

Estudio del estado de hidratación de futbolistas profesionales mediante diferentes métodos de evaluación de la composición corporal

Guillermo Casas Ares¹, Alberto López Moreno², Fernando García Oliveri², Raquel Blasco Redondo²

¹Universidad de Valladolid. ²Dpto Departamento de pediatría e inmunología, obstetricia y ginecología, nutrición y bromatología, psiquiatría e historia de la ciencia. Universidad de Valladolid.

Recibido: 09.02.2018
Aceptado: 06.03. 2018

Resumen

Introducción: El estado de hidratación del individuo durante la práctica deportiva, es uno de los temas más importantes en la actualidad en relación a la práctica de ejercicio físico, sobre todo, en ambientes calurosos y de duración prolongada (>1h). En el presente estudio, se analiza el estado de hidratación de jugadores profesionales de fútbol, integrantes del Real Valladolid B, durante una sesión de entrenamiento en diferentes épocas del año, con el fin de, además de comprobar su estado de hidratación, poder observar de qué manera influye el clima en dicho estado. Dado que una alteración en el estado de hidratación, será perjudicial para el deportista, afectando tanto a su rendimiento físico, como a su salud, el cumplimiento de una serie de normas y pautas existentes será imprescindible para mantener un estado óptimo de hidratación.

Métodos: Se usaron distintos métodos de evaluación de la hidratación. Un registro de doble pesada, una bioimpedanciometría pre y post entrenamiento, una cineantropometría pre y post entrenamiento y la medición de la densidad de orina únicamente post entrenamiento.

Resultados: Los resultados mostraron diferencias significativas en cuanto a la diferencia de peso entre el pre y post entrenamiento, y en el% de variación de peso entre enero y mayo. La densidad de orina indicó también la aparición de un estado de deshidratación postejercicio. La bioimpedancia y la antropometría mostraron diferencias significativas y una concordancia baja entre ellas, siendo la antropometría la más sensible.

Conclusiones: La diversidad de resultados obtenidos, relacionados con la aparición de un estado de deshidratación en los jugadores en el momento postejercicio, sugiere la necesidad de aconsejar y concienciar a los deportistas sobre el cumplimiento de estrategias de reposición hidroelectrolítica individualizadas, teniendo en cuenta las características propias del individuo, así como las externas a este.

Palabras clave:
Hidratación. Fútbol.
Bioimpedanciometría.
Cineantropometría.
Reposición hidroelectrolítica.

Evaluation of the hydration status in professional football players through different body composition assessment techniques

Summary

Introduction: The hydration status of the individual during sports is currently one of the most important issues in relation to the practice of physical exercise, especially in hot and long-lasting environments (>1h). In the present study, the hydration status of professional football players, members of Real Valladolid B, is analysed during a training session at different times of the year in order to check their hydration status, as well as to observe in which way the climate influences the aforesaid state. Since a variation in the hydration status, whether dehydration or overhydration, is harmful for the athlete, affecting both his physical performance and health. Thus, in order to maintain an ideal hydration status throughout the physical effort, it will be essential to accomplish a set of regulations and guidelines.

Methods: For this purpose, different hydration assessment techniques are used. These techniques comprise a double weight recording, a bioimpedance analysis before and after training, a cineantropometry before and after training, and, only after training, the measurement of the density of the urine.

Results: the results showed differences regarding the different weight obtained before and after training, as well as a variation in the weight percentage between January and May. Urine density also pointed out the manifestation of a state of post-exercise dehydration. Furthermore, the bioimpedance and anthropometry reflected significant differences and low consistency between them, being anthropometry the most accurate method.

Conclusions: the diversity of results obtained, related to the appearance of a state of dehydration in players at the post-exercise moment, suggests the necessity of advising and raising awareness among the athletes about the compliance of the individualized strategies of hydroelectricity replacement, taking into account the personal characteristics of the individual, as well as those that are external to him.

