

# **IMPORTANCIA DE LA HIDRATACIÓN EN CICLISMO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA**

**GRADO EN  
CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**



**CURSO ACADÉMICO 2024/2025**

**Alumno: IGNACIO MONSERRAT MARTÍNEZ**

**Tutor académico: ENRIQUE ROCHE COLLADO**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>CONTEXTUALIZACIÓN</b> .....	3
<b>1.1</b>	<b>Resumen</b> .....	3
<b>1.1</b>	<b>Abstract</b> .....	3
<b>1.2</b>	<b>Introducción</b> .....	4
<b>2.</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN</b> .....	6
<b>2.1</b>	<b>Criterios de elegibilidad</b> .....	6
<b>2.2</b>	<b>Fuentes de información</b> .....	7
<b>2.3</b>	<b>Estrategias de búsqueda</b> .....	7
<b>2.4</b>	<b>Proceso de selección de estudios</b> .....	7
<b>2.5</b>	<b>Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales</b> .....	8
<b>2.6</b>	<b>Resultados</b> .....	8
<b>2.6.1</b>	<b>Selección de los estudios</b> .....	8
<b>2.6.2</b>	<b>Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios seleccionados</b> .....	9
<b>3.</b>	<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
<b>4.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	18
<b>4.1</b>	<b>Características de la muestra</b> .....	18
<b>4.2</b>	<b>Rendimiento físico</b> .....	18
<b>4.3</b>	<b>Balance Hídrico y pérdida de masa corporal</b> .....	19
<b>4.4</b>	<b>Frecuencia cardiaca y esfuerzo fisiológico</b> .....	19
<b>4.5</b>	<b>Percepción subjetiva del esfuerzo, sed y molestias</b> .....	20
<b>4.6</b>	<b>Influencia del entorno: duración del esfuerzo y temperatura ambiental</b> .....	21
<b>4.7</b>	<b>Limitaciones encontradas en esta revisión</b> .....	21
<b>5.</b>	<b>PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</b> .....	22
<b>5.1</b>	<b>Ciclo Menstrual</b> .....	22
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones de Hidratación el día de la competición en ciclismo</b> .....	24
<b>5.2.1</b>	<b>Recomendaciones de Hidratación Precompetición</b> .....	24
<b>5.2.2</b>	<b>Recomendaciones de Hidratación durante la competición</b> .....	25
<b>5.2.3</b>	<b>Recomendaciones de Hidratación post competición</b> .....	25
<b>6.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	27

## **1. CONTEXTUALIZACIÓN**

### **1.1 Resumen**

**Objetivo:** El objetivo de esta revisión bibliográfica es analizar la evidencia científica más reciente sobre el impacto de las estrategias de hidratación durante el día de la competición en el rendimiento y la fisiología de los ciclistas. Se busca comparar diferentes enfoques de hidratación, identificar recomendaciones prácticas y explorar posibles limitaciones específicas, como las que pueden afectar a la mujer ciclista durante el ciclo menstrual.

**Método:** Se realizó una revisión sistemática siguiendo las directrices de la guía PRISMA. La búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos PubMed y Scopus entre febrero y marzo de 2025, utilizando términos relacionados con hidratación, deshidratación, ingesta de líquidos y ciclismo. Se aplicaron filtros para incluir solo ensayos clínicos, estudios observacionales y artículos en inglés.

**Resultados:** La revisión incluyó siete estudios que analizaron distintas estrategias de hidratación en competición de los ciclistas. En la mayoría se observaron mejoras en el rendimiento físico con protocolos que incluían hiperhidratación previa, bebidas isotónicas durante el ejercicio o leche desnatada tras la competición. Además, estas estrategias ayudaron a reducir la pérdida de masa corporal, mantener la frecuencia cardiaca más baja y favorecer el balance hídrico. En cambio, los efectos sobre la percepción del esfuerzo fueron menos consistentes, aunque la sensación de sed fue mayor en condiciones sin hidratación. Todos los estudios presentaron riesgo de sesgo moderado a alto, principalmente por la falta de cegamiento y de análisis por sexo, lo que limita la generalización de los resultados.

**Conclusión:** La revisión sistemática concluye que una correcta estrategia de hidratación antes, durante y después de la competición puede mejorar el rendimiento, controlar la frecuencia cardiaca, minimizar la pérdida de masa corporal y favorecer la recuperación del equilibrio hídrico, especialmente en condiciones calurosas o de larga duración. Aunque existen diferencias individuales y metodológicas, las bebidas con electrolitos, sodio y carbohidratos resultan ser las más efectivas. Además, se destaca que en mujeres no parece necesario individualizar la estrategia según la fase del ciclo menstrual, salvo casos especiales.

**Palabras clave:** Hidratación, ciclismo, bebidas deportivas, rendimiento, deshidratación, electrolitos, competición.

### **1.1 Abstract**

**Objective:** The aim of this literature review is to analyze the most recent scientific evidence on the impact of hydration strategies on performance and physiology in cyclists on competition day. The goal is to compare different hydration approaches, identify practical recommendations, and explore specific limitations, such as those that may affect female cyclists during the menstrual cycle.

**Method:** A systematic review was conducted following the PRISMA guidelines. The search was carried out in the PubMed and Scopus databases between February and March 2025, using terms related to hydration, dehydration, fluid intake, and cycling. Filters were applied to include only clinical trials, observational studies, and articles published in English.

**Results:** The review included seven studies that examined different hydration strategies in competitive cycling. Most of them reported improvements in physical performance with protocols such as pre-exercise hyperhydration, the intake of isotonic beverages during exercise, or skimmed milk after competition. Additionally, these strategies helped reduce body mass loss, maintain lower heart rates, and support fluid balance. In contrast, the effects on perceived exertion were less consistent, although thirst sensation was higher under no-hydration.

conditions. All studies showed a moderate to high risk of bias, mainly due to the lack of blinding and sex-based analysis, which limits the generalizability of the results.

Conclusion: The systematic review concludes that an appropriate hydration strategy before, during, and after competition can improve performance, control heart rate, minimize body mass loss, and support fluid balance recovery, especially in hot or prolonged conditions. Although individual and methodological differences exist, beverages containing electrolytes, sodium, and carbohydrates appear to be the most effective. Furthermore, it is noted that, in women, it does not seem necessary to individualize the strategy based on the menstrual cycle phase, except in specific cases.

Keywords: Hydration, cycling, sports drinks, performance, dehydration, electrolytes, competition.

## **1.2 Introducción**

El ciclismo es un deporte de resistencia que exige una gran capacidad física y optimización biomecánica de la interacción con la bicicleta. Gutierrez (1995), señala que la biomecánica del ciclismo analiza como las fuerzas externas como la de resistencia aerodinámica, la cual supone más del 80% a velocidades superiores, y la aplicación de fuerza de forma eficiente sobre el pedal determinan la eficacia y rendimiento del deportista.

Más allá de la biomecánica, el ciclismo presenta retos fisiológicos complejos, como cuando se compete en circunstancias de calor extremo. Según Périard et al. (2025), la exposición a altas temperaturas durante diferentes pruebas incrementa el riesgo de enfermedades por calor. El 65% de los ciclistas en su investigación, reportaron haber experimentado al menos una vez, síntomas relacionados con calor. Por ello, el ciclismo no solo exige una demanda biomecánica rigurosa, sino altas demandas fisiológicas, lo que supone la necesidad de elaborar cuidadosamente una correcta estrategia de hidratación.

Durante el ejercicio, la evaporación suele ser el principal mecanismo de disipación del calor. La evaporación del sudor en la superficie de la piel ayuda al cuerpo a regular la temperatura central. Si el cuerpo no puede evaporar adecuadamente el sudor de la superficie de la piel, la temperatura central aumenta rápidamente (Casa et al., 2000).

Se ha comprobado que un déficit de líquidos superior al 2% del peso corporal puede reducir de forma significativa la capacidad de ejercicio, aumentar la tensión cardiovascular y elevar la temperatura corporal central, especialmente en actividades de resistencia prolongadas como el ciclismo, durante condiciones calurosas. (Coyle, 2004; González-Alonso et al. 1995, citado en Bardis et al. (2013) Los estudios que han investigado el papel de la deshidratación en la fuerza muscular generalmente han mostrado disminuciones en el rendimiento cuando la deshidratación es del 5% o más (Casa et al., 2000).

Sawka et al. (2007), comprobaron que, durante el ejercicio, consumir bebidas que contengan electrolitos y carbohidratos frente a únicamente beber agua, suponía grandes beneficios en ciertas circunstancias, ya que el agua rara vez era suficiente para recuperar el agua perdida, lo que suponía un estado de hipohidratación al finalizar el ejercicio. En relación, investigaciones recientes también han demostrado que las bebidas que contienen una mayor concentración de carbohidratos y sodio favorecen una mayor retención de líquidos y prolongan el estado de euhidratación tras el ejercicio (Evans et al., 2009)

Durante el ejercicio intenso y prolongado en ambientes de calor, las necesidades fisiológicas como la reposición de líquidos, en especial el sodio, pueden modificar la percepción sensorial y que los usuarios acepten mejor bebidas con mayor contenido salino, las cuales resultan más eficaces para mantener la hidratación. (Kitson et al., 2021)

El efecto de la hidratación sobre el rendimiento en ciclismo es dependiente de la duración y la intensidad del ejercicio: Holland et al. (2017), concluyeron que, en pruebas de una hora a alta intensidad, una ingesta excesiva de líquidos puede incluso reducir el rendimiento, mientras que en pruebas de entre una y dos horas a moderada intensidad, la ingesta de líquidos mejora el rendimiento en un 2%. Además, en pruebas de más de 2 horas a moderada intensidad, la ingesta de líquidos ad libitum, mejoraba el rendimiento al menos un 3%.

