

# Transdigital<sup>®</sup>

revista científica



Vol. 5 Núm. 9.

Enero - junio 2024.

Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S. C.  
ISSN: 2683-328X

# Transdigital<sup>®</sup>

revista científica

*Transdigital* es una publicación semestral bajo el modelo de publicación continua y es editada por la Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales S.C.

Dirección: Circuito Altos Juriquilla 1132. C.P. 76230, Querétaro, México. Tel. (442) 301-3238, [www.revista-transdigital.org](http://www.revista-transdigital.org), [aescudero@revista-transdigital.org](mailto:aescudero@revista-transdigital.org). Editor en jefe: Alexandro Escudero-Nahón (ORCID 0000-0001-8245-0838). Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-020912091600-102, ISSN 2683-328X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (México). Responsable de la última actualización: Editor en jefe: Dr. Alexandro Escudero-Nahón.

Hasta ahora, la revista ha sido indizada en: *Latindex*, *DOAJ*, *ERIHPLUS*, *REDIB*, *EuroPub*, *LivRe*, *AURA*, *DRJI*, *BASE*, *MIAR*, *Index Copernicus*, *OpenAire-Explore*, *Google Scholar*, *ROAD*, *Sherpa Romeo*, *WorldCat*, *CiteFactor*, *Dimensions* y *Eurasian Scientific Journal Index*.

Todos los artículos en la revista *Transdigital* están licenciados bajo [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC BY 4.0). Usted es libre de: Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente. La persona licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia. Lo anterior, bajo los siguientes términos: Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

ISSN INTERNATIONAL  
STANDARD  
SERIAL  
NUMBER  
INTERNATIONAL CENTRE

latindex  
catálogo

DOAJ

ERIHPLUS  
EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE  
HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

REDIB  
Red Iberoamericana  
de Innovación y Conocimiento Científico

EuroPub  
Directory of Academic and Scientific Journals

LivRe  
Revistas de libre acceso

AURA

DRJI  
Directory of Research  
Journals Indexing

Academic  
Resource  
Index  
ResearchBib

BASE  
Bielefeld Academic Search Engine

MIAR  
Matriz de Información para el  
Análisis de Revistas

INDEX COPERNICUS  
INTERNATIONAL

OpenAIRE  
EXPLORE

Google  
Scholar

refseek\*

ROAD  
DIRECTORY  
OF OPEN ACCESS  
SCHOLARSHIP  
RESOURCES

Sherpa Romeo

WorldCat®

CiteFactor  
Academic Scientific Journals

Dimensions

ESJI  
Eurasian  
Scientific  
Journal  
Index  
[www.ESJIndex.org](http://www.ESJIndex.org)



## Rendimiento deportivo, fatiga muscular e hidratación en gimnastas en etapa prepuberal

Sports performance, muscle fatigue and hydration in gymnasts in the prepubertal stage



**Miguel Ángel Álvarez Ugalde**

Universidad Autónoma de Querétaro, México  
ORCID: 0000-0001-5678-4279



**Adriana Soto Arvizu**

Universidad Autónoma de Querétaro, México  
ORCID: 0009-0000-2639-531X



**Liliana Velázquez Ugalde\***

Universidad Autónoma de Querétaro, México  
ORCID: 0000-0001-5678-4279

Sección: Artículo de investigación

Autora de correspondencia\*

Fecha de recepción: 04/01/2024

Fecha de aceptación: 01/05/2024

## Rendimiento deportivo, fatiga muscular e hidratación en gimnastas en etapa prepuberal

## Sports performance, muscle fatigue and hydration in gymnasts in the prepubertal stage

### Resumen

La hidratación es determinante en el rendimiento deportivo. Existen recomendaciones generales sobre el consumo de agua, pero no se consideran los requerimientos energéticos basados en la edad, la intensidad del ejercicio o la práctica deportiva que se realice. Este estudio analizó el efecto de la hidratación sobre la fatiga muscular y el rendimiento deportivo. La investigación fue cuasiexperimental con un diseño de pre y posprueba. Participaron dos grupos: uno experimental y otro de control. Se empleó la tasa de sudoración y la Escala EVA-fatiga para el análisis de los datos recabados en tres momentos durante el entrenamiento. El grupo de experimentación alcanzó el balance hídrico (euhidratación) en 0.21% y 0.37%; disminuyó el nivel de fatiga entre uno y dos puntos. Por otro lado, en el grupo control hubo evidencia de deshidratación entre -1.39% y -1.45%; el nivel de fatiga se elevó por un .5 en promedio. Esto evidencia que la fatiga muscular está relacionada con la deshidratación.