Key words:
Hydration. Football.
Bioimpedance analysis.
Cineanthropometry.
Hydroelectrolytic replacement.

Correspondencia: Guillermo Casas Ares
E-mail: guicasas2@gmail.com

Introducción

El estado de hidratación de los deportistas profesionales es uno de los parámetros medibles en la actualidad que ha demostrado una relación inversa con el rendimiento deportivo y la salud. De esta manera, cualquier alteración que no permita estar al deportista euhydratado (estado óptimo de hidratación) influirá negativamente en su rendimiento y en su salud¹⁻³. Según el American College Sport Medicine⁴, existen diferentes marcadores biológicos útiles para evaluar el estado de hidratación que se pueden observar en la Tabla 1.

Durante la práctica deportiva la temperatura corporal aumenta, esto provoca que el organismo ponga en marcha una serie de mecanismos que potencian la pérdida de este calor (termorregulación): aumenta el flujo sanguíneo en los vasos más próximos a la piel (vasodilatación periférica), así como la secreción de sudor. Este último mecanismo será la vía principal de disipación del calor del organismo durante un ejercicio prolongado, incluso a intensidad submáxima y especialmente en climas cálidos⁵.

La sudoración provocará la pérdida de agua acompañada de electrolitos. Esta pérdida será determinante y no será igual en todos los individuos. Los electrolitos y sales más afectadas por la producción de sudor son el sodio y el cloro dado que el sudor se obtiene de líquidos extracelulares e intracelulares. Trabajos publicados indican que de media se pierden unos 3,2 g de sal por litro de sudor y la eliminación de sudor es de 1-1,5 L por hora de ejercicio⁵.

Para evitar la aparición de alteraciones en el estado de hidratación (deshidratación o hiperhidratación) durante el ejercicio físico, la FEMED/SEMED establece un consenso sobre bebidas para el deportista, composición y pautas de reposición de líquidos⁶, a través del cual se puede obtener la información necesaria para mantener al deportista euhydratado.

El fútbol es un deporte mixto que engloba resistencia física a lo largo de toda la sesión y velocidad en momentos puntuales que

requieren de explosividad. Por otro lado, presenta unas características muy particulares con respecto a la hidratación, dado que los jugadores sólo pueden beber antes y después del partido y en el descanso de este. Implementar una correcta ingesta de líquidos adaptada a las necesidades de cada jugador durante la práctica deportiva, presentaría, sin duda, numerosos beneficios tanto para la salud como para el rendimiento deportivo. Según Monteiro *CR et al.* la reposición hidroelectrolítica media de los jugadores durante la práctica de la actividad es del 50% de las pérdidas que se producen⁷.

Este estudio tiene como objetivo general comprobar el estado de hidratación y si aparecen alteraciones del mismo a lo largo de la práctica deportiva en deportes de equipo, en este caso en el fútbol. Al cual se le añaden los objetivos específicos de evaluar si existen diferencias en el estado de hidratación de los jugadores en función de la climatología y de verificar la fiabilidad de la Cineantropometría y Bioimpedanciometría como métodos de medición y evaluación del Agua Corporal Total.

Material y método

Tipo del estudio

Es un estudio observacional, descriptivo y longitudinal. No existiendo ningún tipo de intervención sobre las variables de estudio. Los jugadores bebieron agua a demanda durante las sesiones, como acostumbraban a hacer, no consumiéndose otro tipo de bebidas distintas al agua. Todos los sujetos del trabajo presentaron una similar exposición al factor de estudio, en este caso, la realización de deporte a nivel profesional en los mismos momentos de la temporada deportiva y bajo condiciones ambientales semejantes, en el momento del entrenamiento. En ellos se evaluó el efecto que puede tener la actividad física y la climatología sobre el estado de hidratación y en consecuencia en el rendimiento deportivo y su salud.