Son varios los estudios que nos indican las ventajas de comenzar la prueba hiperhidratado, como el de Jardine et al. (2023), en el cual el principal hallazgo fue que la hiperhidratación puede mejorar la capacidad de ejercicio, posiblemente debido a un aumento del volumen plasmático que podría ayudar a reducir la frecuencia cardíaca y la temperatura central cuando se realiza ejercicio hasta el agotamiento.

El objetivo de la prehidratación es iniciar la actividad física euhidratado y con niveles normales de electrolitos plasmáticos. Si se consumen suficientes bebidas con las comidas y ha transcurrido un período de recuperación prolongado (8-12 h) desde la última sesión de ejercicio, entonces la persona ya debería estar cerca de estar euhidratada (Institute of Medicine, 2005, citado en Sawka, 2007)

Al hidratarse antes del ejercicio, el individuo debe beber lentamente bebidas al menos 4 horas antes de la tarea de ejercicio. Si el individuo no produce orina, o la orina es oscura o muy concentrada, debe beber lentamente más bebida aproximadamente 2 h antes del evento. La coloración de la orina puede ser una herramienta útil para valorar el estado de hidratación previo al ejercicio. Una orina incolora (no amarillenta y menos oscura de lo normal) muestra una orina diluida, significando que hay una correcta hidratación. (Sawka et al., 2007) Por el contrario, una coloración muy oscura indicaría un estado de deshidratación parcial (Maughan y Shirreffs, 2010, citado en Urdampilleta et al., 2013)

Para asegurar una hidratación adecuada antes del ejercicio, el atleta debe consumir aproximadamente 500 a 600 mL de agua o una bebida deportiva de 2 a 3 horas antes del ejercicio y 200 a 300 mL de agua o una bebida deportiva de 10 a 20 minutos antes del ejercicio (Casa et al., 2000).

Además, mantener adecuadamente hidratados durante el ejercicio es un factor clave del rendimiento, de hecho, consumir líquidos durante el ejercicio en ciclismo ofrece beneficios como una menor percepción del esfuerzo, disminución de la sensación de sed, reducción del estrés cardiovascular y térmico, y una mejor utilización de los sustratos energéticos en comparación con no ingerir líquidos (Goulet, 2013; Sawka, 2007, citado en Holland et al., 2017).

Del mismo modo, Ly et al. (2023), indicaron que la forma más rápida para rehidratarse después de ejercicio intenso y recuperar el equilibrio hídrico es una bebida con una mayor concentración de sodio.

En cuanto a la composición de las bebidas deportivas, en el estudio de Sawka et al. (2007), nos recomiendan que la composición óptima para una bebida deportiva debe incluir una concentración de carbohidratos de entre el 6-8% con 460-1150 ml/L de sodio.

Antes de la actividad físico-deportiva, sería importante que las bebidas ingeridas no fueran muy azucaradas y con un índice glucémico alto. Si fuera así existiría una respuesta en la insulina que podría provocar efectos hipoglucemiantes de rebote reduciendo en rendimiento deportivo (Palacios et al., 2008, como se cita en Urdampilleta et al., 2013). Al finalizar el ejercicio,

las bebidas con mayor contenido de carbohidratos y sodio favorecen una mayor retención de líquidos que otras bebidas sin carbohidratos (Evans et al., 2009)

El objetivo de esta revisión es revisar la literatura científica más reciente que haya investigado a comparado diferentes estrategias de hidratación en diferentes pruebas de ciclismo, para corroborar la importancia del papel de la hidratación no solo en ciclismo, sino en cualquier deporte. Además, se explorarán posibles limitaciones que puede presentar la mujer ciclista durante el ciclo menstrual y se buscare encontrar diferentes estrategias de hidratación durante el día de una competición en ciclismo.

## **2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN**

El proceso de revisión sistemática llevado a cabo para esta revisión bibliográfica se ha desarrollado siguiendo las directrices de la guía PRISMA (Page et al., 2021), reconocida como un estándar de referencia para garantizar la calidad y la transparencia en los informes de revisiones sistemáticas y metaanálisis. La elección de esta metodología se fundamenta en la necesidad de adherirse a un protocolo estructurado que asegure la calidad del análisis. A continuación, se presentan las distintas fases del proceso, siguiendo los criterios específicos establecidos en esta guía.

Se considera que el presente trabajo carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, autorizado por el Código de investigación responsable (COIR), con el código: 241119072750.

### **2.1 Criterios de elegibilidad**

Para llevar a cabo este apartado, se empleó la estrategia PICOS (Saaq & Ashraf, 2017), cuyas siglas en ingles son "Patients, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design". Esta metodología facilita la selección de términos de búsqueda adecuados (descriptores) para localizar de manera precisa los artículos que respondan al problema planteado en esta revisión sistemática.

<b><u>PATIENTS</u></b>	Características de los participantes	Ciclista que compite en pruebas de media/larga duración
<b><u>INTERVENTION</u></b>	Tipo de intervención	Estrategias de hidratación el día de la prueba
<b><u>COMPARISION</u></b>	Comparaciones	Hidratación prescrita vs. Hidratación ad libitum o ausencias de estrategia
<b><u>OUTCOME</u></b>	Resultados a extraer	Rendimiento deportivo, fatiga, termorregulación, equilibrio de electrolitos y percepción del esfuerzo
<b><u>STUDY DESIGN</u></b>	Diseño del estudio	Ensayos clínicos y ensayos controlados aleatorizados

Por lo tanto, esta estrategia nos permite responder adecuadamente a la siguiente pregunta:

🚦 ¿Cuál es el impacto de las estrategias de hidratación el día de la competición en el rendimiento y fisiología de los ciclistas?

## **2.2 Fuentes de información**

La búsqueda de información se ha llevado a cabo en un periodo de dos meses, entre febrero de 2025 y marzo de 2025. Se ha realizado una revisión de la bibliografía de las bases de datos de PubMed y Scopus.

## **2.3 Estrategias de búsqueda**

Se realizó una búsqueda avanzada en la literatura con las bases de datos PubMed y Scopus con una búsqueda de los términos “hydration” “dehydration” “fluid intake” “prescribed drinking” “fluid replacement” en todas las combinaciones posibles con “cycling” “cycling competition” “endurance cycling” “cycling performance” “cyclist” “exercise”

En las bases de datos de PubMed se utilizaron los siguientes filtros de búsqueda;

- Ensayo clínico
- Ensayo control aleatorizado
- Estudios observacionales
- Idioma: inglés
- Textos libres de acceso
- Desde 2015 hasta la actualidad
- Se eliminó cualquier tipo de análisis, metaanálisis o revisión sistemática.

En las bases de datos de Scopus se utilizaron los siguientes filtros de búsqueda;

- Desde 2015 hasta la actualidad
- Idioma: Inglés
- Textos libres de acceso
- Búsqueda limitada para artículos

## **2.4 Proceso de selección de estudios**

Una vez seleccionados los artículos, se procede a exportarlos a un gestor bibliográfico, Mendeley, el cual detecta automáticamente los artículos duplicados y los elimina.

Tras este primer eliminado, se procede a una lectura de título y resumen (abstract) de los artículos, con el fin de hacer un primer filtrado. Se descartaron aquellos que no encajaban con el tema de la revisión, que no cumplían los criterios de elegibilidad o no cumplían el diseño del estudio.

Seguidamente, se procedió a la lectura del texto completo de los artículos seleccionados con el fin de tener un conocimiento más detallado de estos.

Finalmente, se aplicaron criterios de inclusión adicionales para seleccionar aquellos artículos más relevantes con el Trabajo Fin de Grado (TFG) propuesto y que mejor encajaban con los objetivos de la revisión. Se extrajo la información necesaria para su análisis e implementación en esta revisión sistemática.

## **2.5 Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales**

Para analizar la calidad metodológica de los estudios que se van a incluir en esta revisión se ha utilizado la herramienta **Cochrane Risk of Bias Tool (RoB 2)**, la cual aporta rigurosidad científica y evalúa el riesgo de sesgo en ensayos clínicos aleatorizados.

RoB 2 analiza 5 dominios clave donde puede aparecer sesgo en un ensayo aleatorizado:

1. Sesgo en el proceso de aleatorización:
  - ¿Fue aleatoria la secuencia de asignación de los participantes?
2. Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado:
  - ¿Conocían los participantes su intervención asignada durante el ensayo?
3. Sesgo debido a datos faltantes del resultado:
  - ¿Había datos para este resultado disponibles para todos, o casi todos, los participantes aleatorizados?
4. Sesgo en la medición del resultado:
  - ¿Fue inadecuado el método de medición del resultado?
5. Sesgo en la selección del resultado informado:
  - ¿Los datos que produjeron este resultado se analizaron de acuerdo con un plan de análisis preestablecido que se finalizó antes de que los datos de resultados no cegados estuvieran disponibles para el análisis?

Cada dominio se evalúa con uno de estos 3 niveles de riesgo:

- Bajo riesgo → El estudio está bien diseñado.
- Algunas preocupaciones → Hay dudas o no se da la suficiente información.
- Alto riesgo → Hay evidencia clara de sesgo.

