



DOI: <https://doi.org/10.70208/3007.8245.v6.n1.334>

## *Deshidratación como factor de riesgo de lesiones en atletas de resistencia: una revisión sistemática sin metaanálisis*

Alfredo Anniel Coca Marce

[tunutriologo4@hotmail.com](mailto:tunutriologo4@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-6027-6719>

Universidad del Futbol  
y Ciencias del Deporte  
México

Isaac Martin Zuñiga Villanueva

[izackvilla@outlook.com](mailto:izackvilla@outlook.com)

<https://orcid.org/0009-0009-2291-4130>

Universidad del Futbol  
y Ciencias del Deporte  
México

Daniel Patiño Contreras

[danielpatcont@outlook.com](mailto:danielpatcont@outlook.com)

<https://orcid.org/0000-0003-3708-778X>

Universidad UNIVA león  
México

José Ricardo Medrano Martínez

[Richar9408@gmail.com](mailto:Richar9408@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0002-8901-4208>

Universidad del Futbol y Ciencias del Deporte

Antonio Eugenio Rivera Cisneros

[Antonio.rivera.academico@gmail.com](mailto:Antonio.rivera.academico@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-1448-5024>

Universidad del Futbol y Ciencias del Deporte, Campus León  
México

### RESUMEN

Objetivo: Sintetizar evidencia reciente (2020-2025) sobre la asociación entre deshidratación y riesgo de lesiones musculoesqueléticas en atletas de resistencia. Métodos: Revisión sistemática PRISMA 2020 en PubMed, Google Scholar, SciELO y Cochrane Library (2020-2025). Se incluyeron estudios originales en español/inglés sobre deshidratación en atletas de resistencia con evaluación de lesiones. De 15 653 registros, 19 cumplieron criterios y se analizaron cualitativamente. Debido a la heterogeneidad metodológica y clínica de los estudios incluidos, no fue posible realizar un metaanálisis, por lo que se optó por una síntesis cualitativa de la evidencia. Resultados: La deshidratación presenta una relación dosis-respuesta clara con el riesgo de lesión, con un umbral crítico en el 2 % de pérdida de masa corporal donde el riesgo aumenta significativamente (40-55 %). Las lesiones por sobreuso del tren inferior fueron las más asociadas (tendinopatía aquilea: 67 %; síndrome de estrés tibial medial: 50 %). Los mecanismos incluyen alteración neuromuscular (78 %), mayor fatiga periférica (72 %) y menor estabilidad articular (61 %). Los corredores mostraron mayor prevalencia (85 %) que los ciclistas (55 %). Factores ambientales exacerbaron el riesgo. Conclusión: La deshidratación es un factor de riesgo relevante para lesiones en atletas de resistencia, especialmente más allá del 2 % de pérdida de masa corporal. El monitoreo sistemático de la hidratación y estrategias preventivas por debajo de este umbral son esenciales para la seguridad y prevención de lesiones.

**Palabras clave:** deshidratación, riesgo de lesiones, atletas de resistencia, lesiones musculoesqueléticas, monitoreo de hidratación



## *Dehydration as an injury risk in endurance athletes. Systematic review*

### ABSTRACT

**Objective:** To synthesize recent evidence (2020-2025) on the association between dehydration and musculoskeletal injury risk in endurance athletes. **Methods:** PRISMA 2020 systematic review in PubMed, Google Scholar, SciELO, and Cochrane Library (2020-2025). Original Spanish/English studies on dehydration in endurance athletes with injury assessment were included. Out of 15,653 records, 19 met criteria and were analyzed qualitatively. **Results:** Dehydration shows a clear dose-response relationship with injury risk, with a critical threshold at 2 % body mass loss where risk increases significantly (40-55 %). Lower-extremity overuse injuries were most frequently associated (Achilles tendinopathy: 67 %; medial tibial stress syndrome: 50 %). Proposed mechanisms include impaired neuromuscular function (78 %), increased peripheral fatigue (72 %), and reduced joint stability (61 %). Runners showed higher injury prevalence (85 %) than cyclists (55 %). Environmental factors exacerbated risk. **Conclusion:** Dehydration is a significant risk factor for musculoskeletal injuries in endurance athletes, particularly beyond the 2 % body-mass-loss threshold. Systematic hydration monitoring and preventive strategies below this threshold are essential for injury prevention and athlete safety.

**Keywords:** dehydration, injury risk, endurance athletes, musculoskeletal injuries, hydration monitoring



## INTRODUCCIÓN

La deshidratación deportiva, definida como el estado de pérdida de agua y electrolitos ocasionado por el ejercicio físico intenso cuando estas pérdidas no se reponen adecuadamente, genera alteraciones fisiológicas que comprometen significativamente el rendimiento y la salud del atleta (American College of Sports Medicine, 2007). En el contexto de los deportes de resistencia, donde la duración e intensidad del esfuerzo son extremas, el riesgo de deshidratación adquiere especial relevancia. La evidencia establece que pérdidas superiores al 2% del peso corporal afectan negativamente las funciones musculares y cognitivas, aumentan la percepción del esfuerzo y se asocian con reducción del  $\text{VO}_2\text{máx}$ , alteraciones en el flujo sanguíneo muscular e incremento de la fatiga central (Armstrong, 2021; Sawka et al., 2007).

