

Análisis de los patrones de hidratación de gimnastas de élite. Intervención para mejorar el rendimiento

Julen Fernández de Landa¹, Robert Strunk¹, Jorge Fernández¹, Sergio Jiménez², Nieves Palacios¹

¹Centro de Medicina del Deporte. AEPSAD. Consejo Superior de Deportes.

²Universidad Europea de Madrid.

Recibido: 17.01.2018

Aceptado: 29.01.2018

Resumen

Introducción: La gimnasia artística masculina es un deporte practicado de forma individual con 6 aparatos diferentes. Es una modalidad de alta intensidad e impacto. Una correcta hidratación es importante para evitar la disminución del rendimiento y reducir el riesgo de lesiones por fatiga.

Material y método: Se analizan los patrones de hidratación de deportistas de la selección española de gimnasia artística durante el entrenamiento, se calculan sus requerimientos individuales de líquido, y se pauta hidratación personalizada, con el objetivo de mejorar el rendimiento. En la investigación han participado 9 gimnastas de élite varones. Cada uno completó 2 entrenamientos iguales separados por una semana; el primero con su pauta habitual de hidratación (HAB) y el segundo mediante una hidratación individualizada, según el cálculo de sus necesidades con bebida para el deportista (POW). A todos se les pesó, y midió la densidad y osmolaridad de orina, antes y después del entrenamiento; al final de cada sesión se pasó un cuestionario de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) y se realizó un test de rendimiento.

Resultados: Se observa que: i) POW aumentó significativamente la ingesta de bebida respecto a HAB durante el entrenamiento (HAB: $0,57 \pm 0,2$ L, POW: $0,90 \pm 0,2$ L), ii) POW aumentó el número de dominadas y el total de repeticiones (HAB: $67,13 \pm 4,9$ repeticiones, POW: $72,63 \pm 5,7$ repeticiones), iii) HAB redujo la masa corporal de forma significativa después del entrenamiento iv) POW presentó valores inferiores de densidad de orina tras el entrenamiento y el% de pérdida de masa corporal fue insignificante (HAB: $0,44 \pm 0,2\%$, POW: $0,01 \pm 0,1\%$), v) No hubo diferencias en la osmolaridad de orina, la PSE, el número de repeticiones en flexiones de tronco y flexiones verticales entre HAB y POW.

Conclusión: La hidratación individualizada para cada deportista con la bebida adecuada mejora el rendimiento durante el entrenamiento.

Palabras clave:

Deshidratación. Bebida. Ejercicio. Equilibrio hídrico.

Analysis of hydration patterns of elite gymnasts. Intervention to improve performance

Summary

Introduction: Male artistic gymnastics is a sport practiced individually with 6 different apparatus. It is a modality of high intensity and impact. Adequate hydration is important to avoid a decrease in performance and to reduce the risk of fatigue injuries.

Material and method: The hydration patterns of the Spanish artistic gymnastics team are analyzed during training, their individual liquid requirements are calculated, and a personalized hydration is prescribed, with the aim of improve performance. In the research, 9 male elite gymnasts participated. Each one completed 2 equal workouts separated by one week; the first with his usual hydration pattern (HAB) and the second one with an individualized hydration, according to the calculation of their needs with sport drink (POW). All were weighed, and measured the specific gravity and osmolality of urine, before and after training; At the end of each session a rated perceived exertion questionnaire (RPE) was passed and a performance test was carried out.

Results: It is observed that: i) POW significantly increased the drink intake in comparison to HAB during training (HAB: 0.57 ± 0.2 L, POW: 0.90 ± 0.2 L), ii) POW increased the number of pull-ups and total repetitions (HAB: 67.13 ± 4.9 repetitions, POW: 72.63 ± 5.7 repetitions), iii) HAB reduced body mass significantly after training iv) POW presented lower values of urine specific gravity after training and the% of body mass lost was negligible (HAB: $0.44 \pm 0.2\%$, POW: $0.01 \pm 0.1\%$), v) There were no differences in the urine osmolality, the PSE, the number of repetitions in hanging pikes and handstand push-ups between HAB and POW.

Conclusion: Individualized hydration for each athlete with the appropriate drink improves performance during training.

Key words:

Dehydration. Drink. Exercise. Water balance.

Accesit a la Mejor Comunicación Oral presentada en las VII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte. Zaragoza, 24-25 novbre 2017

Correspondencia: Julen Fernández de Landa

E-mail: Julenfdl@hotmail.com

Introducción

La gimnasia artística masculina es un deporte practicado de forma individual que se realiza con 6 aparatos diferentes: suelo, caballo con arcos, anillas, salto de potro, barras paralelas y barra fija¹. Cada ejercicio tiene una duración promedio entre 6 (salto de potro) y 60 (suelo) segundos², siendo la ejecución de la técnica de cada ejercicio fundamental a la hora de puntuar¹. Es una modalidad de alta intensidad e impacto que conlleva un elevado riesgo de lesión³. Esto constituye un problema para estos deportistas, pues sufren aproximadamente 2 lesiones por año³, causando la pérdida de muchas horas de entrenamiento deportivo. Por lo tanto, la prevención de estas lesiones, sobre todo de las extremidades superiores⁴, es de importancia capital para conseguir una continuidad en el entrenamiento, en aras de un máximo rendimiento.

Los factores causantes de las lesiones en la práctica de esta disciplina son numerosos, siendo los más relevantes una técnica incorrecta en la ejecución del gesto deportivo, la falta de material para la protección del deportista y la fatiga del mismo^{5,6}.

El estado de hidratación y la fatiga están inversamente relacionados, de manera que, tanto durante el entrenamiento como en la competición, es de vital importancia mantenerse bien hidratado para evitar la disminución en el rendimiento físico y reducir el riesgo de lesiones^{7,8}.