**Palabras clave:** fatiga muscular, hidratación, deshidratación euhidratación, rendimiento deportivo

### Abstract

Hydration is decisive in sports performance. There are general recommendations on water consumption, but the energy requirements based on age, exercise intensity or sports practice are not considered. This study analyzed the effect of hydration on muscle fatigue and sports performance. The research was quasi-experimental with a pre-and post-test design. Two groups participated: an experimental one, and a control one. The sweating rate and the VAS-fatigue Scale were used for the analysis of the data collected at three moments during the training. The experimental group achieved water balance (euhydration) at 0.21 % and 0.37%; the fatigue level decreased between one and two points. On the other hand, in the control group there was evidence of dehydration between -1.39% and -1.45%; the level of fatigue increased by .5 on average. This suggest that muscle fatigue is related to dehydration.

**Keywords:** muscle fatigue, hydration, dehydration euhydration, sports performance

## 1. Introducción

La hidratación debe considerarse durante los entrenamientos deportivos. Sin embargo, está limitada a sugerencias generales, como ingerir una cantidad determinada de agua al día, sin considerar el requerimiento energético basado en edad, sexo, tipo de deporte o actividad física que se realiza, entre otros factores. Debe de considerarse el estado de deshidratación y euhidratación como consecuencia de impacto durante en el entrenamiento y rendimiento deportivo. Tanto entrenadores como entrenados deben centrar su atención en la deshidratación, pues es un factor que involucra desgaste y fatiga recurrente y puede generar disminución del rendimiento deportivo (Urdampilleta et al., 2013).

La ingesta voluntaria de agua sin considerar el requerimiento energético del cuerpo es parte del desequilibrio hídrico. De igual manera, la ingesta deficiente no está relacionada con la pérdida de líquido por sudoración. El estado de fatiga se relaciona con cargas excesivas derivadas del sobreentrenamiento. A pesar de que estas promueven fatiga, los deportistas cuentan con reservas que les permiten realizar gestos motores durante entrenamientos o competencias. Los sustratos que se requieren para llevar a cabo las reacciones metabólicas son la base de sistemas energéticos que permiten trabajar con las contracciones musculares y el desenvolviendo de la actividad deportiva (Gómez-Campos et al., 2010).

La hidratación es un elemento indispensable de la dieta de cualquier deportista. Esta debe gestionar el consumo de líquidos de acuerdo a las características y condiciones de cada persona (Sellés López de Castro et al., 2015). Lo anterior permite reponer los elementos perdidos durante los entrenamientos o competencias como el agua, los electrolitos, minerales, entre otros. Cuando estos elementos son escasos en el cuerpo humano, limitan el rendimiento deportivo y generan niveles de fatiga. En el caso de la gimnasia artística varonil, el entrenador desconoce el requerimiento energético de los entrenados. Por esta razón, no existe una planeación del estado de hidratación que deben tener al momento de su entrenamiento (Fernández de Landa et al., 2018).

En algunos atletas el consumo de líquidos puede llegar a ser extremo o escaso, no existe una cuantificación que permita identificar la pérdida de líquidos por medio de la sudoración o la orina. Por esta razón, los deportistas toman la decisión de hidratarse siguiendo criterios propios sin considerar el requerimiento energético de sus cuerpos (Solera Herrera & Aragón Vargas, 2006). El proceso de hidratación individualizado considera que el deportista desconoce el impacto de su rendimiento deportivo y la correlación con su nivel de fatiga. De igual manera, el desconocimiento del entrenador sobre estos temas pueden llegar a afectar el desarrollo del deportista (Parodi Feye, 2018).

El cuerpo humano consume agua para poder llevar a cabo la homeóstasis y las funciones del organismo. Las personas perdemos agua de manera inconsciente por medio de la evaporación a través de la piel, este proceso se le llama difusión transepidérmica. La pérdida insensible de agua a través de la piel es diferente a la que se produce con la sudoración. Esta supone una cantidad aproximada de 30 a 400 ml/día. La capa córnea de la piel es una barrera natural que limita la pérdida de agua por difusión en la piel. Por otro lado, el aparato respiratorio pierde agua corporal debido a la diferencia de presión del vapor durante la ventilación. El volumen de agua respiratoria se modifica con la demanda producida en las actividades físicas, hipoxia e hipercapnia (Morente Montero & Llorente Cantarero, 2020).