Se analiza el estado de hidratación, durante una sesión de entrenamiento, en diferentes condiciones climatológicas, de jugadores de fútbol profesional, integrantes del equipo Real Valladolid B, que actualmente milita en la segunda división B de la Liga Española. Este análisis se realiza mediante la medición de tres variables que son, agua corporal total, gravedad específica de la orina y la variación del peso corporal.

Población

Dieciocho jugadores de los cuales finalizaron correctamente el estudio catorce de ellos (n=14). Son jugadores de campo (no porteros) varones, elegidos de forma voluntaria para el estudio, todos ellos integrantes del mismo equipo de fútbol profesional, Real Valladolid B.

Para su selección se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- Tener más de 18 años.
- No presentar ningún tipo de lesión que perjudicara el entrenamiento.
- Entrenar al mismo nivel de intensidad, y en las mismas condiciones ambientales.
- No tomar ningún fármaco que influyera en la retención de líquidos o en el estado físico del jugador.
- Ausencia de elementos metálicos en el cuerpo.

Tabla 1. Marcadores biológicos del estado de hidratación en función de su utilidad, validez y punto de corte.

Medición	Utilidad práctica	Validez (cambios agudos y crónicos)	Punto de corte de euhydratación
ACT	Baja	Agudos y Crónicos	<2%
Osmolaridad del Plasma	Media	Agudos y Crónicos	<290 mOsmol
Gravedad específica	Alta	Crónicos	<1020 g/ml
Osmolaridad de la orina	Alta	Crónicos	<700 mOsmol
Peso Corporal (Categoría de la evidencia A)	Alta	Agudos y Crónicos	<1% (Deshidratación excesiva >2%)

ACT: Agua corporal total.

Marcadores biológicos del estado de hidratación en función de su utilidad, validez y punto de corte. Fuente: American College Sports of Medicine, Exercise and fluid replacement. Medicine and Science in Sports and Exercise.

- Firmar y aceptar el consentimiento informado, así como el consentimiento de recogida de muestras biológicas.

Las características de los participantes son: edad (20,8±1,76) años, talla (180,7±4,6) cm, peso (72,8±4,1) kg, e IMC (22,3±1,6) kg/m². Debido a que la muestra extraída no es representativa, no se puede generalizar los resultados del estudio al resto de equipos de fútbol profesional.

Para formar parte del estudio, de forma imprescindible, los participantes recibieron la información, de forma clara, concisa y por escrito, sobre este, de tal forma que comprendieran y aceptaran los procedimientos y el uso de sus datos personales, así como de la recogida y análisis de muestras biológicas. El estudio recibió el dictamen favorable del Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud Valladolid Este, Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

Procedimientos

El presente estudio tuvo lugar en dos momentos muy importantes de la temporada deportiva, en cuanto a la preparación física. Los mesociclos en los que se realizaron las mediciones fueron:

- En enero durante el periodo de preparación. Justo a la vuelta de las vacaciones de Navidad.
- En mayo durante la fase de competición coincidiendo con las últimas semanas de la temporada deportiva. (Tabla 2).

La selección de estos mesociclos se hizo en base a una similar carga de trabajo.

Para el registro de la temperatura y la humedad relativa del ambiente se recurrió a los datos proporcionados por la Agencia Española de Meteorología. Las temperaturas y humedades relativas (HR) fueron (3,2±2,1) °C y (76,7±12,4) % HR en la primera toma de datos en enero y (13,2±6,3) °C y (59±14,9) % HR en la segunda toma de datos en mayo.

El registro de la Doble Pesada y el % de agua corporal total fueron registrados mediante bioimpedancia eléctrica, usando el monitor de composición corporal BC-601 de TANITA, y respetando estrictamente el protocolo de medición en cuanto a la ausencia de elementos metálicos en el cuerpo. Teniendo en cuenta el interés de realizar un estudio observacional de los cambios de la composición corporal producidos como consecuencia de la ingesta o no de líquidos y de la realización de

ejercicio físico, no se respetaron estos criterios restrictivos del protocolo de medición^{8,9}.