Arnaoutis *et al.*⁹ calcularon la deshidratación producida durante el entrenamiento en cinco deportes diferentes: gimnasia artística, natación, piragüismo, baloncesto y corredores, siendo los deportistas de gimnasia artística los que más deshidratados acabaron el entrenamiento, con una pérdida del 1,7±0,07% de la masa corporal.

El agua, durante el ejercicio físico, cumple diferentes funciones: refrigeración del organismo, ayudando a liberar el exceso de calor producido, aporte de nutrientes a las células musculares, eliminación de sustancias de desecho y lubricación de las articulaciones¹⁰.

Además, el agua es un nutriente fundamental ya que está involucrada en prácticamente todas las funciones del organismo humano y es su principal componente, en torno al 60% de la masa corporal de los hombres adultos¹¹. Por lo que su ingesta adecuada es fundamental¹⁰.

El equilibrio hídrico se mantiene cuando la pérdida de agua se compensa mediante la ingesta de bebidas y alimentos más su producción por parte del metabolismo¹¹, como se muestra en la Tabla 1.

La deshidratación puede perjudicar el rendimiento durante la práctica deportiva, agravándose cuanto mayor sea el% de pérdida de masa corporal durante la realización de esta¹³, como se puede observar en la Tabla 2.

Tabla 1. Consumo y pérdida de agua diaria en una persona sedentaria¹².

Consumo hídrico diario (mL)		Excreción hídrica diaria (mL)	
Bebidas	1500	Orina	1500
Alimentos	1000	Heces	200
Agua metabólica	300	Pulmones	350
		Piel (sudor)	750
Total	2800	Total	2800

Tabla 2. Síntomas que produce la deshidratación, dependiendo del porcentaje de deshidratación¹³.

% de deshidratación	Síntomas
1%	Causa sed.
5%	Malestar, fatiga, pérdida de apetito.
7%	Dificultad en la salivación y deglución.
>10%	Dificultad de deambulación con descoordinación y espasticidad.
15%	Delirio, sequedad de piel, dificultad para beber agua.
>20%	La piel se agrieta y sangra. Por encima estaría la muerte.

Tabla 3. Estado de hidratación a través de la densidad y osmolaridad de orina²¹.

	Bien hidratados	Euhidratados	Hipohidratados
Densidad de orina	<1,013	1,013-1,029	>1052
Osmolaridad de orina (mOsm/Kg)	<442	442-1052	>1029

A pesar de que en algunas modalidades deportivas se ha podido medir el efecto de la deshidratación en el rendimiento¹⁴⁻¹⁷, no hay ningún estudio que analice las consecuencias que puede tener un estado de hidratación por debajo de los niveles óptimos en la modalidad de gimnasia artística.

El objetivo de beber durante el ejercicio es prevenir la deshidratación excesiva (>2% de la masa corporal) y alteraciones en el balance de electrolitos que puedan afectar al rendimiento deportivo¹⁸.

La valoración del estado de hidratación se puede calcular mediante el cambio de masa corporal, que es el método más realista¹⁹, analizando la densidad y osmolaridad de orina entre otros procedimientos²⁰. En la Tabla 3 se muestran los estados de hidratación a través de estos últimos métodos.

La bebida para el deportista es el líquido más adecuado para evitar la deshidratación durante el ejercicio físico²². Según el consenso sobre bebidas para el deportista²², de la Federación de Medicina del Deporte (FEMEDE), estas deben contener más de 80 Kcal/L y un máximo de 350 Kcal/L, siendo al menos el 75% de las calorías provenientes de los hidratos de carbono de alto índice glucémico (glucosa, sacarosa, maltodextrina). La concentración de los hidratos de carbono no puede ser mayor del 9% (90 g/L) y la de sodio debe estar entre 460 mg/L (20 mmol/L) y 1150 mg/L (50 mmol/L).

La ingesta de sodio tiene una gran importancia, ya que su disminución en sangre durante los esfuerzos físicos puede provocar situaciones de hiponatremia de máxima gravedad²². También ayuda a mejorar la hidratación pues incrementa la sensación de sed, por lo que se sigue bebiendo y, además, aumenta la cantidad de agua retenida en el organismo¹¹. Por otro lado, los hidratos de carbono ayudan a mantener la

glucemia en sangre y por lo tanto intervienen en el ahorro del glucógeno muscular, retrasando la aparición de fatiga²².

La cantidad de líquido a ingerir depende de la tasa de sudoración individual, intensidad, duración del ejercicio, la ropa deportiva, del movimiento del aire y de la humedad, entre otros factores¹⁹.

Por todos estos motivos, se considera relevante realizar un estudio de la influencia en el rendimiento de la hidratación en la modalidad de gimnasia artística.

Objetivo

El objetivo de este estudio es:

- Analizar los patrones de hidratación en deportistas de gimnasia artística de alta competición.
- Valorar los requerimientos individuales específicos, con objeto de mejorar su rendimiento deportivo.

Hipótesis

La hipótesis de este trabajo consiste en comprobar que:

- Los deportistas de gimnasia artística no se hidratan apropiadamente.
- Los gimnastas mejoran el rendimiento mediante una hidratación adecuada e individualizada durante una sesión de entrenamiento, con bebida para el deportista.

Material y método

En el estudio participaron 9 deportistas varones de la selección nacional española de gimnasia artística que entrenan en el Centro de Alto Rendimiento de Madrid; con edad media de $18,13 \pm 1,96$ años, altura de $1,68 \pm 0,07$ m, masa corporal de $60,04 \pm 11,37$ Kg y experiencia de entrenamiento en el alto rendimiento de $3,25 \pm 1,49$ años.

Todos los sujetos pasaron un reconocimiento médico que incluía: historia clínica, deportiva y dietética, exploración clínica y análisis de sangre y orina. Fueron informados sobre todos los aspectos del trabajo y firmaron el consentimiento para la participación en el estudio. Declararon no presentar ninguna enfermedad que pudiera alterar los resultados de la investigación.