Urdampilleta et al., (2013) identificó que la Humedad Relativa (HR), la temperatura ambiental, la presión barométrica, la altitud, el volumen de aire inspirado, las corrientes de aire, la ropa, la circulación sanguínea a través de la piel y el contenido de agua en el cuerpo, son factores que afectan considerablemente la pérdida de agua insensible. Sin embargo, la actividad física y el ejercicio tienen un mayor efecto que las condiciones ambientales y la sudoración en este tipo de pérdidas.

El ejercicio físico y la temperatura son los principales determinantes en la pérdida de líquido estimulado por la sudoración. Esto ocurre cuando la radiación no es adecuada para disipar el exceso de calor en condiciones de estrés térmico y/o físico. La sudoración es el principal medio que tiene el cuerpo para reducir el aumento de temperatura y disminuir el calor corporal. Para evitar un sobrecalentamiento, los fluidos se desplazan desde el torrente sanguíneo a la piel, donde pueden evaporarse en forma de sudor, enfriando al cuerpo. De esta forma, resulta esencial mantener un volumen sanguíneo adecuado para lograr una termorregulación óptima durante el estrés térmico y/o físico (Morente Montero & Llorente Cantarero, 2020).

## 2. Método de investigación

Esta investigación fue de tipo cualitativa con alcance descriptivo. Se trabajó con un diseño cuasiexperimental de pre-prueba y post-prueba, considerando un grupo de control y un grupo experimental. Los datos específicos considerados fueron el de: peso, tasa de sudoración, nivel de fatiga muscular y rendimiento deportivo para su análisis. Se exploró el estado hídrico, la relación con la fatiga muscular, el rendimiento deportivo y las necesidades hídricas en gimnastas varones entre los 8 y los 10 años en una academia privada. De esto se desarrolló un protocolo práctico de hidratación para las sesiones de entrenamiento.

La variable hidratación fue manipulada en el grupo experimental, mientras que dentro del grupo de control los gimnastas llevaron a cabo la ingesta de líquido como lo hacían regularmente (Hernández Sampieri et al., 2014). Con esto se determinó la relación entre nivel hídrico, fatiga muscular y rendimiento deportivo. Antes de la aplicación del estudio se solicitaron registros físicos para adaptar las indicaciones y el seguimiento de la hidratación. Al grupo de experimentación se le dio la cantidad de agua necesaria de acuerdo con la etapa e indicaciones del protocolo. Para medir el peso en kilogramos durante la intervención diagnóstica y la evaluación final, se utilizó una báscula calibrada. En cuanto al rendimiento deportivo, se registraron los tiempos de permanencia sin interrupción para descanso o sin mostrar agotamiento durante dichos entrenamientos.

Para determinar la necesidad hídrica durante el entrenamiento se utilizó la fórmula que calcula la Tasa de Sudoración:

$$\frac{\text{Peso inicial (kg)} - \text{Peso final (kg)} + \text{Líquido ingerido (litros)}}{\text{Tiempo (horas)}} = \text{Tasa de sudoración} \frac{\text{litros}}{\text{hora}}$$

### 3. Resultados

La prueba de la tasa de sudoración fue aplicada durante las etapas de entrenamiento general. Se calculó el consumo del agua y el peso corporal al inicio y al final de la primera sesión. Por medio de estos datos se identificó a los participantes que presentaban desequilibrio hídrico con tendencia a la deshidratación. Se observó que, durante el entrenamiento, los gimnastas no ingirieron líquidos de forma regular y tampoco se observó que el entrenador diera instrucciones específicas respecto al consumo de agua.

El peso promedio perdido de los participantes durante el entrenamiento fue de .275 kg. Se debe señalar que, en el caso del tercer participante, no hubo pérdida de peso corporal debido a que su consumo de líquido fue superior al de sus compañeros. La tasa de sudoración de este participante es menor y se confirmó con su estado de hidratación del -0.41%. Por otra parte, los participantes dos y cuatro mostraron características de una deshidratación mínima, según lo establecido por Roses y Pujol (2006). De igual manera, al pesar al tercer participante se verificó que bebió el doble de líquidos comparado con el primero y segundo. Este último tuvo un estado de hidratación más cercano al hidratado. Lo que se constató por medio de la tasa de sudoración (Tabla 1).