## **2.6 Resultados**

### **2.6.1 Selección de los estudios**

Tras llevar a cabo la búsqueda de información en las dos bases de datos, se identificaron un total de 597 artículos (166 en PubMed y 431 en Scopus)

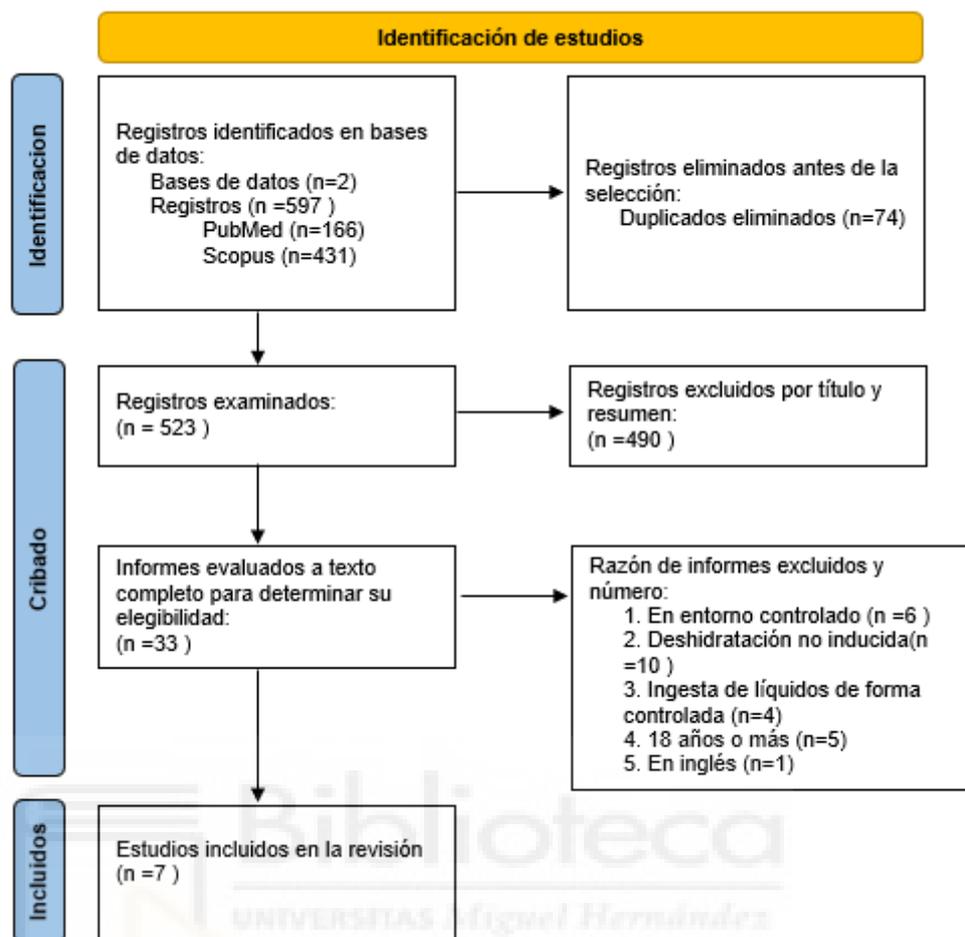
Fueron exportados al gestor bibliográfico de Mendeley, el cual eliminó los artículos duplicados, que fueron 74 artículos, quedando así 523 artículos.

Seguidamente, se procedió a leer el título de los estudios y descartar aquellos que no tenían relación ni relevancia con el trabajo o que no cumplían con el diseño o criterios establecidos (revisiones bibliográficas, metaanálisis, informes de caso...). Tras este primer cribado, se descartaron 490 artículos, quedando así 33 artículos.

Finalmente, para que los artículos de investigación fueran elegibles para la inclusión y el posterior análisis estadístico, además de que se volvió a revisar cada artículo, para escoger aquellos que más nos cuadraban, se debían cumplir los siguientes criterios:

1. La publicación estaba escrita en inglés
2. Los experimentos se realizaron en entornos de investigación controlados
3. La deshidratación no fue inducida antes del ejercicio
4. La ingesta de líquidos durante la prueba se proporcionó de forma controlada
5. Los participantes tenían más de 18 años de edad.

Tras este proceso de selección se descartaron 26 artículos, quedándonos finalmente 7 artículos de los cuales extraeremos información específica para esta revisión.



**Figura 1:** Diagrama de flujo de la selección de artículos

### **2.6.2 Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios seleccionados**

Se utilizó la herramienta **Cochrane Risk of Bias Tool (RoB 2)** sobre 5 dominios clave para evaluar el riesgo de sesgo de los 7 artículos seleccionados, los resultados fueron:

I. (Goulet et al., 2008)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Este estudio presenta un moderado a alto riesgo de sesgo debido a la falta de información en los dominios clave.

II. (Pařka et al., 2023)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Este estudio presenta un riesgo de sesgo medio alto, debido a la falta de información en el proceso de aleatorización y cegamiento.

III. (Perreault-Briere et al., 2019)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Aunque las medidas de resultado son objetivas y no hay datos faltantes, este estudio presenta un riesgo de sesgo general moderado a alto, debido a la falta de cegamiento y evaluadores.

IV. (García-Berger et al., 2020)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Al igual que el anterior estudio, este presenta un riesgo de sesgo moderado a alto.

V. (Aragón-Vargas et al., 2024)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Este estudio presenta un riesgo de sesgo moderado a alto.

VI. (Pałka et al., 2024)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Este estudio presenta un riesgo de sesgo moderado a alto.

VII. (Ferreira et al., 2018)

- Sesgo en el proceso de aleatorización: Algunas preocupaciones
- Sesgo debido a desviaciones del tratamiento asignado: Alto
- Sesgo debido a datos faltantes del resultado: Bajo
- Sesgo en la medición del resultado: Algunas preocupaciones
- Sesgo en la selección del resultado informado: Bajo

Este estudio presenta un riesgo de sesgo moderado a alto.

Se puede concluir que todos los estudios presentan un riesgo de sesgo general de moderado a alto, todos debido a la falta de información en el proceso de aleatorización y cegamiento de los participantes ni de los evaluadores. A continuación, se procederá a presentar las principales características de los artículos finales mediante un cuadro resumen.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Tabla 1

Características de los estudios incluidos

Autor	Objetivos	Participantes	Método	Resultado	Conclusión
(Goulet et al., 2008)	Se comparan los efectos de la hiperhidratación previa al ejercicio y la euhidratación previa al ejercicio sobre la capacidad de resistencia, la producción de potencia máxima y los componentes seleccionados de los sistemas cardiovascular y termorregulador durante el ciclismo prolongado de 2 horas	Se llevo a cabo por un total de 6 sujetos entrenados en resistencia (5 hombres y 1 mujer), edad media: 36,5 ± 5,5 años; VO <sub>2</sub> max: 59,1 ± 4,7 ml/kg/min. Todos sanos y activos físicamente. Todos sanos a excepción de la mujer que informó ser amenorreica.	Se realizó un estudio cruzado aleatorizado.  Dos condiciones: - <i>Hiperhidratación</i> : ingesta de 26 ml/kg de agua + 1.2 g/kg de glicerol. - <i>Euhidratación</i> : sin bebida.  Ambas seguidas de 2 h de ciclismo al 65% VO <sub>2</sub> max con intervalos del 80% VO <sub>2</sub> max. Luego, test incremental hasta el agotamiento. Temperatura: alrededor de 23°C.	Los resultados obtenidos fueron:  -La hiperhidratación aumentó el tiempo hasta el agotamiento (13,6 vs 11,9 min) y la potencia máxima (280 W vs 266 W). - Menor pérdida de masa corporal (-1,7% vs -3,3%). - Menor frecuencia cardíaca y sensación de sed con hiperhidratación. - No hubo diferencias en temperatura rectal ni en la percepción del esfuerzo.	Se demostró, como resultado de retrasar la deshidratación, que el uso de la hiperhidratación pre-ejercicio durante 2 h de ciclismo, moderado a intenso, realizado en un ambiente templado cuando el consumo de líquidos es bajo (33% de pérdidas de sudor) mejora la capacidad de resistencia y la producción de potencia máxima y disminuye la frecuencia cardíaca y la sensación de sed, pero no reduce la temperatura rectal

<p>(Pałka et al., 2023)</p>	<p>El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes estrategias de hidratación (isotónica, hídrica y no hidratación) sobre los indicadores hematológicos, el volumen plasmático y los niveles de lactato en sangre de hombres jóvenes durante el ejercicio físico prolongado a alta temperatura ambiente.</p>	<p>El grupo de estudio estuvo conformado por 12 hombres sanos seleccionados con una edad promedio de <math>20,67 \pm 0,98</math> años, quienes se caracterizaron por una estatura corporal (BH) de <math>177,25 \pm 4,83</math> cm, una masa corporal (BM) de <math>74,45 \pm 7,6</math> kg, una masa corporal magra (LBM) de <math>61,18 \pm 6,19</math> kg, caracterizados por un nivel medio de aptitud aeróbica según las normas de la American Heart Association (2003).</p>	<p>Se realizó un diseño crossover cuasi-experimental.</p> <p>Cada participante realizó 3 pruebas (con una semana de separación), 120 min de ciclismo a una intensidad de 110 W en cámara térmica (31 °C). Se aplicaron tres estrategias:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bebida isotónica</li> <li>2) Agua</li> <li>3) Sin hidratación</li> </ol> <p>Se midieron variables hematológicas, volumen plasmático y lactato antes, después y en recuperación (hasta 48 h).</p>	<p>Los resultados obtenidos fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-El volumen plasmático disminuyó significativamente más en la condición sin hidratación y con agua que con isotónica.</li> <li>- La hemoglobina y el hematocrito aumentaron más sin hidratación.</li> <li>- El número de leucocitos fue mayor tras el uso de agua, y menor con isotónica.</li> <li>- No hubo diferencias significativas en lactato, aunque fue más bajo con isotónica.</li> <li>- Frecuencia cardíaca más alta sin hidratación.</li> </ul>	<p>Se demostró que todas las estrategias de hidratación mejoraron el equilibrio hídrico comparado con la no hidratación, sin embargo, el uso de una bebida isotónica resultó en una menor disminución del volumen plasmático y menos deshidratación de los eritrocitos, lo que indica su eficacia para mantener el equilibrio osmótico e inhibir el movimiento del agua corporal entre compartimentos.</p>
-----------------------------	--	---	---	---	--