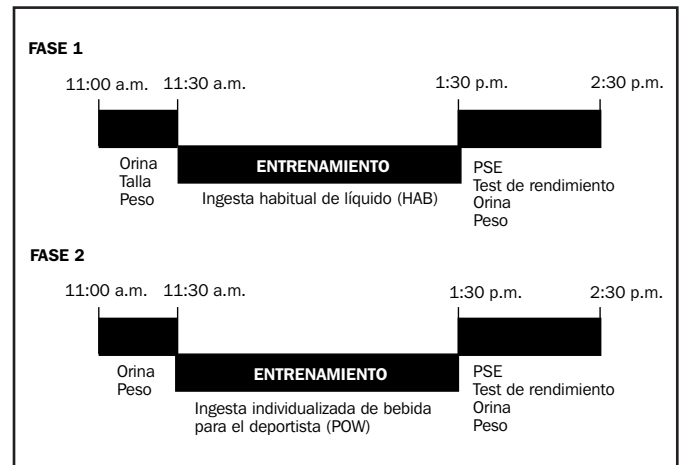
Procedimientos

Este estudio se ha realizado mediante un diseño experimental con grupo control y medición pre-post.

Los entrenamientos para la toma de datos del estudio se realizaron el mismo día de la semana a la misma hora, con una semana de diferencia. Los sujetos hicieron una ingesta de alimentos e hidratación habitual sin que esta cambiase durante el estudio y se comprometieron a no empezar a tomar suplementos alimenticios en el período de tiempo que duraba el estudio. Esta investigación fue separada en dos fases diferentes, como se muestra en la Figura 1.

- FASE 1 (HAB): Los gimnastas fueron pesados 30 minutos antes del entrenamiento (11:00) con un analizador de composición corporal y se les recogió una primera muestra de orina. El entrenamiento comenzó a las 11:30. Se les pidió que no orinasen y que entrena-

Figura 1. Representación esquemática de la metodología. PSE, percepción subjetiva del esfuerzo.



sen según su forma habitual, tanto en intensidad, como en tipo y cantidad de bebida durante las 2 horas de duración. Tras la finalización del entrenamiento, se les pasó una escala de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) y se les realizó un test de rendimiento deportivo, consistente en tres ejercicios diferentes. Se les recogió una segunda muestra de orina y se les volvió a pesar para calcular el porcentaje de deshidratación.

- FASE 2 (POW): Los gimnastas fueron pesados 30 minutos antes del entrenamiento (11:00) con un analizador de composición corporal y se les recogió una primera muestra de orina. El entrenamiento comenzó a las 11:30. Se les pidió que no orinasen y que entrenasen a una intensidad habitual durante las 2 horas de duración del entrenamiento. Ingerieron una bebida especialmente diseñada para el deportista, en una cantidad calculada de forma individual (ver 2.5. Cálculo de las necesidades de líquido), ajustándose a las necesidades de líquido de cada individuo. La bebida que tomaron fue Powerade® Powder, que contiene un 7% de hidratos de carbono y una concentración de sodio (Na^+) de $22,62$ mmol/L (520 mg/L). Tras la finalización del entrenamiento se les pasó una escala de PSE y se les realizó un test de rendimiento deportivo, consistente en tres ejercicios diferentes. Se les recogió una segunda muestra de orina y se les volvió a pesar para calcular el porcentaje de deshidratación.

Medición de la talla

La altura se midió mediante un estadiómetro (Seca 213) el primer día del estudio, antes de comenzar el entrenamiento.

Análisis de la osmolaridad de la orina y la densidad urinaria

Se tomó una muestra de orina 30 minutos antes del inicio del entrenamiento y una segunda muestra durante la hora siguiente a la finalización del mismo. La orina se recolectó en botes específicos para su recogida, etiquetándose cada uno con el nombre del deportista y un dígito control.

La osmolaridad se calculó a través del método de punto de congelación con un osmómetro (OSMO STATION™ OM-6050). Por otro lado, la densidad se valoró a través de tiras reactivas (Combur 10 Test M) con un sistema automático de urianálisis (URISYS 1800).

Análisis de deshidratación

Los sujetos fueron pesados por primera vez 30 minutos antes de empezar a entrenar, y una segunda vez después de finalizar el entrenamiento. Todas las mediciones se realizaron después de orinar, con la menor cantidad de ropa posible (ropa interior). El porcentaje de deshidratación se calculó teniendo en cuenta la masa corporal de antes de empezar el entrenamiento y la de después de acabarlo, con la fórmula que aparece a continuación:

$$\% \text{ de deshidratación} = \text{Masa ANTES} - \text{Masa DESPUÉS} / \text{Masa ANTES} \times 100$$

Cálculo de necesidades de líquido

Para calcular las necesidades de líquido, se tuvo en cuenta la masa corporal de los deportistas antes y después del entrenamiento y la ingesta de esta durante el mismo.

La toma de bebida se realizó mediante botellines para que fuese más fácil el cálculo. Estos se pesaron antes y después del entrenamiento para calcular la diferencia y así saber la ingesta de líquido real. Se tuvo en cuenta el número de veces que el botellín fue rellenado, en el caso de que algún deportista lo volviese a llenar más de una vez. Estas fueron medidas con una balanza electrónica (Kern PCB 6000-1). Teniendo en cuenta estas variables, se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo:

$$\text{Necesidades de líquido} = (\text{Masa ANTES} - \text{Masa DESPUÉS}) + (\text{Bebida ANTE-Bebida DESPUÉS})$$

Cuestionario de percepción subjetiva del esfuerzo

La escala utilizada para valorar la PSE de los deportistas fue la escala de 10 puntos modificada por Foster *et al.*²³. Consiste en una escala del 0 al 10, en el que el 0 es un estado de agotamiento nulo y el 10 es un estado de agotamiento máximo. Se pasó inmediatamente después de acabar el entrenamiento, y cada uno lo señaló con el dedo. El valor de PSE se realizó por sesión ya que las dos sesiones fueron de la misma duración.