Tabla 1

Niveles de sudoración y peso corporal pre-prueba

Diagnóstico para determinar la tasa de sudoración								
22/10/21 Atleta/U medida	Peso inicial Kilogramos	Peso final Kilogramos	Agua ingerida Litros	TS L/H	Ejercicio Horas	Estado H %	PI botella Litros	PF botella Litros
A1	27.1	26.7	.200	.300	2	1.50	.500	.300
A2	29.3	29	.200	.250	2	1.03	.500	.300
A3	24.3	24.4	.150	.150	2	-.41	.500	.100
A4	27.9	27.6	.200	.200	2	1.09	.500	.400

Después de este proceso se establecieron estándares de aplicación dentro del protocolo de hidratación personalizado (Tabla 2). Esto permitió establecer una ingesta de líquidos adecuada durante los entrenamientos para fortalecer el desarrollo y la aplicación de este. Mientras tanto, los gimnastas del grupo de control siguieron su consumo cotidiano de líquidos, de forma no controlada.



**Tabla 2**

*Protocolo de hidratación individual*

Aplicación de protocolo de ingesta de agua						
Grupo experimental	Protocolo Atleta 1					
	Hora/día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	16:00-16:10	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml
	16:30-16:40	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml
	17:00-17:10	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml	150 ml
	17:30-17:40	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
	Protocolo Atleta 2					
	Hora/día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	16:00-16:10	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
	16:30-16:40	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
	17:00-17:10	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
	17:30-17:40	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml

El protocolo de ingesta de líquido se aplicó por tres semanas al grupo experimental. Durante este periodo se logró un estado de balance hídrico llamado euhidratación en 0.21% y 0.37%. Además, disminuyó el nivel de fatiga de los participantes por uno o dos puntos. El grupo de control presentó un estado de deshidratación leve en -1.39% y -1.45%, y el nivel de fatiga aumentó por un .5 en promedio (Tabla 3). La ingesta controlada de líquido durante el entrenamiento permitió que los gimnastas crearan el hábito de una ingesta paulatina. Además, los gimnastas adquirieron gusto por beber agua natural, mismo que parecía no presentarse con anterioridad. Esto permitió a los deportistas tener una hidratación adecuada a sus necesidades. Además, favoreció la ejecución de los ejercicios de entrenamiento con un ritmo continuo y eficaz sin la necesidad de recurrir al permiso constante que interrumpiera el propio entrenamiento para salir a hidratarse.

**Tabla 3**

*Niveles de sudoración y peso corporal post-prueba*

Evaluación post-aplicación de protocolo de hidratación individual									
Grupo	Fecha 15/11/21 Atleta/U. medida	Peso inicial Kilogramos	Peso final Kilogramos	Agua ingerida Litros	TS L/H	Ejercicio Horas	Estad o H %	PI botella Litros	PF botella Litros
Experimental	A1	27.1	27.2	.500	.300	2	.37	1.000	.500
	A2	24.2	24.3	.400	.175	2	-.21	.500	.100
Control	A3	28	27.6	.200	.300	2	1.45	.500	.300
	A4	29.1	28.7	.300	.350	2	1.39	.500	.200

El grupo de control demostró que la la deshidratación y el estado de fatiga están relacionados con la ingesta de agua. El grupo experiental que logró finalizar la sesión con cercanía a la euhidratación, además de contar con un nivel de fatiga más bajo (Tabla 4).



**Tabla 4**

*Comparación de resultados Test EVA-fatiga pre y post-prueba y tiempo efectivo de realización de entrenamiento*

Grupo	Atleta	Diagnóstico	Evaluación	Diferencia	Tiempo efectivo promedio por entrenamiento
Experimental	1	8	6	-2	98 min
	2	6	5	-1	102 min
Control	3	8	8	0	87 min
	4	7	8	+1	84 min

## 4. Discusión y conclusiones

Los gimnastas del grupo experimental comenzaron los entrenamientos con un ritmo continuo durante las repeticiones de los ejercicios. El grupo de control expresó un mayor nivel de fatiga, a diferencia del grupo experimental, quien concluía los entrenamientos con una expresión tranquila. A partir de lo anterior, los deportistas buscaron ingerir líquidos de forma adecuada. Tanto los entrenadores como los padres de familia optaron por tomar en cuenta la hidratación como base importante del entrenamiento deportivo y de la salud. Los participantes del grupo experimental dieron comentarios positivos respecto a su rendimiento durante los entrenamientos. De este modo se comprobó que la fatiga muscular está relacionada con la presencia de deshidratación y disminuye a partir de un estado de euhidratación.

