínez, J. (2018). *¿Aumenta el rendimiento deportivo durante el ayuno intermitente de Ramadán?*
- Arroyo Campo, A. (2016). *Análisis del ayuno intermitente y su efecto en la salud, en la pérdida de peso y en el rendimiento deportivo*.
- Bagherniya, M., Butler, A. E., Barreto, G. E., & Sahebkar, A. (2018). *The effect of fasting or calorie restriction on autophagy induction: A review of the literature*. *Ageing research reviews*, 47, 183-197.
- Boukhris, O., Hsouna, H., Chtourou, L., Abdesalem, R., BenSalem, S., Tahri, N., ... & Chtourou, H. (2019). *Effect of Ramadan fasting on feelings, dietary intake, rating of perceived exertion and repeated high intensity short-term maximal performance*. *Chronobiology international*, 36(1), 1-10.
- Canicoba, M. E. (2020). *Aplicaciones clínicas del ayuno intermitente*. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 3(2).
- Egan, B., & Zierath, J. R. (2013). *Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation*. *Cell metabolism*, 17(2), 162-184.
- Guergué-Merino, I. (2020). *Efectos del Ramadán como forma de ayuno sobre el rendimiento deportivo*.
- Levy, E., & Chu, T. (2019). *Intermittent fasting and its effects on athletic performance: A review*. *Current sports medicine reports*, 18(7), 266-269.
- M. Correia, J., Santos, I., Pezarat-Correia, P., Minderico, C., & V Mendonca, G. (2020). *Effects of intermittent fasting on specific exercise performance outcomes: a systematic review including meta-analysis*. *Nutrients*, 12(5), 1390.
- Mata Ordóñez, F. & Sanchez Oliver, A. J. (2016). *Utilización de estrategias de ayuno y depleción de glucógeno como herramienta para mejorar el rendimiento en deportes de larga y ultra-distancia*.
- Morici, G., Gruttad'Auria, C. I., Baiamonte, P., Mazzuca, E., Castrogiovanni, A., & Bonsignore, M. R. (2016). *Endurance training: is it bad for you?*. *Breathe*, 12(2), 140-147.
- Moro, T., Tinsley, G., Bianco, A., Marcolin, G., Pacelli, Q. F., Battaglia, G., ... & Paoli, A. (2016). *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. Journal of translational medicine, 14(1), 1-10.*
- Naharudin, M. N. B., & Yusof, A. (2018). The effect of 10 days of intermittent fasting on Wingate anaerobic power and prolonged high-intensity time-to-exhaustion cycling performance. European journal of sport science, 18(5), 667-676.*
- Oetinger, A., & Trujillo, L. M. (2015). Beneficios metabólicos de realizar ejercicio en estado de ayuno. Revista chilena de nutrición, 42(2), 145-150.*
- Patterson, R. E., & Sears, D. D. (2017). Metabolic effects of intermittent fasting. Annual review of nutrition, 37.*
- Pérez Otálora, D. (2020). Efectos del ayuno nocturno (8-14 horas) en las adaptaciones energéticas en atletas de resistencia y sujetos físicamente activos: revisión de literatura.*
- Potter, G. D., Cade, J. E., Grant, P. J., & Hardie, L. J. (2016). Nutrition and the circadian system. British Journal of Nutrition, 116(3), 434-442.*
- Potter, G. D., Skene, D. J., Arendt, J., Cade, J. E., Grant, P. J., & Hardie, L. J. (2016). Circadian rhythm and sleep disruption: causes, metabolic consequences, and countermeasures. Endocrine reviews, 37(6), 584-608.*
- Puchalska, P., & Crawford, P. A. (2017). Multi-dimensional roles of ketone bodies in fuel metabolism, signaling, and therapeutics. Cell metabolism, 25(2), 262-284.*
- Rodriguez, N. R., DiMarco, N. M., & Langley, S. (2009). Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. Journal of the American Dietetic Association, 109(3), 509-527.*
- Van Proeyen, K., Szlufcik, K., Nielens, H., Ramaekers, M., & Hespel, P. (2011). Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. Journal of applied physiology, 110(1), 236-245.*
- Varady, K. A., Bhutani, S., Klempel, M. C., Kroeger, C. M., Trepanowski, J. F., Haus, J. M., ... & Calvo, Y. (2013). Alternate day fasting for weight loss in normal weight and overweight subjects: a randomized controlled trial. Nutrition journal, 12(1), 1-8*