<p>(Perreault-Briere et al., 2019)</p>	<p>El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de tres estrategias de hidratación;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-sin hidratación –NFI,</li> <li>-según la sed –TDFI</li> <li>-programada –PFI</li> </ul> <p>sobre el rendimiento en una contrarreloj de 1 hora de ciclismo en atletas de resistencia entrenados.</p>	<p>Fueron seleccionados 9 ciclistas y triatletas entrenados (7 hombres y 2 mujeres), de una edad media de <math>30 \pm 9</math> años, <math>VO_2\text{peak}</math>: <math>59 \pm 8</math> <math>\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}</math>. Todas las mujeres fueron evaluadas en fase folicular.</p>	<p>Se realizó un ensayo aleatorizado, cruzado y contrabalaceado. Cada sujeto completó tres contrarrelojes de 1 hora en ambiente cálido (<math>30\text{ }^\circ\text{C}</math>, 50% HR), con cada una de las tres estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NFI (sin hidratación)</li> <li>• TDFI (según sed)</li> <li>• PFI (ingesta programada para perder solo <math>\sim 0.5\%</math> de masa corporal).</li> </ul> <p>Se midieron: distancia, frecuencia cardíaca, temperatura rectal/piel, esfuerzo percibido, sed y molestias abdominales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hubo diferencias significativas en la distancia recorrida ni en la potencia media entre condiciones.</li> <li>- NFI causó mayor pérdida de masa corporal (2,9%) que TDFI (2,2%) y PFI (0,6%).</li> <li>- La sed fue mayor con NFI.</li> <li>- No hubo diferencias en esfuerzo percibido ni en temperatura rectal.</li> </ul>	<p>Ni la hidratación programada (PFI) ni la hidratación según la sed (TDFI) ofrecieron ventajas significativas sobre no hidratarse (NFI) durante una contrarreloj de 1 hora en atletas entrenados. Desde una perspectiva práctica, las diferencias fueron triviales.</p>
--	---	--	--	--	--

<p>(García-Berger et al., 2020)</p>	<p>Este estudio tuvo como objetivo comparar los efectos del consumo previo al ejercicio de leche desnatada (SM) y bebida isotónica (SPD) sobre la homeostasis hídrica y el rendimiento en una contrarreloj ciclista de 18,6 km.</p>	<p>Se seleccionaron para este estudio 9 ciclistas de ruta masculinos, de una edad; <math>26,8 \pm 4,78</math> años, con <math>10,8 \pm 8,56</math> años de experiencia en competiciones nacionales.</p> <p>Todos sin intolerancia a la lactosa.</p>	<p>Es un ensayo aleatorizado cruzado.</p> <p>Cada participante realizó dos pruebas con separación de 5 días, consumiendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 700 mL de SM o SPD, divididos en 2 dosis (a 3 h y 1,5 h antes de la prueba).</li> <li>• Contrarreloj de 18,6 km en condiciones reales (Puerto de Farellones, Chile).</li> </ul> <p>Se midió: masa corporal, USG, color de orina, tiempo de prueba y consumo de agua ad libitum.</p>	<p>- No hubo diferencias significativas entre bebidas en: pérdida de masa corporal (<math>-2,1\%</math>), gravedad específica urinaria (USG), color de orina, consumo de agua durante la prueba ni en el tiempo total de la contrarreloj.</p> <p>- Ambos líquidos fueron bien tolerados; sin síntomas gastrointestinales reportados.</p>	<p>Se concluyó que La leche desnatada es igual de eficaz que una bebida isotónica para mantener la hidratación previa al ejercicio y, además, el uso de SM presentó una buena tolerancia gastrointestinal en los deportistas, no afecta negativamente al rendimiento ni provoca molestias digestivas. Se propone como alternativa válida para deportistas que prefieren otras opciones a las bebidas deportivas comerciales.</p>
-------------------------------------	---	---	--	--	--

<p>(Aragón-Vargas et al., 2024)</p>	<p>La finalidad de este estudio fue comparar la efectividad de la rehidratación y los síntomas gastrointestinales (GI) tras el ejercicio mediante el consumo de tres bebidas: agua (W), bebida deportiva (SD) y leche desnatada sin lactosa (SLM), en un volumen elevado, tras ejercicio moderado-intenso en calor.</p>	<p>Fueron seleccionados para el siguiente estudio 16 estudiantes universitarios físicamente activos, de los cuales 12 eran hombres y 4 eran mujeres, con una edad media: <math>22,9 \pm 2,5</math> años. Todos completaron las tres condiciones del estudio.</p>	<p>Se trata de un ensayo experimental cruzado y aleatorizado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 sesiones de ciclismo intermitente en ambiente caluroso (<math>32\text{ }^{\circ}\text{C}</math>, <math>70\%</math> HR), hasta pérdida del 2% de peso corporal.</li> <li>• Posteriormente, rehidratación con 150% del peso perdido, en 3 tomas cada 30 min, con W, SD o SLM.</li> <li>• Evaluación de: balance hídrico neto, diuresis, retención de líquidos y síntomas GI durante 3 h post-ingesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SLM retuvo más líquido (~69%) que agua (~40%) y más que SD (~56%, sin diferencia significativa).</li> <li>- Menor diuresis con SLM.</li> <li>- El balance hídrico neto fue significativamente mejor con SLM (-0,26 kg) comparado con agua (-0,67 kg).</li> <li>- No hubo diferencias significativas en síntomas GI entre bebidas; todos los valores fueron bajos.</li> </ul>	<p>En conjunto, los resultados de este estudio confirman que el SLM es más eficaz que el W y similar a una SD convencional para la rehidratación post-ejercicio: la diuresis resultante es menor y, por lo tanto, tanto la retención de líquidos como la NFB son mayores que la W, sin causar una mayor alteración del tracto gastrointestinal.</p>
-------------------------------------	---	--	---	---	---

<p>(Pařka et al., 2024)</p>	<p>Este estudio tuvo como finalidad explorar el efecto de tres estrategias de hidratación sobre los índices fisiológicos y la intensidad de trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bebida isotónica</li> <li>-Agua</li> <li>-Sin hidratación</li> </ul>	<p>En el estudio participaron 12 hombres sanos de <math>20,67 \pm 0,98</math> años con un nivel medio de capacidad aeróbica (de acuerdo con la Asociación Americana del Corazón).</p> <p>Los encuestados se dividieron aleatoriamente en 6 parejas. Durante el estudio, los participantes no utilizaron estimulantes, vitaminas u otros suplementos</p>	<p>La investigación se basó en tres series de pruebas, cada una separada por un intervalo de una semana. Durante las pruebas, los participantes se sometieron a una sesión de ciclismo de 120 minutos en una cámara de clima térmico (temperatura: <math>31 \pm 2</math> °C, humedad: <math>60 \pm 3\%</math>, movimiento del aire: <math>&lt;1</math> m/s). Las mediciones de la temperatura rectal (Tre) y la frecuencia cardíaca (FC), así como la evaluación de la percepción subjetiva de la carga de trabajo y el confort térmico, se realizaron tanto antes como durante el ejercicio. El cálculo del índice de deformación física (PSI) se basó en los valores de Tre y HR. Se administraron tres estrategias de hidratación (bebida isotónica, agua y no hidratación) antes, durante y después del ejercicio.</p>	<p>Independientemente de la estrategia de hidratación, la masa corporal media de los participantes disminuyó como resultado del ejercicio. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en la FC entre los grupos sin hidratación y con agua (<math>p &lt; 0,036</math>). Los valores medios de PSI variaron significativamente entre las estrategias de hidratación, siendo el grupo sin hidratación el que presentó un mayor PSI en comparación con los grupos de bebida isotónica o agua (<math>p &lt; 0,001</math>).</p>	<p>Los resultados del estudio permitieron formular las siguientes conclusiones:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Durante el ejercicio sostenido a temperaturas ambientales y humedad elevadas, el uso de hidratación con una bebida isotónica o agua mejoró significativamente los procesos termorreguladores en comparación con la ausencia de hidratación en los participantes masculinos.</li> <li>2. Las percepciones subjetivas de la carga de trabajo en condiciones experimentales no difirieron significativamente con el uso de las diferentes estrategias de hidratación. Sin embargo, la ingesta de bebidas isotónicas redujo el grado de malestar térmico en los hombres encuestados.</li> </ol>
-----------------------------	---	---	--	---	---