El estudio permitió que los gimnastas del grupo experimental identificaran su necesidad hídrica individual. Debido a que el grupo de control y otros gimnastas que no participaron en el estudio observaron beneficios en sus compañeros que siguieron una hidratación estratificada e individualizada mostraron interés en su consumo de agua durante los entrenamientos. Los gimnastas mantuvieron un ritmo continuo en las repeticiones de los ejercicios durante su entrenamiento. La ingesta de agua controlada ayudó a mejorar su tiempo de entrenamiento deportivo y controló la fatiga. Los resultados obtenidos permiten que entrenadores y atletas controlen la ingesta de agua durante los entrenamientos. Los participantes del proyecto fueron menores de edad en una etapa prepuberal, a quienes se les retiraron las bebidas procesadas con nutrientes no propios de los líquidos para la ingesta de agua simple.

Para futuros estudios se debe incluir una estrategia hídrica más completa enfocada en el pre-entrenamiento, entrenamiento y post-entrenamiento; considerar la reposición de electrolitos; y la compensación de las reservas de sustratos energéticos.

### Agradecimientos

Se agradece a la Academia de gimnastas las facilidades para la realización de este estudio, así como el apoyo a los participantes.

## Conflictos de interés

La investigación fue financiada en su totalidad por los investigadores. Se declara que no hubo algún tipo de conflicto de interés.

## Referencias

- Fernández de Landa, J., Strunk, R., Fernández, J., Jiménez, S., & Palacios, N. (2018). Análisis de los patrones de hidratación de gimnastas de élite. Intervención para mejorar el rendimiento. *Archivos de medicina del deporte*, 35(5), 289-297. [https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or01\\_landa.pdf](https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or01_landa.pdf)
- Gómez-Campos, R., Cossio-Bolaños, M. A., Brousett Minaya, M., & Hochmuller-Fogaca, R. T. (2010). Mecanismos implicados en la fatiga aguda. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 10(40), 537-555.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Morente Montero, Á., & Llorente Cantarero, F. J. (2020). Hidratación y deshidratación en la actividad física y el deporte. Wanceulen Editorial S. L.
- Parodi Feye, A. S. (2018). Composición de las bebidas deportivas: efectos sobre la hidratación y el rendimiento. *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*, 11(11), 45-53.
- Roses, J. M., & Pujol, P. (2006). Hidratación y ejercicio físico. *Apunts Medicina de l'Esport*, 41(150), 70-77. <https://www.apunts.org/es-hidratacion-ejercicio-fisico-articulo-X0213371706940785>
- Sellés López de Castro, M. C., Martínez-Sanz, J. M., Mielgo-Ayuso, J., Selles, S., Norte-Navarro, A., Ortiz-Moncada, R., & Cejuela, R. (2015). Evaluación de la ingesta de líquido, pérdida de peso y tasa de sudoración en jóvenes triatletas. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19(3), 132-139. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.3.146>
- Solera Herrera, A., & Aragón-Vargas, L. F. (2006). Deshidratación y sobrehidratación voluntarias durante el ejercicio en el calor: posibles factores relacionados. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 4(1), 22-33. <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v4i1.410>
- Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J., Julia-Sánchez, S., & Álvarez-Herms, J. (2013). Protocolo de hidratación antes, durante y después de la actividad físico-deportiva. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 31, 57-76.

# Transdigital<sup>®</sup>

revista científica

La revista científica *Transdigital* está indizada en varias bases de datos y evalúa los textos con el sistema de pares de doble ciego. Se admiten Artículos de investigación y Ensayos científicos. Opera con el modelo de *publicación continua*, de manera que se reciben textos todo el año. Consulta los costos de publicación y los lineamientos editoriales en la página oficial. Una vez admitido, el artículo se publicaría en máximo 30 días naturales. Preferentemente, hasta tres autores(as) por texto.

**[www.revista-transdigital.org](http://www.revista-transdigital.org)**

# Transdigital<sup>®</sup>

editorial

La Editorial Transdigital publica libros de carácter científico y académico. Se pueden publicar tesis de posgrado, una vez que han sido sometidas al sistema de evaluación de pares de doble ciego. Podemos cotizar tu libro si nos dices cuántas palabras tiene. El libro también se promocionaría en *Google Books*, *Amazon Kindle*, *Google Play*, *Scribd* y *iBooks de Apple*. Conoce los detalles en:

**[www.editorial-transdigital.org](http://www.editorial-transdigital.org)**

# Transdigital<sup>®</sup>

congreso virtual

Anualmente se realiza el *Congreso Virtual Transdigital*. Este evento académico se realiza de manera totalmente virtual. Las ponencias serán publicadas como capítulo de libro científico con ISBN, DOI y código de barras. La inscripción se realiza por texto, con un máximo de tres autores(as). Consulta los detalles de la inscripción en:

**[www.congreso-transdigital.org](http://www.congreso-transdigital.org)**