Análisis del rendimiento

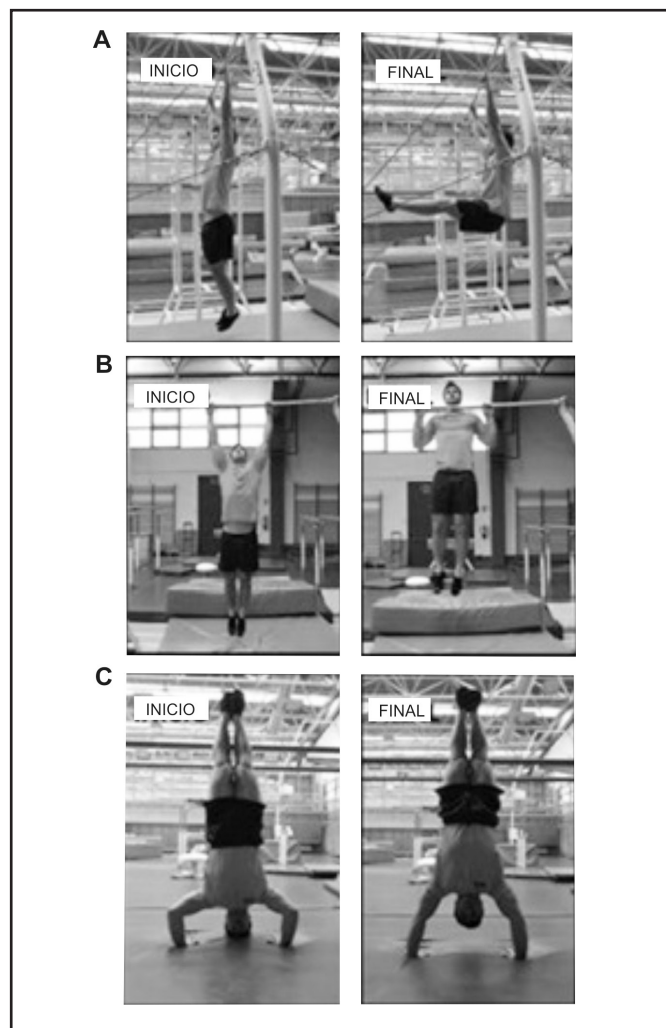
El rendimiento se midió al final de cada sesión de entrenamiento a través de un test específico de gimnasia artística modificado²⁴. Se realizó un circuito con diferentes postas (dominadas, flexiones verticales y flexiones de tronco). Cada posta duraba 30 segundos y se contaron las repeticiones que hicieron en cada una. Se les pidió que realizaran el mayor número de repeticiones posible con la técnica de ejercicio adecuada, como se puede observar en la Figura 2. El tiempo se calculó mediante un cronómetro, (Geonaute W500) y 2 personas estuvieron observando las pruebas para contar las repeticiones.

Flexiones de tronco

Inicio: Totalmente extendido.

Durante: No realizar balanceos con el tronco y mantener las piernas extendidas.

Figura 2. Repetición completa de una flexión de tronco (A), dominada (B) y flexión vertical (C).



Final: Las piernas están en paralelo al suelo.

Dominadas

Inicio: Brazos totalmente extendidos.

Durante: No realizar balanceos.

Final: La barbilla pasa la barra.

Flexiones verticales

Inicio: La cabeza roza el suelo.

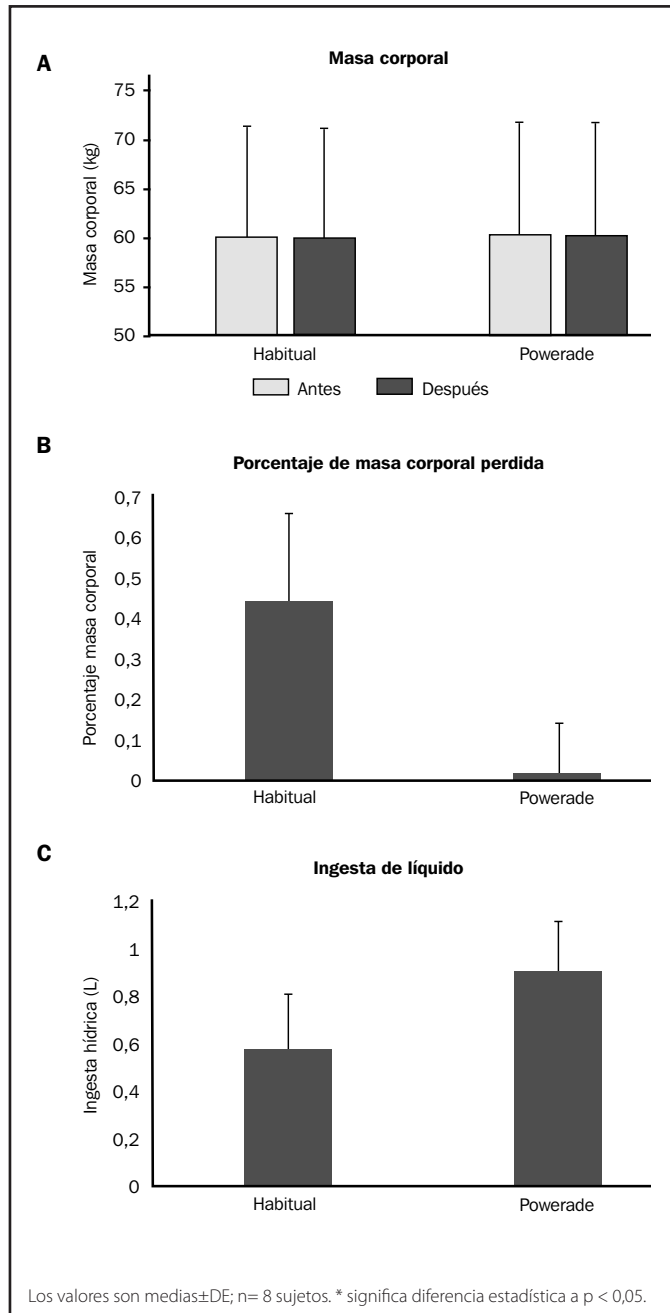
Durante: No realizar balanceos.