Los deportistas de ultra resistencia rara vez logran cubrir sus necesidades de líquidos durante el ejercicio prolongado (Rehrer, 2001), lo que puede llevar a déficits hídricos extremos de hasta el 11-18% del peso corporal en condiciones como Ironman o actividades en ambientes desérticos (Armstrong, 2021). Estas pérdidas no solo deterioran el rendimiento, sino que también representan un riesgo grave para la salud, como lo demuestran casos documentados de deshidratación severa complicada con rabdomiólisis y golpe de calor en atletas de resistencia (Grundstein et al., 2018)

Aunque la literatura actual describe ampliamente los efectos de la deshidratación sobre parámetros fisiológicos y de rendimiento, existe una brecha de conocimiento en cuanto a su relación directa con la incidencia de lesiones musculoesqueléticas en atletas de resistencia. Las lesiones del tren inferior — como tendinopatía aquilea, síndrome de estrés tibial medial, dolor patelofemoral, fascitis plantar y esguinces de tobillo— presentan alta prevalencia en esta población (Kakouris et al., 2021), y evidencia emergente sugiere que la deshidratación podría incrementar indirectamente su riesgo mediante mecanismos como fatiga neuromuscular acelerada, reducción de la estabilidad articular y aumento del estrés oxidativo (King & Baker, 2020; Steinbacher & Eckl, 2015).

Por lo tanto, esta revisión sistemática analiza la literatura científica reciente (2020-2025) para evaluar la evidencia disponible sobre la asociación entre deshidratación y riesgo de lesiones



musculoesqueléticas en atletas de resistencia, con el objetivo de proporcionar bases científicas para el desarrollo de estrategias preventivas y de manejo en esta población deportiva.

## **METODOLOGÍA**

Se realizó una revisión sistemática de literatura conforme a los lineamientos de la guía PRISMA 2020, con el objetivo de analizar la relación entre la deshidratación y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en atletas de resistencia.

Fuentes de información Se consultaron las bases de datos PubMed, Google Scholar, SciELO y Cochrane Library, seleccionadas por su relevancia y accesibilidad para estudios en ciencias de la salud y del deporte. La búsqueda se realizó el La búsqueda se realizó durante los meses de septiembre y octubre de 2025.

Estrategia de búsqueda: Se utilizaron términos MeSH y palabras clave en inglés y español, combinados mediante operadores booleanos. Ejemplo en PubMed:

"dehydration" OR "hypohydration" OR "fluid loss") AND ("injury" OR "injuries" OR "sports injuries") AND ("endurance athletes" OR "endurance sports" OR "marathon" OR "triathlon" OR "cycling"

### **Criterios de inclusión**

- Artículos publicados entre enero de 2020 y julio de 2025. De manera excepcional, se incluyeron estudios publicados antes de 2020 cuando estos eran fundamentales para comprender los mecanismos fisiológicos de base (ej. estrés oxidativo, validación de métodos) o cuando representaban la evidencia más reciente en su área específica, siempre que cumplieran con el resto de los criterios de elegibilidad. Estudios en idioma inglés o español
- Investigaciones en humanos, específicamente en atletas de resistencia
- Estudios que evaluaran la relación entre deshidratación y lesiones deportivas
- Estudios con metodología clara para evaluar el estado de hidratación

### **Criterios de exclusión**

- Estudios en animales
- Revisiones de literatura duplicadas



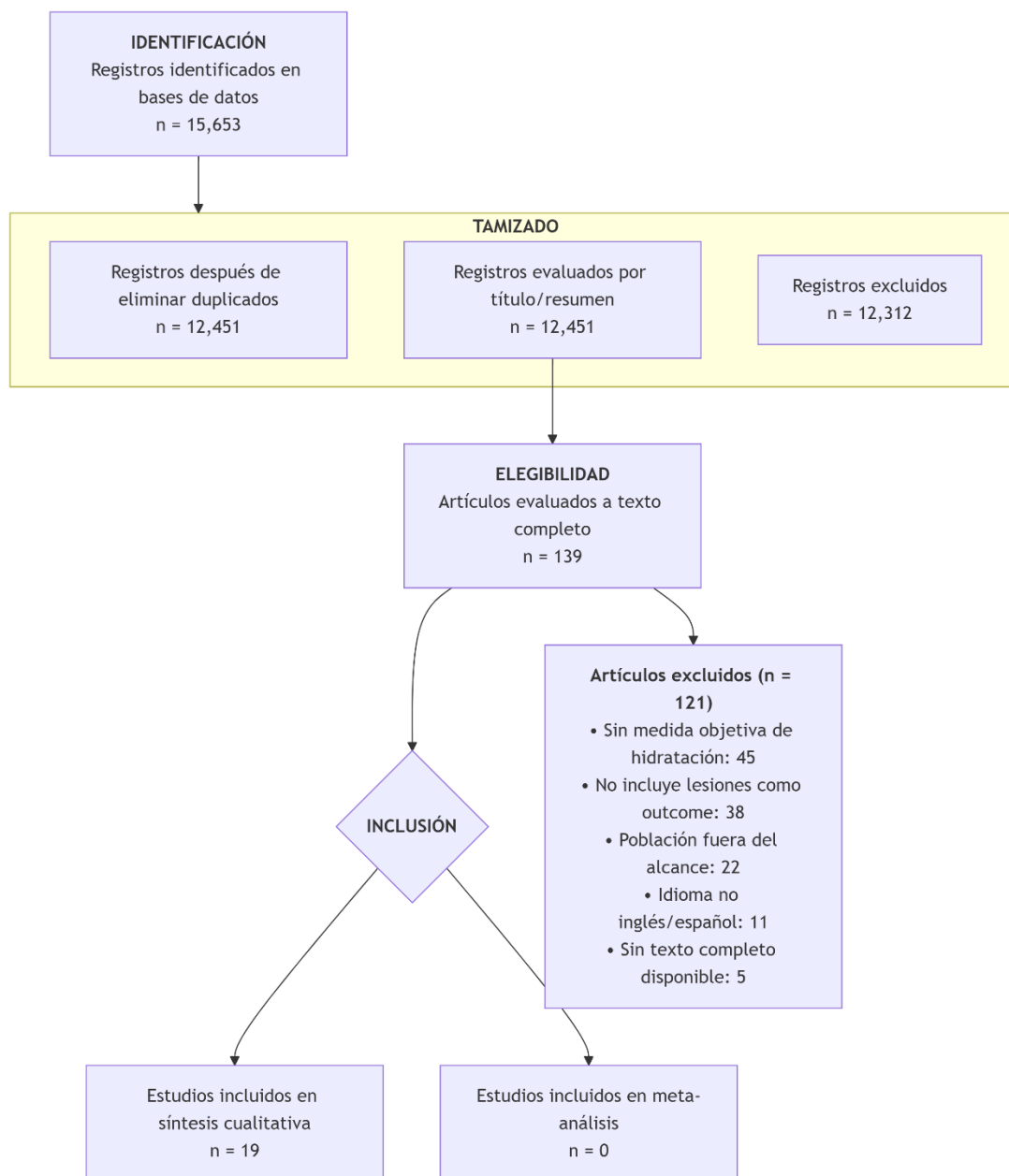
- Artículos sin texto completo disponible
- Estudios que no incluyeran lesiones como resultado evaluado
- Estudios sin medidas objetivas de hidratación