Fórmula del% de variación de peso mediante la doble pesada:

$$\frac{[(\text{Peso al inicio (kg)} - \text{Peso al Final (kg)} + \text{Agua ingerida (L)}) / \text{Peso al inicio}] * 100$$

La medición antropométrica se realizó en base al consenso internacional, la Internacional Society for the Avancement of Kinanthropometry (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría) (ISAK, 2001)⁸, siguiendo unas localizaciones concretas basadas en los textos de Ross y Marfell-Jones de 1991⁹, respaldadas por la ISAK y a nivel español, por el Grupo Español de Cineantropometría (GREC)¹⁰. Usando para ello:

- Báscula y Monitor de composición corporal BC-601 de TANITA (precisión 0,1 kg).
- Plicómetro o Lipocalibre Holtain (precisión 0,2 mm).
- Tallímetro de pared (precisión 1mm).
- Cinta métrica: Rosscraft (precisión 1 mm), metálica, estrecha e inextensible.
- Lápiz dermatográfico.

A continuación, los datos se introdujeron en tablas de cálculos para obtener los datos relativos al% de Agua Corporal Total referente a la antropometría. Usando para ello las fórmulas indicadas en la Tabla 3, aplicando la constante de hidratación (73%) de la Masa Magra. Aplicamos esta constante dado que a lo largo de la práctica deportiva se producirá una variación de la constante con lo que solo podremos calcular el pre-entreno asumiendo el error que supone no contar con el reducido% de agua que se encuentra en masa grasa.

También se registró la gravedad específica (GE) o densidad de la orina (DO) post-entrenamiento. La urea (20%), el cloruro de sodio (25%), el sulfato y el fosfato contribuyen la mayor parte de la gravedad específica de la orina normal. Los adultos normales con una ingesta adecuada de líquidos producirán orina de gravedad específica 1016-1022 g/ml durante un período de 24 horas; Sin embargo, los riñones sanos tienen

Tabla 2. Distribución y condiciones de los entrenamientos.

Momento:	Fecha	Hora Pre	Hora Post	Temp. amb C°	Hum rel %
Primera medición enero					
Toma 1	26/01/2017	09:00	13:00	-3°C – 6°C	70
Toma 2	02/02/2017	09:00	13:00	4°C – 7°C	91
Toma 3	09/02/2017	09:00	13:00	0°C – 5°C	69
Segunda medición mayo					
Toma 1	27/04/2017	9:00	13:00	0°C-12°C	65
Toma 2	04/05/2017	9:00	12:30	11°C-25°C	42
Toma 3	11/05/2017	9:00	12:30	10°C-22°C	70

Temp.Amb: Temperatura ambiente en grados C°, Hum rel%: Humedad relativa en porcentaje. Distribución y condiciones de los entrenamientos. Todos los entrenamientos fueron en Valladolid, España. En cada toma se midieron 6 jugadores de la plantilla.

Tabla 3. Fórmulas utilizadas para el cálculo de la densidad corporal, la masa grasa y el agua corporal total a partir de la constante de hidratación de la masa muscular.

<p>Formula de Durning y Womersley, Densidad Corporal, para varones de 20-29 años:</p> $1,1631 - 0,0632 * \text{LOG}(\Sigma 4 \text{Pliegues})$
<p>Fórmula de Siri para %MG:</p> $[(4,95 / \text{DC}) - 4,5] * 100$
<p>Uso de la constante de Hidratación para MM, como método para obtener el ACT:</p> $\frac{(100 \times [0,73 \times (\text{Peso Kg} - \frac{(\% \text{MG} \times \text{Peso Kg})}{100})])}{(\text{Peso Kg})}$

%MG: Porcentaje de masa grasa, MM: Masa magra, ACT: Agua corporal total

Fórmulas utilizadas para el cálculo de la densidad corporal, la masa grasa y el agua corporal total a partir de la constante de hidratación de la masa muscular.

la capacidad de producir orina con gravedad específica que oscila entre 1003-1035 g/ml. Si una muestra aleatoria de orina tiene una gravedad específica de 1023 g/ml o más, la capacidad de concentración puede considerarse normal. La gravedad específica mínima después de una carga estándar de agua debe ser inferior a 1007 g/ml. Las orinas de baja gravedad específica se denominan hipostenúricas, con gravedad específica inferior a 1007 g/ml^{4,11,12}.