<p>(Ferreira et al., 2018)</p>	<p>El objetivo de este estudio radica en investigar si el enjuague bucal con carbohidratos (CMR) mejora el rendimiento físico de los ciclistas durante una prueba de contrarreloj de 30 km y su influencia en el equilibrio hídrico en comparación con otras estrategias de ingesta de líquidos.</p>	<p>Once ciclistas masculinos entrenados recreativamente completaron una carrera de 30 km en bicicleta contrarreloj bajo tres intervenciones experimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-CMR=Enjuague bucal con carbohidratos</li> <li>-DWL= beber para reemplazar toda pérdida de peso</li> <li>-DAL = beber "ad libitum".</li> </ul>	<p>Se evaluó el tiempo para completar la contrarreloj de 30 km, la frecuencia cardíaca, la potencia media, la velocidad, la pérdida de peso, el color de la orina, la densidad de la orina y el pH. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza de medidas repetidas (RM-ANOVA) y ecuaciones de estimación generalizada (GEE) con ajuste de Bonferroni (<math>p &lt; 0.05</math>).</p>	<p>Los resultados fueron: El tiempo para completar la contrarreloj de 30 km fue similar entre los CMR</p> <p>54,5 ± 2,9 min, DWL 53,6 ± 3,9 min y DAL 54,5 ± 2,5 min (<math>p = 0,13</math>). La CMR (1,7 ± 0,4%) provocó una pérdida de agua similar en comparación con la intervención DAL (1,4 ± 0,6%), pero fue mayor que la intervención DWL (0,6 ± 0,6%) (<math>p &lt; 0,01</math>).</p>	<p>En conclusión, la CMR no mejoró el rendimiento de los ciclistas entrenados recreativamente en las pruebas de contrarreloj de 30 km en comparación con otras estrategias de ingesta de líquidos recomendadas tradicionalmente. Sin embargo, la pérdida de agua en el CMR fue similar al DAL, pero mayor que el DWL, sugiere que el rendimiento físico de los ciclistas no se ve afectado cuando la pérdida de agua es menor &lt; 4% de peso en ejercicio corto de alta intensidad (&lt; 60 minutos), cuando se realiza a temperatura controlada y cuando los individuos estaban en estado de alimentación.</p>
--------------------------------	--	---	---	--	--

## **4. DISCUSIÓN**

El objetivo de esta revisión fue revisar la literatura más reciente para comprobar si realmente las estrategias de hidratación tienen algún impacto en el rendimiento y fisiología de los ciclistas el día de la competición en comparación con no llevar ninguna estrategia de hidratación, para explorar distintas intervenciones con distintas estrategias de hidratación, ya sea pre, durante o post competición, e intentar plantear un programa adecuado que reúna las estrategias y aspectos más importantes obtenidos en la revisión de estos estudios.

En este apartado se analizan y contrastan los resultados extraídos de los 7 artículos seleccionados, teniendo en cuenta condiciones, metodologías y resultados obtenidos.

### **4.1 Características de la muestra**

Para la muestra de esta revisión, se tuvo en cuenta a deportistas jóvenes, entrenados en resistencia o físicamente activos, predominantemente ciclistas o triatletas amateur o de nivel competitivo. La mayoría de los usuarios eran hombres, entre 20 y 30 años, sin embargo, en los estudios de (Perreault-Brière et al., 2019) y (Aragón-Vargas et al., 2024) se incluyeron también mujeres.

Los valores de VO<sub>2</sub>max oscilaban entre los 49 y 50 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, lo cual significa que los participantes tenían un nivel de condición física medio- alto. Se trató de muestras reducidas, unos 8 -16 participantes por estudio.

En todos los estudios, los participantes estaban sanos y no presentaban ninguna condición médica limitante, excepto en el estudio de Goulet et al. (2008), en el cual se informó que la mujer era amenorreica. Debido a que se ha demostrado, según De Souza (1990, citado en Goulet et al., 2008), que el estado menstrual no limita el rendimiento en deportistas, se decidió seguir con el sujeto femenino.

### **4.2 Rendimiento físico**

Preservar o mejorar el rendimiento físico durante el ejercicio es uno de los principales objetivos de las estrategias de hidratación en ciclismo. Se evaluó en los estudios revisados, mediante variables como el tiempo hasta el agotamiento, la potencia media, la distancia recorrida o el tiempo total en contrarreloj.

Goulet et al. (2008), observaron que, con una previa hiperhidratación de agua y glicerol, se mejoró la producción de potencia máxima y el tiempo hasta el agotamiento en un test prolongado en ciclismo, en comparación con una euhidratación.

Asimismo, Ferreira et al. (2018) encontraron que el rendimiento físico mejoraba cuando se aplicaban estrategias de hidratación, como el enjuague con carbohidratos, en una contrarreloj de 30 km. Además, la pérdida de agua en el CMR similar al DAL, pero mayor que el DWL, sugiere que el rendimiento físico de los ciclistas no se ve afectado cuando la pérdida de agua es menor del 4% de peso en ejercicio corto de alta intensidad (< 60 minutos), cuando se realiza a temperatura controlada y cuando los individuos estaban en estado de correcta alimentación.

Sin embargo, Perreault-Brière et al. (2019) no encontraron ninguna mejora en el rendimiento, medido como potencia media y distancia recorrida, al comparar 3 estrategias; según la sed, programada o ninguna. Se realizó una prueba de contrarreloj de 1 hora en ambiente caluroso. Esta aparente contradicción puede deberse a la menor duración de la prueba o por el hecho de que las pérdidas hídricas no alcanzaron niveles que comprometieran el rendimiento.

Los estudios en los que se utilizó leche desnatada, (Aragón-Vargas et al., 2024 y García-Berger et al., 2020), no resultaron diferentes en cuanto a la mejora del rendimiento en comparación con ninguna bebida deportiva. Además, no se reportaron dolencias gastrointestinales, lo cual nos indica que la leche desnatada es una buena estrategia tanto pre-ejercicio como post ejercicio, sin efectos negativos en el rendimiento.

### **4.3 Balance Hídrico y pérdida de masa corporal**

Una deshidratación >2% de la masa corporal perjudica el rendimiento de la resistencia al ejercicio según Sawka (2007, citado en Goulet et al., 2008), por lo que mantener un buen control hídrico es esencial durante el ciclismo para mantener un adecuado rendimiento y minimizar el estrés fisiológico de la deshidratación. La mayoría de los estudios analizados evaluaron la pérdida de masa corporal como indicador de deshidratación.

En el estudio de Goulet et al. (2008), demostraron que el uso de la hiperhidratación previa al ejercicio permitió a los sujetos comenzar el período de ejercicio con  $1450 \pm 70$  ml ( $21,7 \pm 2,10$  ml · kg de masa corporal<sup>-1</sup>) más líquido en comparación con la euhidratación previa al ejercicio, reflejando una mejor retención de líquidos a lo largo del esfuerzo prolongado. Así mismo, Aragón-Vargas et al. (2024) observaron que el uso de leche desnatada como método de rehidratación postejercicio permitió una mayor retención de líquidos (69%) en comparación con el agua (40%) y una bebida deportiva (56%), logrando un balance hídrico más favorable.

Otros estudios, como en el de García-Berger et al. (2020), no encontraron diferencias entre el uso de leche desnatada y una bebida deportiva en cuanto a pérdida de masa corporal en una contrarreloj, pero si mostraron ser una eficaz estrategia de hidratación pre-ejercicio, proporcionando una alternativa para aquellos atletas que prefieran esta bebida a la bebida deportiva convencional.

Perreault-Briere et al. (2019) identificaron que la condición sin hidratación, NFL, causó mayor pérdida de masa corporal (2,9%) que beber según la sed, TDFI, (2,2%) y programada, PFI (0,6%), aunque estas no ofrecen una ventaja significativa respecto a no hidratarse.

En entorno de calor elevado, Pałka et al. (2023) midieron 3 estrategias de hidratación; isotónica, hídrica y no hidratación, sobre los indicadores hematológicos, el volumen plasmático y los niveles de lactato en sangre. No midieron directamente el peso corporal, pero demostraron que las estrategias de hidratación mejoraban el control hídrico frente a la no hidratación, preservando mejor la expansión del volumen plasmático.

En los demás estudios, no se detalla expresamente la pérdida exacta de masa corporal, aunque todos concuerdan en que una buena estrategia de hidratación, que incluya hiperhidratación previa o bebidas con buena capacidad de retención, como la leche desnata, mejoran significativamente la pérdida de masa corporal y la recuperación postejercicio. Esto da a entender la importancia no solo del volumen, sino de la composición de la bebida y el momento de ingerir esta para optimizar el estado hídrico del ciclista.

### **4.4 Frecuencia cardiaca y esfuerzo fisiológico**

La medición de la Frecuencia cardiaca (FC) cumple un papel importante en la valoración de la respuesta fisiológica al ejercicio y estrés cardiovascular. En los estudios revisados varios autores incluyeron el seguimiento de la FC como variable relacionada con el estado de hidratación.

En la investigación de Goulet et al. (2008), se demostró durante el periodo previo al ejercicio, que ambas estrategias, tanto hiperhidratación como euhidratación disminuyeron la FC significativamente del minuto 0 al minuto 80. Durante la segunda hora del test realizado a los ciclistas, se observó que el grupo hiperhidratado presentaba una FC menor en comparación con

el grupo euhidratado. Este resultado nos da a entender, que el estado hídrico influye directamente en la estabilidad cardiovascular.

Pałka et al. (2023), descubrieron en su estudio que en el minuto 80 de la primera prueba, la FC fue significativamente mayor sin hidratación en comparación con la hidratación de bebida isotónica ( $p = 0,024$ ) y agua ( $p = 0,021$ ). En la segunda prueba, la mayor FC se observó con la bebida isotónica y fue significativamente mayor que con el agua ( $p = 0,012$ ), pero no se diferenció de la ausencia de hidratación ( $p = 0,714$ ). Se observó una FC significativamente mayor sin hidratación en comparación con el agua ( $p = 0,039$ ). En la última prueba, los valores fueron similares y no significativamente diferentes.