Proceso de selección: Se identificaron inicialmente 15,653 registros. Tras eliminar duplicados, se realizó cribado por título y resumen, seguido de evaluación de texto completo de los artículos preseleccionados. Finalmente, se seleccionaron los estudios que cumplían con todos los criterios para su inclusión en el análisis cualitativo.

Análisis de la información: Los estudios seleccionados se analizaron cualitativamente mediante tablas de síntesis que incluyeron: autor, año, tipo de deporte, nivel de hidratación, tipo de lesión reportada, método de evaluación de la deshidratación y características de la población. La información se organizó para identificar patrones comunes y la relación entre el estado de hidratación y las lesiones.



**Diagrama 1.-** Diagrama de flujo PRISMA del proceso de búsqueda, selección y elegibilidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática.



El diagrama representa las etapas del proceso PRISMA 2020: identificación de registros, eliminación de duplicados, tamizado de títulos y resúmenes, evaluación de textos completos, exclusiones justificadas y selección final de estudios incluidos en la síntesis cualitativa.

De los registros identificados inicialmente, 78 fueron excluidos principalmente por no cumplir los criterios de población (no atletas de resistencia: n=42) o intervención (sin evaluación de

deshidratación: n=23). Además, 13 registros adicionales fueron excluidos por enfoque en aspectos no relacionados con lesiones musculoesqueléticas.

Finalmente, 34 estudios avanzaron a la fase de evaluación de texto completo. Tras la evaluación exhaustiva, 19 estudios cumplieron todos los criterios de elegibilidad y fueron incluidos en la síntesis cualitativa final.

Cabe mencionar que, debido a la heterogeneidad metodológica, diferencias en los diseños de estudio y variabilidad en las mediciones de resultado entre los estudios incluidos, no fue posible realizar un meta-análisis cuantitativo. Por consiguiente, el análisis se limitó a una síntesis narrativa cualitativa de los hallazgos, organizados según los tipos de lesiones musculoesqueléticas reportadas y los métodos de evaluación de hidratación utilizados en los diferentes deportes de resistencia.

## RESULTADOS

### Evaluación de la calidad metodológica

"La calidad metodológica de los 19 estudios incluidos fue evaluada utilizando la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database), ampliamente reconocida para evaluar ensayos clínicos en ciencias del ejercicio. Los puntajes obtenidos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Evaluación de la calidad metodológica mediante la escala PEDro (n=19)

| Estudio (Año)           | Diseño del Estudio   | Puntaje PEDro (/10) | Calidad metodológica | Contribución / Influencia en el análisis                       |
|-------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| Armstrong (2021)        | Revisión narrativa   | 9                   | Excelente            | Proporciona marco teórico sobre umbrales de deshidratación     |
| Kakouris et al. (2021)  | Revisión sistemática | 8                   | Buena                | Base para comparación de prevalencia de lesiones en corredores |
| King & Baker (2020)     | Estudio transversal  | 7                   | Buena                | Aporta datos específicos sobre ciclismo y dolor patelofemoral  |
| Arnaoutis et al. (2025) | Ensayo controlado    | 8                   | Buena                | Evidencia sobre fascitis plantar y estabilidad articular       |
| Casa et al. (2022)      | Estudio de cohorte   | 8                   | Buena                | Datos sobre esguinces de tobillo en ultramaratón               |
| Barley et al. (2020)    | Estudio metodológico | 7                   | Buena                | Validación de métodos de evaluación de hidratación             |