Final: Totalmente extendido.

Análisis estadístico

El análisis estadístico realizado se centró en valores de media y desviación estándar (DE). Debido a la muestra del estudio inferior a 30 sujetos (Pardo y Ruiz, 2004), se optó por realizar estadísticas no para-

Figura 3. Cambios en la masa corporal antes y después de un entrenamiento de gimnasia artística (A), % de masa corporal perdida al final del entrenamiento (B), ingesta hídrica durante el entrenamiento (C) por los diferentes grupos.



Resultados

De los 9 deportistas que iniciaron el estudio, uno no pudo acudir a las pruebas del último día. Los resultados se corresponden a los 8 deportistas que realizaron el estudio completo.

Masa corporal

Los cambios de la masa corporal de los deportistas durante los días del estudio se muestran en la Figura 3a.

Durante la primera fase del estudio, cuando los deportistas realizaron su ingesta habitual de líquido (HAB), variaron de $60,04 \pm 11,37$ a $59,78 \pm 11,32$ Kg de masa corporal tras el entrenamiento ($p=0,040$), siendo la diferencia significativa, con una pérdida de $0,44 \pm 0,22\%$ de la masa.

En la segunda fase, se dio a los deportistas la cantidad y composición adecuada de bebida (POW) siendo las cifras antes y después del entrenamiento de $60,35 \pm 11,40$ y $60,35 \pm 11,41$ Kg respectivamente ($p=0,931$), sin haber cambios significativos, con una pérdida de masa de $0,01 \pm 0,13\%$.

La diferencia de porcentaje de masa corporal entre HAB ($0,44 \pm 0,22\%$) y POW ($0,01 \pm 0,13\%$) fue significativa ($p=0,025$), mostrándose en la Figura 3b.

Ingesta de líquido

La cantidad de líquido ingerido fue de $0,57 \pm 0,24$ L (HAB) y de $0,90 \pm 0,22$ L (POW), siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p=0,025$), como se puede observar en la Figura 3c.

Análisis de la densidad y osmolaridad de orina

Los cambios de la densidad de orina durante los días del estudio se muestran en la Figura 4a.

Los valores de HAB antes y después del entrenamiento fueron de $1,019 \pm 0,006$ a $1,025 \pm 0,013$ respectivamente ($p=0,317$), sin que el resultado tuviera diferencia estadísticamente significativa.

Durante la fase POW, la densidad de la orina disminuyó de $1,020 \pm 0,003$ a $1,018 \pm 0,005$, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p=0,046$).

Los cambios de la osmolaridad de orina durante los días del estudio se muestran en la Figura 4b.

Los valores de esta variable de HAB antes y después del entrenamiento fueron $982,00 \pm 151,91$ a $966,38 \pm 114,15$ mOsm/Kg respectivamente ($p=0,674$), sin que el resultado tuviera una diferencia estadísticamente significativa.

Durante la fase POW la osmolaridad de la orina disminuyó de $925,75 \pm 133,57$ a $893,63 \pm 96,71$ mOsm/Kg ($p=0,674$), sin que el resultado tuviera diferencia estadísticamente significativa.

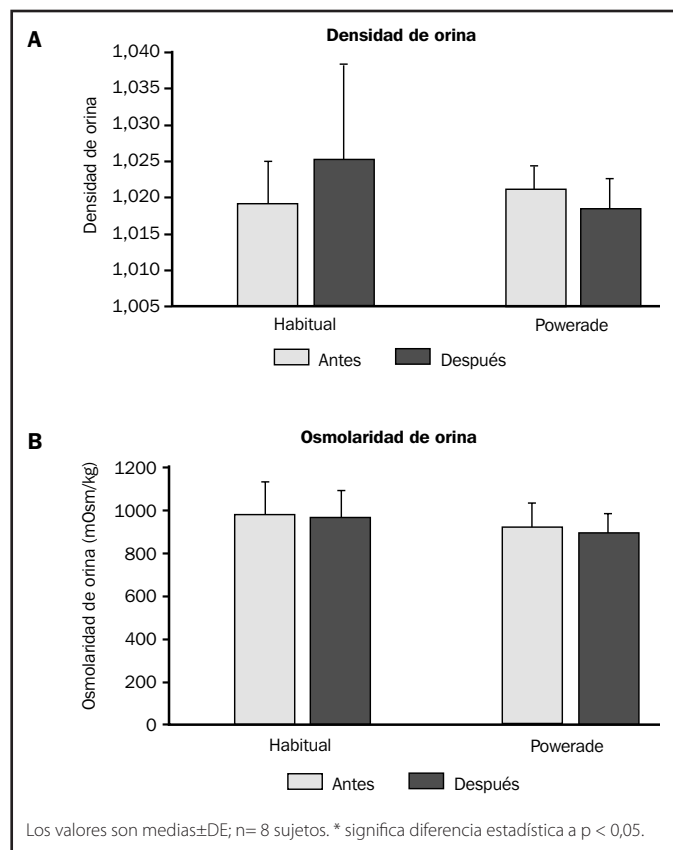
Mediciones del rendimiento

El número de repeticiones de cada ejercicio realizado para medir el rendimiento se muestra en la Figura 5a.