Se pudo concluir que tanto las estrategias de hidratación con agua como con bebida isotónica dieron como resultado valores de FC más bajos en comparación con la ausencia de hidratación, con una diferencia estadísticamente significativa en la HR observada entre el agua y la no hidratación a los 115 min del ejercicio. Esto sugiere que el cuerpo puede no haber sido capaz de hacer frente al aumento del estrés térmico y la deshidratación en esta etapa del ejercicio

Pałka et al. (2023), afirman que el menor nivel de FC se deba a la reposición de los déficits de líquidos, más que en la composición de la bebida hidratante.

Tanto en los estudios de Perreault-Briere et al. (2019) como en el de Ferreira et al. (2018) no encontraron diferencias significativas en las diferentes estrategias de hidratación. No obstante Ferreira et al. (2018) sí señalaron que una buena estrategia de hidratación durante la prueba ayudó a mantener constantes los valores fisiológicos y de rendimiento.

En conjunto, los estudios muestran que una correcta estrategia de hidratación contribuye a reducir el estrés cardiovascular durante la prueba, reduciendo así la FC durante esta, especialmente en entornos calurosos. Los efectos sobre la FC dependen del tipo de bebida, la duración del esfuerzo y el grado de deshidratación alcanzado.

#### **4.5 Percepción subjetiva del esfuerzo, sed y molestias**

Además de los parámetros fisiológicos, la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), la sed y molestias gastrointestinales son un factor relevante para entender como las estrategias de hidratación afectan al bienestar y rendimiento del ciclista. La escala RPE responde a factores psicofisiológicos, y se han establecido relaciones entre el valor de RPE a distintas intensidades de ejercicio, por una parte, y la frecuencia cardiaca y la concentración de lactato sanguíneo por otra, según Borg y col (1987, citado en Mujika et al., 2006)

En la investigación de Perreault-Briere et al. (2019), ni la hidratación programada (PFI) ni la hidratación según sed (TDFI) ofrecieron ventajas significativas sobre no hidratarse (NFI), ya que no observaron diferencias en el esfuerzo percibido ni en la estrategia de hidratación programada ni en la que bebían según la sed, comparado con no hidratarse. Sin embargo, si encontraron que los deportistas que no bebieron líquidos reportaron una mayor sensación de sed. De este estudio se puede concluir que en una contrarreloj de 1 hora la sed puede incrementarse sin afectar de manera directa la percepción global de la fatiga.

Por su parte, Goulet et al. (2008), concluyó que, aunque la hiperhidratación pre-ejercicio redujo la sensación de sed y no se reportaron molestias, no se encontraron diferencias significativas en la percepción subjetiva del esfuerzo entre las condiciones.

En el estudio de Ferreira et al. (2018), al medir la percepción subjetiva del esfuerzo no encontraron diferencias significativas entre las distintas estrategias de hidratación analizadas durante la contrarreloj de 30 km.

En cuanto a las molestias gastrointestinales, que pueden causar efectos negativos sobre el rendimiento y la percepción global del esfuerzo, los estudios que midieron esta condición y en los que se incluyen bebidas diferentes de agua, como la leche desnatada o bebidas isotónicas (García-Berger et al., 2020; Aragón-Vargas et al., 2024), concluyen que no existe diferencia significativa en síntomas gastrointestinales en ambas bebidas en comparación con el agua. La tolerancia y la digestión a la leche desnatada fue óptima incluso después de realizar el ejercicio, lo que nos indica ser una buena sustitución frente al agua para aquellos deportistas que prefieran esta bebida.

#### **4.6 Influencia del entorno: duración del esfuerzo y temperatura ambiental**

Otro factor importante a tener en cuenta es la temperatura ambiental y la duración del esfuerzo, sobre todo cuando se realiza en entornos húmedos, puede ser limitante sobre el rendimiento del ciclista.

Por ejemplo, en la investigación de Goulet et al. (2008), en la cual se realizó una prueba de 2 horas en un ambiente de 22-23 °C, la hiperhidratación previa retrasó la deshidratación.

En cambio, Perreault-Brière et al. (2019), la prueba contrarreloj de 1 hora fue en un ambiente caluroso de 30°C, y no encontraron diferencias significativas entre las distintas estrategias de hidratación. Lo que indica, que, aunque la temperatura fuese elevada, al ser un esfuerzo de duración relativamente corto, la deshidratación no se llegó a alcanzar.

De forma opuesta, en el estudio de Pařka et al. (2023), que también se realizó en un entorno caluroso, de 31°C, pero la prueba duraba 120 minutos, y sí se encontraron diferencias según la estrategia de hidratación en parámetros hematológicos y volumen plasmático. Lo cual da a entender que cuando se realiza un esfuerzo de duración prolongado junto con unas condiciones ambientales exigentes, la elección de la bebida influye en el estado y rendimiento del deportista.

En las investigaciones que valoraron tácticas de hidratación antes o después del ejercicio, como García-Berger et al. (2020) y Aragón-Vargas et al. (2024), los estudios se llevaron a cabo en situaciones reales o en laboratorio sin calor extremo, y no se reportaron variaciones notables en el rendimiento ni en la tolerancia digestiva. Esto permite entender que, en entornos controlados y esfuerzos moderados, las diversas estrategias pueden ser igualmente eficaces.

#### **4.7 Limitaciones encontradas en esta revisión**

Aunque se ha aplicado un rigor metodológico en esta revisión sistemática, se deben destacar varias limitaciones que podrían haber afectado la interpretación y la generalización de los resultados obtenidos.

En primer lugar, la heterogeneidad de los estudios seleccionados constituye una de las principales limitaciones. Las investigaciones seleccionadas difieren en varios aspectos, como la duración de los protocolos de ejercicio, los tipos de bebida consumidos y las condiciones ambientales. Además de que muchos estudios han sido llevados a cabo en entornos controlados o de laboratorio, lo que no replica exactamente las condiciones reales de una competición

En segundo lugar, algunas investigaciones utilizaban tamaños de muestras pequeños, lo que podría haber restringido la potencia estadística de los análisis y, por ende, la habilidad para identificar efectos relevantes. Esto también limita la extrapolación de los hallazgos a grupos más extensos.

Por otro lado, se establecieron criterios de elegibilidad que restringieron la revisión a estudios publicados en inglés, lo que pudo haber excluido literatura relevante publicada en otros idiomas. Del mismo modo, la mayoría de las investigaciones se realizaron en países desarrollados, lo que limita la extrapolación a contextos socioculturales diferentes.

Además, debe tener en cuenta el potencial impacto del sesgo en la publicación, dado que es más factible que se publiquen investigaciones con resultados estadísticamente relevantes. Esto podría restringir la disponibilidad de estudios con resultados negativos o nulos.

## **5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

La propuesta de intervención se llevará a cabo dando una serie de recomendaciones prácticas sobre cómo afecta la hidratación en la mujer ciclista y el impacto del ciclo menstrual. La mujer presenta una serie de condiciones específicas que deben tenerse en cuenta especialmente durante la fase menstrual, como la termorregulación, la pérdida de líquidos y la percepción del esfuerzo. En la fase lútea, De Souza et al. (1990), pudieron observar que se producía un aumento de la temperatura corporal y de la susceptibilidad a la deshidratación, todo ello producido por cambios hormonales.

Aún presentando estas diferencias fisiológicas, la mayor parte de estudios que abordan este tema de hidratación se han centrado en hombres. Por ejemplo, en esta revisión solo en 1 de ellos se ha incluido una mujer en su muestra. Esto, supone una limitación a la hora de extrapolar recomendaciones y estrategias de hidratación generales al contexto de la mujer.

Por todo ello, la propuesta de intervención irá dirigida a optimizar la hidratación en la mujer ciclista, teniendo en cuenta las fases del ciclo menstrual, buscando mantener un correcto equilibrio hídrico, mantener y mejorar el rendimiento en competición y reducir el riesgo de fatiga y posibles molestias gastrointestinales, especialmente en ambientes calurosos y de esfuerzo prolongado.

A continuación, se tratarán diferentes apartados para abordar las variables más importantes para establecer un control en la programación de las estrategias de hidratación, tanto en precompetición, como durante y post competición en la mujer ciclista, considerando el impacto del ciclo menstrual.

### **5.1 Ciclo Menstrual**

El ciclo sexual o genital femenino consiste en una serie de cambios morfofuncionales que ocurren de manera periódica en los órganos genitales femeninos, en especial en el ovario y el útero, por lo que se conoce como ciclo ovárico y ciclo uterino o menstrual. (Aguilar Macías, Miranda, & Quintana Díaz, 2017)

El inicio del ciclo menstrual se define como el primer día de la menstruación y el fin del ciclo es el día anterior al inicio de la siguiente menstruación. (Zanin, Paez, Correa, & De Bortoli, 2011) El ciclo menstrual puede dividirse en dos fases: la fase folicular o proliferativa, y la fase lútea o secretora. La duración de un ciclo menstrual es el número de días transcurridos entre el primer día de sangrado menstrual de un ciclo y el inicio de la menstruación del ciclo siguiente. La duración media de un ciclo menstrual es de 28 días, y la mayoría de las duraciones de los ciclos oscilan entre 25 y 30 días. (Treloar et al., 1967; Vollman, 1977, citados en Reed & Carr, 2018)

No hay duda, que los cambios periódicos relacionados con el ciclo menstrual dejan huella en el estado funcional de las deportistas y, particularmente, en la capacidad de trabajo. Varias investigaciones confirman el hecho que el desempeño deportivo de las mujeres varía en las distintas fases del ciclo menstrual (Cockerill *et al.* 1994; Shajlina, 2001; Vrublevskiy, 2005; Casares, 2006; Gaion & Vieira, 2010; Zajarieva, 2010; Konovalova & Rivera, 2012 y muchos otros, citado en Konovalova.,2013)

Según Bonen A y Keizer HA (1984, citado en Aguilar Macías, Miranda, & Quintana Díaz., 2017) para que una menstruación sea considerada como normal, tiene que tener una vía de salida sin obstrucción, un endometrio preparado por los estrógenos, ovarios que puedan responder a la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), lo que da

como resultado la ovulación y la secreción de FSH y LH bajo la estimulación de la hormona gonadotropina (GnRH), que es indispensable para asegurar desarrollo de un folículo dominante cada mes.