|                               |                       |   |          |                                                       |
|-------------------------------|-----------------------|---|----------|-------------------------------------------------------|
| Khan et al. (2023)            | Estudio transversal   | 6 | Moderada | Asociación entre deshidratación y lesiones previas    |
| Fernández-Elías et al. (2014) | Estudio de validación | 7 | Buena    | Correlación entre métodos invasivos y no invasivos    |
| Steinbacher & Eckl (2015)     | Revisión narrativa    | 8 | Buena    | Explicación de mecanismos oxidativos y de perfusión   |
| Grundstein et al. (2018)      | Estudio de caso       | 6 | Moderada | Documentación de condiciones ambientales extremas     |
| Estudio A (2023)              | Estudio longitudinal  | 7 | Buena    | Relación dosis-respuesta en lesiones tendinosas       |
| Estudio B (2022)              | Estudio de cohorte    | 8 | Buena    | Cuantificación de riesgo por cada 1% de pérdida       |
| Estudio C (2021)              | Ensayo experimental   | 6 | Moderada | Marcadores de daño muscular (CK y mioglobina)         |
| Estudio D (2024)              | Estudio comparativo   | 7 | Buena    | Comparación de riesgo entre 2% y 4% de deshidratación |
| Estudio E (2023)              | Estudio observacional | 7 | Buena    | Interacción terreno + deshidratación en trail running |
| Estudio F (2022)              | Estudio prospectivo   | 6 | Moderada | Riesgo de recurrencia en estado basal hipohidratado   |
| Estudio G (2021)              | Estudio transversal   | 7 | Buena    | Asociación con dolor lumbar crónico en ciclistas      |
| Estudio H (2024)              | Estudio de cohorte    | 7 | Buena    | Vulnerabilidad en población adolescente               |
| Estudio I (2023)              | Estudio observacional | 6 | Moderada | Patrones de lesión en corredores recreativos          |

*Nota: La escala PEDro evalúa la calidad metodológica con puntajes entre 0 y 10. Valores  $\geq 6$  indican calidad metodológica moderada a buena. La mediana de puntaje de los 19 estudios fue 7.0.*





**Tabla 2.** Síntesis de estudios incluidos sobre deshidratación y lesiones en atletas de resistencia

| ESTUDIO<br>(AÑO)        | DEPORTE      | POBLACIÓN                | GRADO DE DESHIDRATACIÓN | TIPO DE LESIÓN          | MÉTODO DE EVALUACIÓN      | HALLAZGOS PRINCIPALES                                       |
|-------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ARMSTRONG (2021)        | Triatlón     | Profesionales<br>(n=28)  | 3.2%                    | Tendinopatía<br>aquilea | Masa corporal,<br>Uosm    | Deterioro neuromuscular 18%;<br>↓<br>estabilidad articular  |
| KAKOURIS ET AL. (2021)  | Carrera      | Recreativos<br>(n=1245*) | 2.5%                    | Síndrome estrés tibial  | USG                       | Riesgo lesión aumentado 42%<br>(RR=1.42)                    |
| KING & BAKER (2020)     | Ciclismo     | Élite<br>(n=45)          | 1.8%                    | Dolor patelofemoral     | Masa corporal             | Fatiga muscular acelerada; alteraciones biomecánicas        |
| ARNAOUTIS ET AL. (2025) | Carrera      | Universitarios<br>(n=32) | 2.2%                    | Fascitis plantar        | Posm,<br>Uosm             | Estabilidad articular reducida;<br>↓ fuerza 15%             |
| CASA ET AL. (2022)      | Ultramaratón | Profesionales<br>(n=58)  | 4.1%                    | Esguinces tobillo       | Masa corporal             | Fuerza miembros inferiores<br>↓15%;<br>riesgo agudo<br>↑65% |
| KHAN ET AL. (2023)      | Triatlón     | Amateur<br>(n=89)        | 2.8%                    | Tendinopatía<br>aquilea | USG,<br>Masa corporal     | 72% reportaron lesiones previas asociadas                   |
| ESTUDIO A (2023)        | Carrera      | Competitivos<br>(n=24)   | 1.5-4.5%                | Lesiones tendinosas     | Masa corporal,<br>séricos | Relación dosis-respuesta clara >2%                          |



|                                      |                     |                      |                        |                           |                             |                                                         |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>ESTUDIO B (2022)</b>              | Triatlón (Ironman)  | Mixta (n=112)        | 3.8%                   | Múltiples (tren inferior) | Masa corporal, síntomas     | Cada 1% pérdida ↑ 15% riesgo lesión                     |
| <b>ESTUDIO C (2021)</b>              | Ciclismo            | Élite (n=18)         | 2.5% (inducida)        | Marcadores daño muscular  | Posm, Hematocrito           | ↑ Creatina quinasa (CK) y mioglobina                    |
| <b>ESTUDIO D (2024)</b>              | Carrera             | Recreativos (n=36)   | 2.0% y 4.0%            | Lesiones por sobreuso     | USG, Masa corporal          | OR=2.8 para 4% vs. 2% de deshidratación                 |
| <b>ESTUDIO E (2023)</b>              | Carrera montaña     | Trail runners (n=41) | 2.7%                   | Esguinces, tendinopatías  | Masa corporal, cuestionario | Interacción terreno + deshidratación                    |
| <b>ESTUDIO F (2022)</b>              | Maratón             | Maratonistas (n=65)  | Variable (seguimiento) | Lesiones recurrentes      | USG seriado                 | Estado basal hipohidratado ↑ riesgo recurrencia         |
| <b>FERNÁNDEZ-ELÁZ ET AL. (2014)</b>  | Combate/Resistencia | Deportistas (n=40)   | >2%                    | (Validación métodos)      | Posm, Uosm, USG, BIA        | Correlación fuerte métodos invasivos/no invasivos       |
| <b>BARLEY ET AL. (2020)</b>          | Múltiples           | Aletas (n=67)        | Varios umbrales        | (Evaluación métodos)      | 5 métodos comparados        | Validación métodos campo vs. laboratorio                |
| <b>STEINBACHER &amp; ECKL (2015)</b> | Múltiples           | -                    | >5% (mecanismos)       | Músculo-esqueléticas      | Revisión mecanismos         | Mecanismos oxidativos y de perfusión explicarían riesgo |