El número de repeticiones de las flexiones de tronco fue de $32,50 \pm 1,31$ repeticiones en HAB y de $32,63 \pm 1,69$ repeticiones en POW,

métricas. Por este motivo se empleó el test de Wilcoxon para medidas relacionadas en las diferentes variables de estudio. El nivel de significación fue aceptado con un valor de $p < 0,05$. Toda la estadística se calculó utilizando el software SPSS para Windows (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp).

Figura 4. Densidad (A) y osmolaridad (B) de orina antes y después del entrenamiento en los diferentes grupos.



sin que el resultado tuviera una diferencia estadísticamente significativa (p=0,914).

La cantidad de repeticiones en dominadas fue de 19,13±2,85 (HAB) y de 21,88±3,27 (POW), siendo la diferencia estadísticamente significativa (p=0,027).

El número de repeticiones en flexiones verticales fue de 15,50±5,55 en HAB y de 18,13±3,60 en POW, sin que el resultado tuviera una diferencia estadísticamente significativa (p=0,207).

La suma de las repeticiones totales realizadas fue de 67,13±4,91 en HAB y de 72,63±5,71 POW, siendo la diferencia estadísticamente significativa (p=0,034), como se muestra en la Figura 5b.

Percepción subjetiva del esfuerzo

Los valores de percepción subjetiva del esfuerzo fueron de 6,25±1,39 en HAB y de 6,75±1,49 en POW, sin haber diferencias significativas (p=0,339), como se puede observar en la Figura 6.

En las Tablas 4 y 5 se muestra el resumen de los datos expuestos anteriormente.

Discusión

En este trabajo se investigan los hábitos de hidratación durante un día de entrenamiento habitual, y se calcula la cantidad adecuada de la

Figura 5. Repeticiones de las diferentes pruebas (A) y repeticiones totales (B) realizadas al final del entrenamiento en los diferentes grupos.

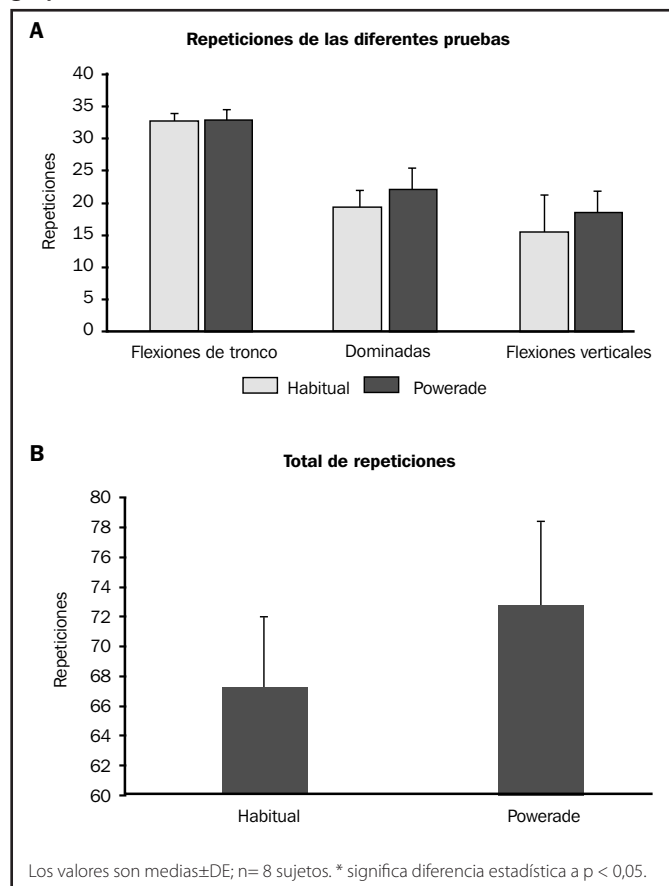
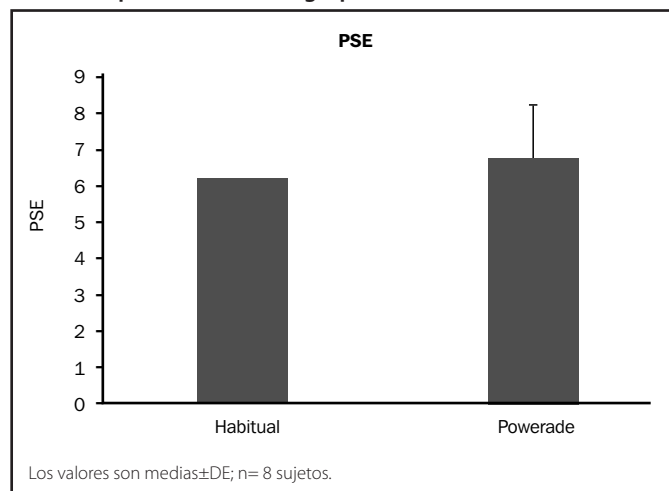


Figura 6. Percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) al final del entrenamiento por los diferentes grupos.



bebida ideal a consumir por los gimnastas con el fin de valorar la mejora de rendimiento, en un segundo día de entrenamiento.

La bebida utilizada en este estudio contiene un 7% de hidratos de carbono y una concentración de Na⁺ de 22,62 mmol/L (520 mg/L),

Tabla 4. Variables medidas antes y después del entrenamiento en los diferentes grupos.

Variable	Grupo	Antes del entrenamiento	Después del entrenamiento	Valor P
Masa corporal (Kg)	Habitual	60,04±11,37	59,78±11,32	0,040
	Powerade	60,35±11,40	60,35±11,41	0,931
Densidad de orina	Habitual	1,019±0,006	1,025±0,013	0,317
	Powerade	1,020±0,003	1,018±0,005	0,046
Osmolaridad de orina (mOsm/kg)	Habitual	982,00±151,91	966,38±114,15	0,674
	Powerade	925,75±133,57	893,63±96,71	0,674

Nota: los valores son medias±DE; n= 8 sujetos.

Tabla 5. Variables medidas al final del entrenamiento en los diferentes grupos.