**Tabla 2**

*Fases del ciclo menstrual y sus características*

<b>Fase</b>	<b>Duración</b>	<b>Hormonas predominantes</b>	<b>Cambios principales</b>
Folicular	10-20 días	FSH, estrógenos	Maduración del folículo, crecimiento endometrial y ovulación.
Lútea	9-17 días	Progesterona, estrógenos	Se forma el cuerpo lúteo, se prepara el endometrio para la implantación y finalmente caída hormonal si no hay embarazo.

La tabla expuesta anteriormente resume las 2 fases principales del ciclo menstrual, que se distinguen principalmente por la duración, las hormonas implicadas y los cambios que se producen en la mujer.

La primera fase del ciclo menstrual, llamada fase folicular, tiene una duración de entre 10 y 20 días, mientras que la lútea, entre 9-17 días, con mayor varianza interindividual en la fase folicular (Baker et al., 2020). En la fase folicular, los niveles de estrógenos aumentan progresivamente, favoreciendo el desarrollo folicular y preparando al endometrio para una posible implantación (Janse de Jonge et al., 2012).

Durante la fase lútea, el folículo que liberó el óvulo se transforma en el cuerpo lúteo, el cual produce progesterona y estrógenos. (Reed & Carr, 2018) La hormona predominante es la progesterona, la cual produce la liberación de LH, la hormona luteinizante (Baker et al., 2020). Además, la función principal de la progesterona es preparar el endometrio para la implantación de un embrión, haciéndolo más grueso y rico en nutrientes. Si no ocurre fecundación, el cuerpo lúteo degenera, los niveles hormonales caen y se desencadena la menstruación. (Reed & Carr, 2018)

Es de especial importancia entender el papel que desempeñan las hormonas en el cuerpo de la mujer y saber qué cambios produce en ella. El estudio de Stachenfeld y Taylor (2009, citado en Rodríguez-Giustiniani & Galloway., 2022) reveló que se retenía más líquido y se perdía más sodio cuando tanto el estradiol como la progesterona estaban elevados. Los autores sugirieron que cuando el estrógeno y la progesterona estaban elevados (por ejemplo, en la fase lútea del ciclo menstrual), la monitorización del equilibrio de líquidos y electrolitos en los deportes de resistencia de larga duración es de particular importancia, especialmente en las mujeres susceptibles a la hiponatremia sintomática.

En la fase lútea, la progesterona eleva la temperatura corporal y modula la retención de sodio y líquidos, mientras que el estrógeno en la fase folicular favorece la vasodilatación y la disipación de

calor (Baker et al., 2020). Estos cambios pueden afectar a la percepción del esfuerzo, hidratación y pérdida de sudor en las atletas.

Se ha concluido que el estrógeno y la progesterona pueden tener influencias importantes que pueden alterar las respuestas termorreguladoras individuales en varios puntos del ciclo menstrual, según Charkoudian y Stachenfeld, (2014, citado en Rodríguez-Giustiniani & Galloway., 2022)

Otros autores como De Souza et al. (1990), en sus investigaciones concluyeron que no existía cambios en el volumen plasmático entre las fases del ciclo menstrual durante el ejercicio.

## **5.2 Recomendaciones de Hidratación el día de la competición en ciclismo**

En la investigación de Dos Santos et al. (2013), descubrieron que en mujeres eumenorreicas, las fluctuaciones hormonales entre las fases folicular y lútea no afectan significativamente los marcadores hematológicos vinculados a la hidratación, como la hemoglobina y el hematocrito.

En el estudio de Yasuda, Kawal, Hara, Iide y Matsamura (2013, citado en Rodríguez-Giustiniani & Galloway., 2022) evaluaron los efectos de la fase del ciclo menstrual en el estado de hidratación a 9 jugadoras de baloncesto eumenorreicas. Encontraron que el estado de hidratación en la fase folicular media era similar al de la fase lútea media.

Esto, sugiere que la rehidratación después del ejercicio no se ve directamente afectada por las fluctuaciones hormonales del ciclo menstrual. (Rodríguez-Giustiniani et al., 2022)

El estudio de Baker (2021), sobre la hidratación en mujeres físicamente activas, descubrió que, a pesar de que las hormonas sexuales modifican algunas características de la termorregulación y el control de los fluidos corporales, la etapa del ciclo menstrual o el sexo en sí parecen tener un impacto mínimo en el equilibrio hídrico o en los efectos fisiológicos y de rendimiento de la hipohidratación.

Baker (2021), concluyó que las estrategias de hidratación deben adaptarse a cada atleta individualmente en función de sus pérdidas de sudor y las condiciones ambientales y de ejercicio, con el fin de prevenir desequilibrios hidroelectrolitos, en vez de seguir una estrategia de hidratación según la fase del ciclo menstrual.

Al haberse revisado esta literatura se ha podido comprender que no es necesario prescribir una estrategia de hidratación diferente durante la competición para una mujer dependiendo de si está en fase folicular o lútea, siempre que se trate de mujeres con ciclos menstruales normales.

A continuación, se expondrán recomendaciones de cómo sería una correcta estrategia de hidratación el día de la competición en ciclismo, tanto precompetición, como durante y post.

### **5.2.1 Recomendaciones de Hidratación Precompetición**

Antes de comenzar cualquier competición de ciclismo, es imprescindible asegurarse de que se comienza la prueba correctamente hidratados, evitando así que se produzca la deshidratación.

La National Athletic Trainers Association y en el Consenso de la Federación Española de Medicina Deportiva del 2008 recomiendan beber 500 mL de fluidos 2 horas antes del ejercicio. Dicha práctica debería optimizar el estatus de hidratación permitiendo que cualquier exceso de

fluido fuera excretado a través de la orina antes del comienzo del ejercicio (Palacios et al., 2008, como se cita en Urdampilleta et al., 2013)

Recomendaciones:

- Ingerir entre 5 y 7 ml/kg de peso corporal de agua o bebida deportiva con 0,5-0,7 g Na/L, unas 2-3 horas antes de la competición, basándonos en las recomendaciones que Sawka et al. (2007) nos expone.
- Que en la composición de la bebida, al menos 4-6% sea azúcar.
- El objetivo es comenzar la prueba bien hidratada, con orina de color amarillo claro (Sawka et al., 2007; Baker et al., 2020).
- Priorizar bebidas frías y con electrolitos para favorecer la retención de líquidos y ayudar a la termorregulación (Baker et al., 2020)
- Si la prueba se realiza en un entorno caluroso, (Sawka et al., 2007), además, sería recomendable añadir una carga extra de sodio de entre 0,3-0,5 g de sal.

Además de estas recomendaciones de hidratación, como hemos visto en esta revisión, también podría utilizarse como bebida alternativa la leche desnatada, según nos indican García-Berger et al. (2020), ya que puede ser una buena idea para aquellos deportistas que prefieran esta bebida, ya que no supone ninguna molestia gastrointestinal durante el ejercicio y es igual de eficaz que una bebida deportiva.

### **5.2.2 Recomendaciones de Hidratación durante la competición**

En función del deportista, especialidad y nivel deportivos, la recomendación básica debería ser conseguir un estado de rehidratación continuo siempre y cuando este sea compatible con la propia sensación de llenado y los ritmos durante la competición (Maughan y Shirreffs, 2010, citado en Urdampilleta et al., 2013)

Recomendaciones:

- Ingerir cada 15-20 minutos 150-200 ml bebida isotónica que contenga al menos 7-8% de combinación de azúcares como glucosa, sacarosa, maltodextrina y fructosa.
- Asegurar la toma de entre 0,5-0,7g de Na/L en la bebida
- Si es un día muy caluroso, aumentar la dosis en 0,7-1g de Na/L
- Mantener la bebida entre los 10-20°C puede favorecer en su apetencia y el vaciado gástrico. Añadir hielo al líquido puede ser una buena técnica.

En estas recomendaciones se han seguido las guías expuestas en la investigación de Urdampilleta et al. (2013)

### **5.2.3 Recomendaciones de Hidratación post competición**

**Cantidad de líquido a reponer:**

Evans et al. (2009), concluyeron que, durante un periodo de ejercicio de 1 hora, se requiere una reposición hídrica de entre el 150-200% del peso corporal perdido durante la prueba, con el fin de cubrir las pérdidas del sudor y orina. Además, sugirieron que las soluciones hipotónicas con concentraciones de sodio moderadamente altas son la opción más efectiva cuando se trata de líquidos rápidos y completos.