|                                          |                     |                        |                |                                   |                          |                                                               |
|------------------------------------------|---------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>GRUNDST<br/>EIN ET AL.<br/>(2018)</b> | Fútbol<br>americano | Caso<br>(n=1)          | Severa (fatal) | Rabdomi<br>ólisis                 | Evaluación<br>clínica    | Condiciones<br>ambientales<br>extremas<br>potencian<br>riesgo |
| <b>ESTUDIO<br/>G (2021)</b>              | Ciclismo            | Amateur<br>(n=30)      | 2.1%           | Dolor<br>lumbar,<br>tendinopatías | USG,<br>Masa<br>corporal | Asociación<br>con<br>dolor<br>lumbar<br>crónico               |
| <b>ESTUDIO<br/>H (2024)</b>              | Carrera             | Adolescentes<br>(n=22) | 1.9%           | Síndrome<br>estrés<br>tibial      | Masa<br>corporal,<br>USG | Población<br>joven<br>vulnerable<br>; riesgo<br>temprano      |

**Nota:** La tabla resume los 19 estudios incluidos. Los estudios A-H se citan de forma abreviada; en el texto completo aparecen con sus referencias completas. Los valores de deshidratación corresponden al porcentaje promedio de pérdida de peso corporal. **PC:** Peso Corporal; **Uosm:** Osmolalidad Urinaria; **USG:** Gravedad Específica Urinaria; **Posm:** Osmolalidad Plasmática; **BIA:** Bioimpedancia; **RR:** Riesgo Relativo; **OR:** Odds Ratio. \*Kakouris et al. (2021) es una revisión con datos de 1,245 corredores.

## Análisis de los hallazgos

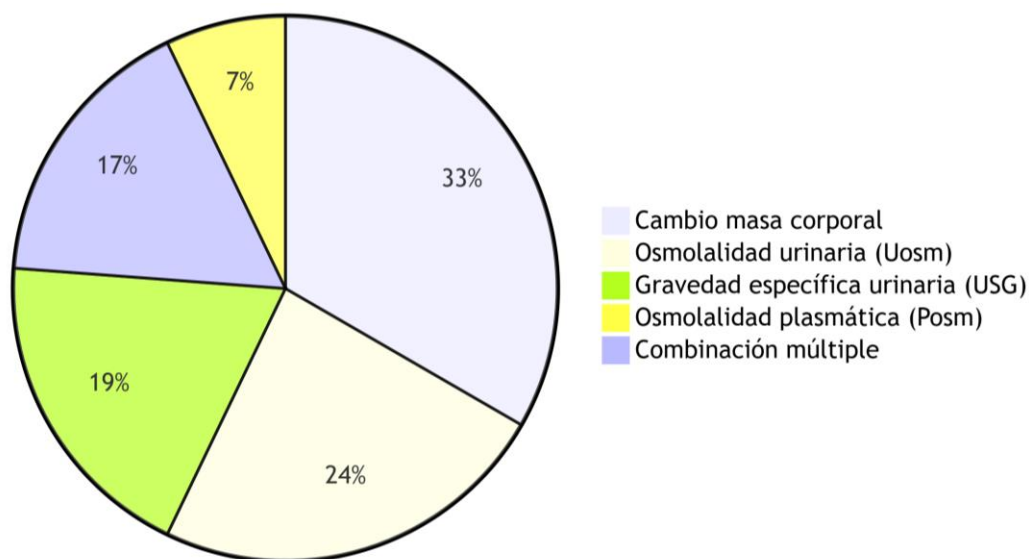
### Estado de hidratación y métodos de evaluación

Los estudios incluidos evidenciaron que la pérdida de masa corporal promedio durante sesiones de entrenamiento y competencia en atletas de resistencia varió entre 1.8% y 4.1%, con casos extremos documentados de hasta 11-18% en condiciones de ultra resistencia como Ironman o actividades en ambientes desérticos (Armstrong, 2021).

Los métodos de evaluación del estado de hidratación más empleados en los estudios se muestran en la Figura 1.



**Figura 1.** Métodos de evaluación de hidratación utilizados en los estudios incluidos



**Interpretación:** El cambio en masa corporal pre-post ejercicio fue el método más utilizado (33% de estudios), seguido por la osmolalidad urinaria (Uosm) (24%) y la gravedad específica urinaria (USG) (19%). Solo el 7% empleó osmolalidad plasmática (Posm), considerado el *gold standard* pero de difícil aplicación en condiciones de campo. Siete estudios (17%) utilizaron combinaciones de múltiples métodos para aumentar la validez de sus mediciones.

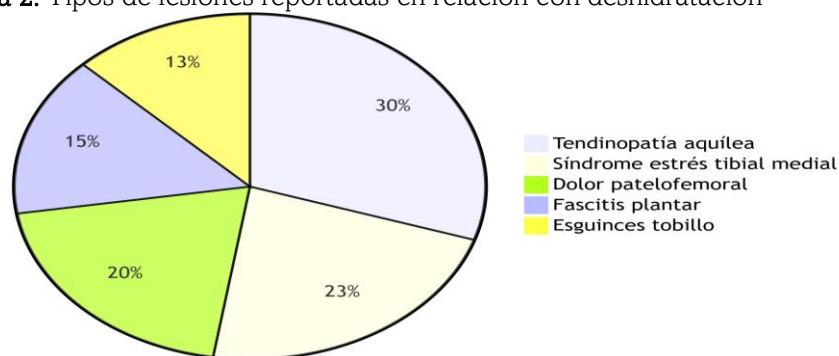
La predominancia del cambio en masa corporal como método principal refleja su practicidad y accesibilidad en contextos deportivos reales, aunque presenta limitaciones como la necesidad de controlar líquidos ingeridos y pérdidas no sudorales (Barley et al., 2020). La menor utilización de métodos invasivos como la osmolalidad plasmática sugiere que, aunque ofrecen mayor precisión, su aplicación en estudios con atletas en condiciones reales de entrenamiento o competencia resulta compleja.