Variable	Habitual	Powerade	Valor P
Flexiones de tronco (repeticiones)	32,50±1,31	32,63±1,69	0,914
Dominadas (repeticiones)	19,13±2,85	21,88±3,27	0,027
Flexiones verticales (repeticiones)	15,50±5,55	18,13±3,60	0,207
Total (repeticiones)	67,13±4,91	72,63±5,71	0,034
Ingesta de líquido (L)	0,57±0,24	0,90±0,22	0,025
Deshidratación (%)	0,44±0,22	0,01±0,13	0,025
PSE	6,25±1,39	6,75±1,49	0,339

Nota: los valores son medias±DE; n= 8 sujetos; PSE, percepción subjetiva del esfuerzo.

cumpliendo todos los requisitos para ser denominada bebida deportiva, según el consenso de FEMEDE²².

Cada deportista participante se pesó antes y después del entrenamiento para calcular la disminución de la masa corporal durante el ejercicio, ya que es la medida más realista¹⁹ para conocer el grado de pérdida de líquido.

En la fase HAB de este estudio, la pérdida de masa corporal de los gimnastas fue de 0,44±0,22%, por lo que no llegaron a un grado de deshidratación excesiva (>2% de la masa corporal). Estos valores son incluso inferiores a los descritos en el estudio de Arnaoutis *et al.*⁹, con un 1,7±0,07% de pérdida de masa. Por lo tanto, el patrón de hidratación de los deportistas que han participado en este trabajo es aceptable.

Aun así, la hidratación individualizada (POW) de los gimnastas ha funcionado mejor que su ingesta habitual, ya que el porcentaje de pérdida de masa corporal fue de 0,01±0,13% (prácticamente nulo), frente al 0,44±0,22% de HAB. Este resultado puede ser debido a la mayor ingesta de líquido de POW, 0,90±0,22 L *versus* 0,57±0,24 L de HAB, gracias a que siguieron las recomendaciones realizadas a cada uno de manera particular.

Los valores de densidad y osmolaridad urinaria, tanto del grupo HAB como POW antes y después del entrenamiento se encontraron dentro de los rangos de euhidratación, aunque lejos de los valores de "bien hidratados", considerados en este trabajo.

Cabe mencionar que, durante el entrenamiento, la densidad urinaria disminuye en POW significativamente pudiendo ser influenciada sobre todo por hidratarse con una cantidad de líquido superior. Por otro lado,

la densidad aumenta ligeramente en HAB sin ser significativo, hecho probablemente relacionado una menor toma de líquido.

En el estudio de Arnaoutis *et al.*⁹, donde también se midió la densidad de orina en gimnastas, esta cambió de 1,022±0,004 a 1,024±0,008 después del entrenamiento probablemente, por una deshidratación del 1,7% de la masa. En cambio, en HAB, el cambio de la densidad fue mayor, ya que varió de 1,019±0,006 a 1,025±0,013, pero la bajada de masa corporal fue mucho menor, de un 0,4%. En los dos estudios, esta variable aumenta posiblemente por la disminución de la masa corporal. La diferencia del cambio de la densidad entre estos dos estudios puede ser debido a que es muy variable dependiendo de cada individuo.

A pesar de que las cifras de osmolaridad y densidad entran dentro del estado de euhidratación, tanto antes como después del entrenamiento, están alejados de una hidratación adecuada. Por lo tanto, la hidratación durante el entrenamiento puede no ser suficiente para mantener un correcto equilibrio hídrico, por lo que hay que darle importancia a la hidratación durante todo el día.

Los movimientos para el análisis de rendimiento se han elegido del estudio de Sleeper *et al.*²⁴ para medir el nivel de los gimnastas. De su investigación se han escogido los 3 ejercicios considerados más específicos para esta modalidad deportiva. Los tiempos de duración de cada ejercicio se han reducido a la mitad porque se ha tenido en cuenta la fatiga que provoca el entrenamiento.

El número de repeticiones totales realizadas fue significativamente superior en POW que en HAB. Este dato puede ser debido al ahorro de

glucógeno muscular en POW, al aumentar la glucemia en sangre por el aporte de hidratos de carbono de la bebida ingerida en esta fase.

No hay ningún estudio que mida el rendimiento de los gimnastas cuando se encuentran en estado de deshidratación, por lo que los resultados se comparan con el entrenamiento de pesas, ya que se involucran la mayoría de grupos musculares y el rendimiento también ha sido medido con el número de repeticiones.

En el estudio de Haff *et al.*²⁵, aumentaron el rendimiento con ingesta de bebida para el deportista, antes y durante una sesión de una hora de duración con 16 series de 10 repeticiones en ejercicios isocinéticos de isquiosurales y cuádriceps. En el caso de la investigación de Kraft *et al.*²⁶, una deshidratación del 3% previa a un entrenamiento de fuerza de 3 series con intensidad de 12 RM al fallo y 2 minutos de descanso entre series, con ejercicios que involucraban todo el cuerpo (pres de banca, jalón al pecho, Pres militar, curl de bíceps, extensión de tríceps y prensa de pierna), empeoraron significativamente en el número de repeticiones realizadas. Por lo tanto, una hidratación adecuada puede aumentar el trabajo realizado durante una sesión de entrenamiento, tanto por utilizar la bebida adecuada como por evitar la deshidratación.

La percepción subjetiva del esfuerzo en POW fue superior que en HAB, aunque no lo suficiente para haber diferencias estadísticamente significativas, posiblemente porque no llegaron a una deshidratación excesiva en ninguna de las fases.

En la investigación de Carvalho *et al.*²⁷, se comparaba la PSE en jugadores de baloncesto, tomando bebida deportiva o agua durante un entrenamiento. Siendo los que tomaron bebida deportiva los que menos fatigados se encontraron, pero no lo suficiente como para haber diferencias estadísticamente significativas, al igual que en este estudio.