Casa et al. (2000), también respaldan esta información, apoyando que sería necesario consumir aproximadamente el 150% del peso perdido para una óptima rehidratación y diuresis 6 horas después del ejercicio.

### **Composición de la bebida:**

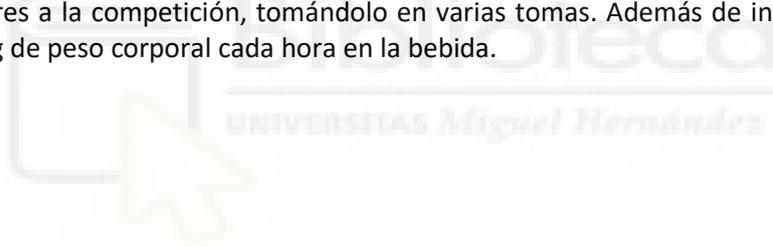
Ambos estudios, el de Evans et al. (2009) y Casa et al. (2000), están de acuerdo en la importancia del papel del sodio en las bebidas de rehidratación, para favorecer la retención de líquidos y evitar la hiponatremia.

Casa et al. (2000), sugieren que la concentración de sodio en la bebida debería estar aproximadamente entre 0,3-0,7 g/L con el fin de mejorar la palatabilidad y retención, estimular la sed y prevenir la hiponatremia.

Mientras que Palacios (2008, citado en Urdampilleta, Martínez-Sanz, Julia-Sanchez, & Álvarez-Herms, 2013), recomienda añadir una cantidad de sodio de entre 1-1.5 g/L a la bebida rehidratante. Además, se recomienda tomar entre 1-1,2 g de azúcares por kg de peso corporal cada hora en las siguientes 6 horas mediante bebidas recuperadoras, que además de contener azúcares que tengan una combinación de HC/proteínas de rápida absorción (proteína de suero) de 3-4/1 más AAR, según Urdampilleta (2012, citado en Urdampilleta et al., 2013)

Se pueden tener en cuenta como bebida para rehidratación, otro tipo de bebidas, como refrescos o zumos, evitando una alta gasificación con el fin de minimizar molestias digestivas. Muchas de ellas pueden cumplir con las recomendaciones generales para las bebidas de reposición, pero apenas ninguna llegará a las cantidades óptimas de sodio, siendo este un mineral esencial para la correcta reposición de líquidos (Maughan et al, 2009, citado en Urdampilleta et al., 2013)

➤ Ejemplo de una ciclista la cual pierde en una competición 1 kg de peso corporal, sería necesario ingerir 1,5-2 L de bebida con entre 0,5-1 g/L de sodio durante las primeras 4-6 horas posteriores a la competición, tomándolo en varias tomas. Además de incluir 1-1,2 g de azúcares por kg de peso corporal cada hora en la bebida.



## 6. REFERENCIAS

De Souza, M. J., Maguire, M. S., Rubin, K. R., & Maresh, C. M. (1990). *Effects of menstrual phase and amenorrhea on exercise performance in runners*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22(5), 575–580. <https://doi.org/10.1249/00005768-199010000-00006>

Aguilar Macías, A. S., Miranda, M. D. L. Á., & Quintana Díaz, A. (2017). La mujer, el ciclo menstrual y la actividad física. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 21(2), 294-307.

Konovalova, E. (2013). El ciclo menstrual y el entrenamiento deportivo: una mirada al problema. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 16(2), 293-302.

Zanin, L., Paez, A., Correa, C., & De Bortoli, M. (2011). Ciclo menstrual: sintomatología y regularidad del estilo de vida diario. *Fundamentos en humanidades*, 12(24), 103-123.

Janse DE Jonge, X. A., Thompson, M. W., Chuter, V. H., Silk, L. N., & Thom, J. M. (2012). Exercise performance over the menstrual cycle in temperate and hot, humid conditions. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(11), 2190–2198. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182656f13>

Baker, F. C., Sibozza, F., & Fuller, A. (2020). Temperature regulation in women: Effects of the menstrual cycle. *Temperature (Austin, Tex.)*, 7(3), 226–262. <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1735927>

Reed, B. G., & Carr, B. R. (2018). The Normal Menstrual Cycle and the Control of Ovulation. In K. R. Feingold (Eds.) et. al., *Endotext*. MDText.com, Inc.

Rodriguez-Giustiniani, P., Rodriguez-Sanchez, N., & Galloway, S. D. R. (2022). Fluid and electrolyte balance considerations for female athletes. *European journal of sport science*, 22(5), 697–708. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1939428>

American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>

Evans, G. H., Shirreffs, S. M., & Maughan, R. J. (2009). Postexercise rehydration in man: the effects of osmolality and carbohydrate content of ingested drinks. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 25(9), 905–913. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2008.12.014>

Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., Julia-Sanchez, S., & Álvarez-Herms, J. (2013). PROTOCOLO DE HIDRATACIÓN ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA. *Motricidad*, 31, 57-76.

Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S., Roberts, W. O., & Stone, J. A. (2000). National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. *Journal of athletic training*, 35(2), 212–224.

Baker, L. B. (2023). Hydration in physically active women. *GSSI Sports Science Exchange*, 1–12. <https://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/hydration-in-physically-active-women>

Gutierrez, M. (1995). Biomecánica y ciclismo. *European Journal of Human Movement*, (1), 77-94.

Périard, J. D., Wilson, M. G., Tebeck, S. T., Stanley, J., & Girard, O. (2025). Health status and heat preparation at a UCI World Tour multistage cycling race. *Journal of science and medicine in sport*, 28(1), 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2024.08.206>

Holland, J. J., Skinner, T. L., Irwin, C. G., Leveritt, M. D., & Goulet, E. D. B. (2017). The Influence of Drinking Fluid on Endurance Cycling Performance: A Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(11), 2269–2284. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0739-6>

Bardis, C. N., Kavouras, S. A., Kosti, L., Markousi, M., & Sidossis, L. S. (2013). Mild hypohydration decreases cycling performance in the heat. *Medicine and science in sports and exercise*, 45(9), 1782–1789. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828e1e77>

Jardine, W. T., Aisbett, B., Kelly, M. K., Burke, L. M., Ross, M. L., Condo, D., Périard, J. D., & Carr, A. J. (2023). The Effect of Pre-Exercise Hyperhydration on Exercise Performance, Physiological Outcomes and Gastrointestinal Symptoms: A Systematic Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 53(11), 2111–2134. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01885-2>

Kitson, O., Rutherford-Markwick, K., Foskett, A., Lee, J. K. W., Diako, C., Wong, M., & Ali, A. (2021). Sensory Perception of an Oral Rehydration Solution during Exercise in the Heat. *Nutrients*, 13(10), 3313. <https://doi.org/10.3390/nu13103313>

Goulet, E. D., Rousseau, S. F., Lamboley, C. R., Plante, G. E., & Dionne, I. J. (2008). Pre-exercise hyperhydration delays dehydration and improves endurance capacity during 2 h of cycling in a temperate climate. *Journal of physiological anthropology*, 27(5), 263–271. <https://doi.org/10.2114/jpa2.27.263>

Pałka, T., Koteja, P. M., Tota, Ł., Rydzik, Ł., Kopańska, M., Kaczorowska, I., Javdaneh, N., Mikulakova, W., Wolski, H., & Ambroży, T. (2023). The Influence of Various Hydration Strategies (Isotonic, Water, and No Hydration) on Hematological Indices, Plasma Volume, and Lactate Concentration in Young Men during Prolonged Cycling in Elevated Ambient Temperatures. *Biology*, 12(5), 687. <https://doi.org/10.3390/biology12050687>

Perreault-Briere, M., Beliveau, J., Jeker, D., Deshayes, T. A., Duran, A., & Goulet, E. D. B. (2019). Effect of Thirst-Driven Fluid Intake on 1 H Cycling Time-Trial Performance in Trained Endurance Athletes. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(10), 223. <https://doi.org/10.3390/sports7100223>

García-Berger, D., Mackay, K., Monsalves-Alvarez, M., Jorquera, C., Ramirez-Campillo, R., Zbinden-Foncea, H., & Castro-Sepulveda, M. (2020). Effects of skim milk and isotonic drink consumption before exercise on fluid homeostasis and time-trial performance in cyclists: a randomized cross-over study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00346-9>

Aragón-Vargas, L. F., Garzón-Mosquera, J. C., & Montoya-Arroyo, J. A. (2024). Skimmed, Lactose-Free Milk Ingestion Postexercise: Rehydration Effectiveness and Gastrointestinal Disturbances Versus Water and a Sports Drink in Physically Active People. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 34(5), 258–266. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2023-0253>

Pałka, T., Rydzik, Ł., Koteja, P. M., Piotrowska, A., Bagińska, M., Ambroży, T., Angelova-Igova, B., Javdaneh, N., Wiecha, S., Filip-Stachnik, A., & Tota, Ł. (2024). Effect of Various Hydration Strategies on Work Intensity and Selected Physiological Indices in Young Male Athletes during Prolonged Physical Exercise at High Ambient Temperatures. *Journal of clinical medicine*, 13(4), 982. <https://doi.org/10.3390/jcm13040982>

Ferreira, A. M. J., Farias-Junior, L. F., Mota, T. A. A., Elsangedy, H. M., Marcadenti, A., Lemos, T. M. A. M., Okano, A. H., & Fayh, A. P. T. (2018). Carbohydrate Mouth Rinse and Hydration Strategies on Cycling Performance in 30 Km Time Trial: A Randomized, Crossover, Controlled Trial. *Journal of sports science & medicine*, 17(2), 181–187.