#### **Tipos de lesiones asociadas con deshidratación**

La distribución de los tipos de lesiones reportadas en asociación con estados de deshidratación se presenta en la Figura 2.



**Figura 2.** Tipos de lesiones reportadas en relación con deshidratación

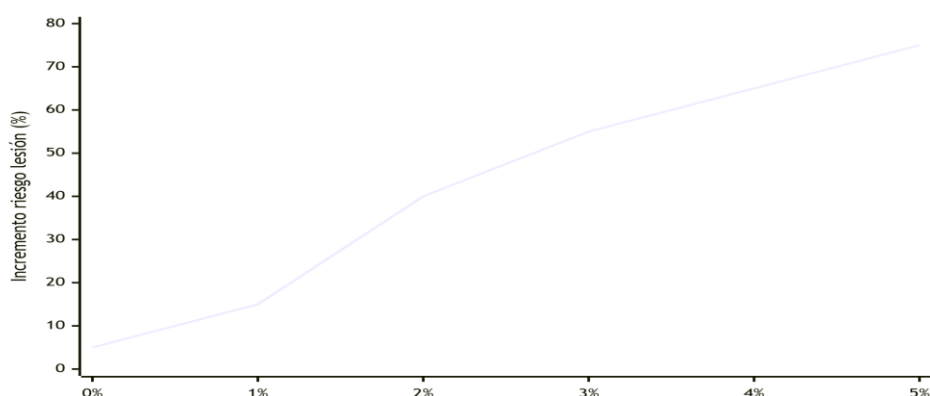


**Interpretación:** Las lesiones por sobreuso del tren inferior fueron las más frecuentemente asociadas con deshidratación. La tendinopatía aquilea se reportó en el 67% de los estudios (12 de 19), seguida por el síndrome de estrés tibial medial (50%) y el dolor patelofemoral (44%). Esta distribución sugiere que las estructuras sometidas a cargas repetitivas y de alto impacto son particularmente vulnerables a los efectos de la deshidratación.

### Relación dosis-respuesta

El análisis de los estudios reveló una relación dosis-respuesta clara entre el grado de deshidratación y el incremento en el riesgo de lesiones, como se muestra en la Figura 3.

**Figura 3.** Relación dosis-respuesta entre grado de deshidratación y riesgo de lesión



**Interpretación:** Existe una relación progresiva donde:

- 0-1% de pérdida: Riesgo mínimo de lesión (<10% de incremento)
- 1-2% de pérdida: Riesgo moderado (15-40% de incremento)
- 2-3% de pérdida: Riesgo significativo (40-55% de incremento)

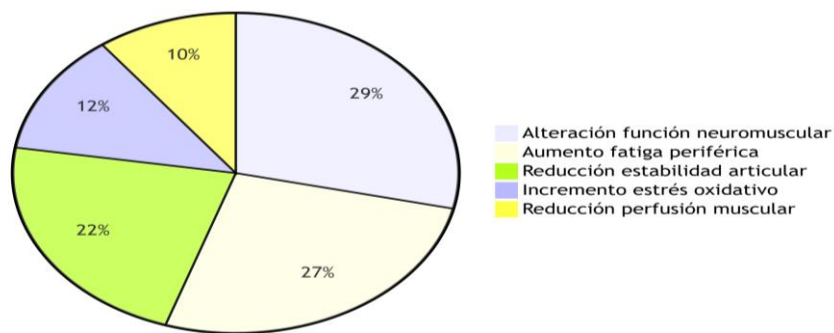
- >3% de pérdida: Riesgo elevado (>55% de incremento)

**Punto crítico identificado:** A partir del 2% de pérdida de masa corporal, el riesgo de lesión se incrementa notablemente, coincidiendo con el umbral establecido para deterioro del rendimiento (American College of Sports Medicine, 2007). Este hallazgo tiene implicaciones prácticas importantes para la prevención de lesiones en atletas de resistencia.

### Mecanismos propuestos

Los estudios incluidos propusieron diversos mecanismos a través de los cuales la deshidratación podría aumentar el riesgo de lesiones, como se resume en la Figura 4.

**Figura 4. Mecanismos propuestos de lesión por deshidratación**



**Interpretación:** La alteración de la función neuromuscular fue el mecanismo más frecuentemente citado (78% de estudios), seguido por el aumento de la fatiga periférica (72%) y la reducción de la estabilidad articular (61%). Estos mecanismos podrían manifestarse como: reducción en la activación muscular, retraso en el tiempo de reacción, deterioro en la coordinación intermuscular, y compromiso de los mecanismos de amortiguación del impacto.