Por otro lado, en el estudio anteriormente comentado de Kraft *et al.*²⁶, el grupo que se deshidrató un 3% de la masa corporal aumentó significativamente la PSE. Datos que no se relacionan con lo encontrado en esta investigación, posiblemente porque el porcentaje de pérdida de masa en HAB (0,44±0,22%), no llegó a ser tan alta como en este estudio.

Limitaciones

- Existe la posibilidad de un efecto placebo al realizar las pruebas de rendimiento, pues los deportistas pueden sentirse motivados al tomar una bebida a la que no están acostumbrados a ingerir.
- Para ratificar los resultados del estudio, sería conveniente prolongar la duración de las dos fases del estudio, teniendo en cuenta su hidratación durante todo el día.

Conclusión

- Los deportistas de gimnasia artística tienen un patrón de hidratación habitual aceptable, durante sus entrenamientos.
- La hidratación individualizada para cada deportista, es la más adecuada para mantener un estado de equilibrio hídrico durante el entrenamiento.
- Hidratarse de un modo adecuado mejora significativamente el rendimiento en la modalidad de gimnasia artística.

Aplicaciones prácticas

Los datos de este estudio indican que una hidratación individualizada para los gimnastas es la más adecuada tanto para mantener un equilibrio hídrico, como para optimizar el rendimiento.

Por lo tanto, sería importante que el equipo multidisciplinar de profesionales que rodean al deportista tenga en cuenta este modo de hidratación, que se obtiene de una forma sencilla, mediante los datos de pérdida de masa corporal y la ingesta de bebida.

Por otra parte, los deportistas no suelen empezar el entrenamiento en un estado de hidratación ideal. Por lo tanto, se deberían tener en cuenta las recomendaciones generales de ingesta de líquidos antes del entrenamiento, que consisten en torno a 5-10 mL/kg de la masa corporal 2-4 horas antes²⁰. Y también, después del entrenamiento, se debería seguir bebiendo, reponiendo el 125-150% del líquido perdido con una adecuada cantidad de sodio para retener el líquido ingerido y estimular la sensación de sed²⁰. Siempre adaptando estas recomendaciones a las necesidades de cada deportista.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Jemni, M. *The science of gymnastics*. New York. Routledge; 2013. p. 3-8.
2. Jemni M, Friemel F, Lechevalier JM, Origas, M. Heart rate and blood lactate concentration analysis during a high-level men's gymnastics competition. *J Strength Cond Res*. 2000;14(4):389-94.
3. Kolt GS, Kirkby RJ. Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts: a comparison of retrospective and prospective findings. *Br J Sports Med*. 1999;33(5):312-8.
4. Caine DJ, Nassar L. Gymnastics injuries. *Med Sport Sci*. 2005;48:18-58.
5. Marshall SW, Covassin T, Dick R, Nassar LG, Agel J. Descriptive epidemiology of collegiate women's gymnastics injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train*. 2007;42(2):234-40.
6. Oppliger RA, Magnes SA, Popowski LA, Gisolfi, CV. Accuracy of urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2005;15(3):236-51.
7. Goulet E. Pre-exercise hyperhydration: comments on the 2007 ACSM position stand on exercise and fluid replacement. *J Exerc Physiol Online*. 2008;11(2):64-74.
8. Rahnama N, Reilly T, Lees A. Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med*. 2002;36(5):354-9.
9. Arnaoutis G, Kavouras SA, Angelopoulou A, Skoulariki C, Bismipkou, S, Mourtakos S, et al. Fluid balance during training in elite young athletes of different sports. *J Strength Cond Res*. 2015;29(12):3447-52.
10. Gil, A. *Tratado de nutrición*. Tomo IV. Nutrición clínica. Madrid. Médica Panamericana; 2010. p. 187-208.
11. Agostoni CV, Bresson JL, Fairweather-Tait S, Flynn A, Golly I, Korhonen, H, et al. Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*. 2010;8(3):1458-507.
12. Merchant A. Características de las soluciones hidroelectrolíticas y su aplicación durante la actividad física. Una revisión bibliográfica. *efdeportes*. (revista electrónica) 1999 (consultado 09/05/2017). Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd14/hidro.htm>
13. Chicharro JL, Vaquero AF. Fisiología del ejercicio. Madrid. Médica Panamericana; 2010. p. 677.
14. Baker LB, Dougherty KA, Chow M, Kenney WL. Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(7):1114-23.
15. Chevront SN, Carter R, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep*. 2003;2(4):202-8.

16. Montain SJ, Coyle E. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol.* 1992;73(4):1340-50.
17. Nuccio RP, Barnes KA, Carter JM, Baker LB. Fluid Balance in Team Sport Athletes and the Effect of Hypohydration on Cognitive, Technical, and Physical Performance. *Sports Med.* 2017;47(10):1951-82.
18. Sawka MN, Montain SJ, Latzka WA. Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2001;128(4):679-90.
19. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-90.
20. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016;116(3):501-28.
21. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, et al. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 1994;4(3):265-79.
22. Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte.* 2008;15(126):245-58.
23. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):109-15.
24. Sleeper MD, Kenyon LK, Casey E. Measuring fitness in female gymnasts: the gymnastics functional measurement tool. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(2):124-38.
25. Haff GG, Koch AJ, Kuphal KE. The effects of supplemental carbohydrate ingestion on intermittent isokinetic leg exercise. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41(2):216-22.
26. Kraft JA, Green JM, Bishop PA, Richardson MT, Negggers YH, Leeper JD. Impact of dehydration on a full body resistance exercise protocol. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(2):259-67.
27. Carvalho P, Oliveira B, Barros R, Padrão P, Moreira P, Teixeira VH. Impact of fluid restriction and ad libitum water intake or an 8% carbohydrate-electrolyte beverage on skill performance of elite adolescent basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2011;21(3):214-21.