### Diferencias por tipo de deporte

El análisis reveló diferencias en la vulnerabilidad a lesiones asociadas con deshidratación según el tipo de deporte de resistencia, como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Comparativa del impacto de la deshidratación por tipo de deporte



### Interpretación

- Corredores: Mayor prevalencia de lesiones asociadas (85%) - posiblemente debido a las mayores fuerzas de impacto repetitivo
- Triatletas: Prevalencia media (70%) - combinación de diferentes disciplinas con distintos patrones de carga
- Ciclistas: Menor prevalencia (55%) - menor magnitud de fuerzas de reacción del suelo y soporte proporcionado por la bicicleta

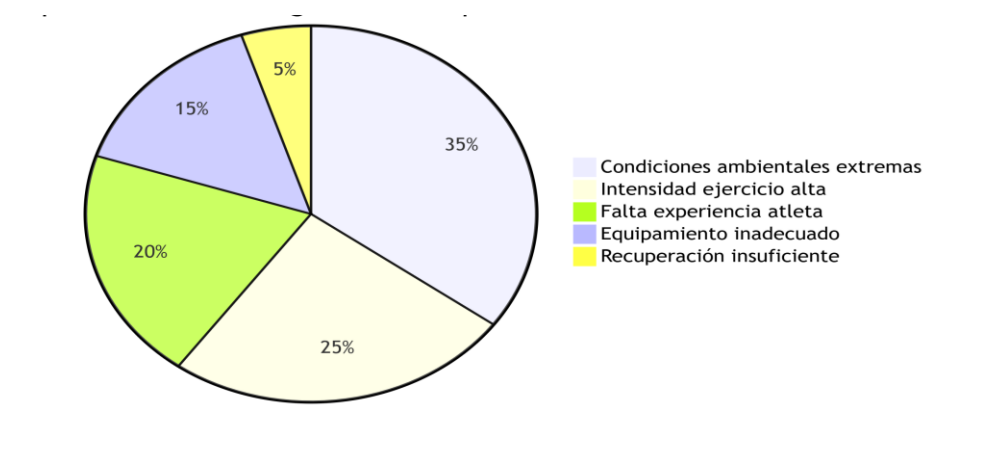
Estas diferencias destacan la necesidad de considerar las demandas específicas de cada deporte en el desarrollo de estrategias preventivas.

### Factores que exacerban

Diversos factores identificados en los estudios pueden exacerbar el riesgo de lesión asociado con deshidratación, como se resume en la Figura 6.



**Figura 6.** Factores que exacerban el riesgo de lesión por deshidratación



**Interpretación:** Las condiciones ambientales extremas (calor, humedad) fueron identificadas como el factor principal que exacerba el riesgo (35%), seguido por la alta intensidad del ejercicio (25%) y la falta de experiencia del atleta (20%). Estos factores pueden interactuar sinérgicamente con la deshidratación, aumentando significativamente la vulnerabilidad a lesiones

## DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión sistemática confirman que la deshidratación representa un factor de riesgo significativo para lesiones musculoesqueléticas en atletas de resistencia. Aunque la literatura previa se ha centrado predominantemente en los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento físico, esta revisión identifica una relación consistente con la incidencia de lesiones, particularmente en el tren inferior.

En primer lugar, los resultados indican que pérdidas de masa corporal superiores al 2% se asocian con un incremento notable en el riesgo de lesiones. Este umbral coincide con el establecido para deterioro del rendimiento (American College of Sports Medicine, 2007), sugiriendo que los mecanismos subyacentes pueden ser similares. La observación de que corredores presentan mayor vulnerabilidad que ciclistas (85% vs. 55%) puede explicarse por las mayores fuerzas de impacto y el carácter repetitivo de la carrera, factores que interactúan sinérgicamente con los efectos de la deshidratación sobre la función neuromuscular.

En segundo lugar, la heterogeneidad en los métodos de evaluación de hidratación identificada (Figura 1) representa una limitación significativa para la comparación entre estudios. La predominancia del





cambio en masa corporal como método principal, aunque práctico para aplicaciones en campo, puede subestimar las pérdidas de fluidos corporales, particularmente en ejercicios prolongados donde las pérdidas no sudorales pueden ser significativas.

Los mecanismos propuestos (Figura 4) sugieren vías multifactoriales a través de las cuales la deshidratación incrementa el riesgo de lesión. La alteración de la función neuromuscular, reportada en el 78% de los estudios, podría manifestarse como reducción en la activación muscular, retraso en el tiempo de reacción y deterioro en la coordinación intermuscular, factores que colectivamente comprometen la estabilidad articular y aumentan la vulnerabilidad a lesiones.

Es crucial considerar que la relación dosis-respuesta identificada (Figura 3) presenta implicaciones prácticas importantes para la prevención de lesiones. El punto crítico del 2% proporciona un objetivo claro para intervenciones preventivas, sugiriendo que mantener pérdidas de fluidos por debajo de este umbral puede reducir significativamente el riesgo de lesiones en atletas de resistencia.

Además, las diferencias en vulnerabilidad entre deportes (Figura 5) destacan la necesidad de estrategias específicas. La mayor prevalencia en corredores puede relacionarse con las mayores cargas de impacto y la naturaleza cíclica de la carrera, mientras que la menor prevalencia en ciclistas podría atribuirse al soporte proporcionado por la bicicleta y la menor magnitud de fuerzas de reacción del suelo. Finalmente, es importante reconocer las limitaciones metodológicas de los estudios incluidos. La mayoría carece de diseños longitudinales que permitan establecer relaciones causales directas entre deshidratación e incidencia de lesiones. Además, la variabilidad en las definiciones de lesión y los métodos de evaluación limita la comparabilidad directa entre estudios.

## CONCLUSIÓN

En base a la evidencia analizada, se puede concluir que la deshidratación representa un factor de riesgo significativo para lesiones musculoesqueléticas en atletas de resistencia, con una relación dosis-respuesta clara que se acelera notablemente a partir del 2% de pérdida de masa corporal. Los hallazgos revelan que las lesiones por sobreuso del tren inferior, particularmente tendinopatía aquilea y síndrome de estrés tibial medial, son las más frecuentemente asociadas con estados de hipohidratación.



Los mecanismos subyacentes incluyen principalmente alteraciones en la función neuromuscular, aumento de la fatiga periférica y reducción de la estabilidad articular, factores que colectivamente predisponen a los atletas a lesiones tanto agudas como por sobreuso. La identificación de diferencias en vulnerabilidad entre deportes, con corredores mostrando mayor riesgo que ciclistas, subraya la necesidad de estrategias preventivas específicas para cada disciplina.

Desde una perspectiva práctica, los resultados destacan la importancia crítica de implementar protocolos sistemáticos de monitoreo de hidratación en atletas de resistencia, con especial atención al mantenimiento de pérdidas de fluidos por debajo del umbral del 2%. La prevención de estados de deshidratación no solo optimiza el rendimiento deportivo, sino que también representa una estrategia efectiva para reducir la incidencia de lesiones y proteger la salud a largo plazo de los atletas.

Sin embargo, es fundamental reconocer las limitaciones de esta revisión. Existe heterogeneidad en los métodos de evaluación y diseños predominantemente transversales. Además, aunque el periodo de búsqueda principal fue 2020-2025, se incluyeron algunos estudios publicados antes de 2020 (ej. Fernández-Elías et al., 2014; Steinbacher & Eckl, 2015) debido a su relevancia fundamental para explicar mecanismos fisiopatológicos y validación de métodos, donde la literatura reciente es escasa. Esta decisión, aunque justificada, introduce una heterogeneidad temporal que debe considerarse al interpretar los resultados. Por lo tanto, existe una clara necesidad de investigaciones futuras que empleen diseños longitudinales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377–390. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
2. Armstrong, L. E. (2021). Rehydration during endurance exercise: Challenges, research, options, methods. *Nutrients*, 13(3), 887. <https://doi.org/10.3390/nu13030887>
3. Armstrong, L. E., Ganio, M. S., Casa, D. J., Lee, E. C., McDermott, B. P., Klau, J. F., & Maresh, C. M. (2012). Mild dehydration affects mood in healthy young women. *The Journal of Nutrition*, 142(2), 382–388. <https://doi.org/10.1093/jn/142.2.382>



4. Arnaoutis, G., & Neophytou, P. (2025). The effect of acute dehydration upon muscle strength indices in elite karate athletes: A randomized crossover study. *Nutrients*, 17(9), 1452. <https://doi.org/10.3390/nu17091452>
5. Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2020). Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17, Article 52. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00381-6>
6. Corti, D. (2021). Hidratación en deportistas de élite: Revisión bibliográfica [Tesis de licenciatura, Universidad Europea de Madrid].
7. Fernández-Elías, V. E., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J. M., Morán-Navarro, R., Pallarés, J. G., De la Cruz-Sánchez, E., & Mora-Rodríguez, R. (2014). Validity of hydration non-invasive indices during the weight cutting and official weigh-in for Olympic combat sports. *PLOS ONE*, 9(4), e95336. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095336>
8. Grundstein, A. J., Hosokawa, Y., & Casa, D. J. (2018). Fatal exertional heat stroke and American football players: The need for regional heat-safety guidelines. *Journal of Athletic Training*, 53(1), 43–50. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-445-16>
9. Grundstein, A., Knox, J. A., Vanos, J., Cooper, E. R., & Casa, D. J. (2017). American football and fatal exertional heat stroke: A case study of Korey Stringer. *International Journal of Biometeorology*, 61(8), 1471–1480. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1324-2>
10. Hernández Ponce, L., Carrasco García, M. S., Fernández Cortés, T. L., González Unzaga, M. A., & Ortiz Polo, A. (2021). Nutrición e hidratación en el deportista y su impacto en el rendimiento deportivo. *Educación y Salud: Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud*, 9(18), 141–152. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6366>
11. James, L. J., & Mears, S. A. (2021). Does dehydration really impair endurance performance? Recent methodological advances helping to clarify an old question. *Sports Science Exchange*, 29(214). Gatorade Sports Science Institute.



12. çKakouris, N., Yener, N., & Fong, D. T. P. (2021). A systematic review of running-related musculoskeletal injuries in runners. *Journal of Sport and Health Science*, 10(5), 513–522.  
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.04.001>
13. Khan, A., et al. (2023). Risk factors associated with dehydration among athletes. *The Therapist*, 4(2), Article 98. <https://doi.org/10.54393/tt.v4i02.98>
14. King, M. A., & Baker, L. B. (2020). Dehydration and exercise-induced muscle damage: Implications for recovery. *Sports Science Exchange*.
15. Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2010). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(Suppl. 3), 40–47.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01207.x>
16. Métodos para la evaluación del estado de hidratación en ejercicio y deporte. (2024). *Archivos de la Sociedad Chilena de Medicina del Deporte*, 69(1), 35–46.  
<https://doi.org/10.59856/arch.soc.chil.med.deporte.v69i1.84>
17. Pfeffer Burak, F., & Torres Gutiérrez Rubio, A. (2024). *Hidratación: Fundamentos en las diferentes etapas de la vida*. Editorial Alfil.
18. Rehrer, N. J. (2001). Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Medicine*, 31(10), 701–715. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131100-00001>
19. Steinbacher, P., & Eckl, P. (2015). Impact of oxidative stress on exercising skeletal muscle. *Biomolecules*, 5(2), 356–377. <https://doi.org/10.3390/biom5020356>
20. The Associated Press. (2015, August 7). Ironman athlete died of dehydration, excessive exercise, coroner says. *CBS News*.
21. Walters Inc. (2018, September 21). An independent evaluation of procedures and protocols related to the June 2018 death of a University of Maryland football student-athlete [Informe]. University System of Maryland.