En general, los valores normales para la densidad de la orina son los siguientes:

- 1001 g/ml: Baja densidad.
- 1001 - 1020 g/ml: Densidad normal.
- 1020 -1030 g/ml: Indicador de deshidratación
- Más de 1030 g/ml al no ingerir suficientes líquidos.

La recogida de datos se realizó mediante tiras reactivas de análisis de orina DUS-10, A series of Health Mate, las cuales fueron introducidas en los vasos estériles de recogida de muestras durante 2 segundos y leídas a los 60 segundos como indicaba el protocolo. Los valores <1020 g/ml fueron considerados como situación de normohidratación y los >1020 g/ml como indicadores de hipohidratación y/o deshidratación¹³.

Análisis estadístico

La significación estadística usada en el estudio ha sido $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico IBM SPSS 1.0.0.407 para MAC. La normalidad de las variables se determinó mediante el test Shapiro-Wilk ($n < 30$).

Para evaluar si existen diferencias significativas entre las distintas variables (pesos, ACT) se empleó la *T* de Student para variables relacionadas, dada la normalidad de las variables. Para la densidad de la orina dado que no seguía una distribución normal se usó el test de Wilcoxon.

Para comparar la concordancia entre las distintas técnicas de medición del Agua Corporal Total se usó el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI) con un intervalo de confianza del 95%. Además, se expresó gráficamente mediante el análisis de Bland-Altman.

Resultados

Descripción de la muestra

Se seleccionaron 14 jugadores integrantes del Real Valladolid B. Los datos referentes al peso, agua corporal, y densidad de orina se encuentran recogidos en la Tabla 4, distinguiendo entre enero y mayo.

En términos generales se observa:

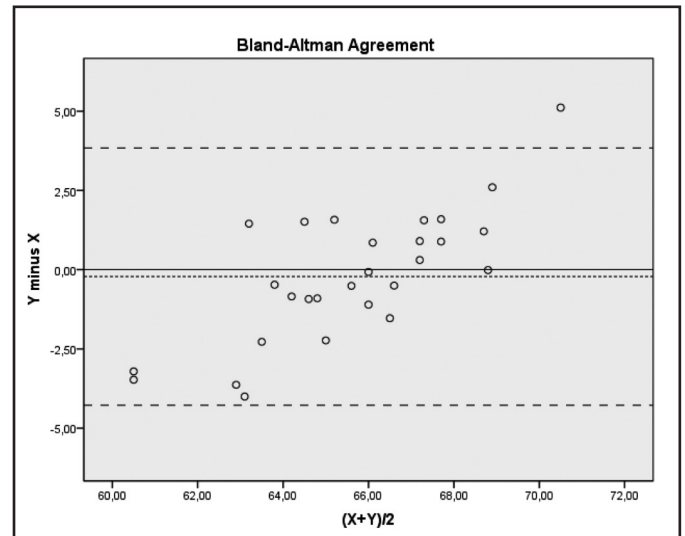
- La ingesta de líquido fue superior en enero que en mayo.
- El % de pérdida de peso corporal es mayor en mayo con respecto a enero.
- La densidad de orina apenas varía entre las dos mediciones.

A continuación, se realiza el análisis estadístico para corroborar si los resultados obtenidos son significativos o no.

Análisis de significación

Salvo la densidad de orina todas las variables evaluadas seguían una distribución Normal.

Figura 1. Representación de Bland-Altman para el análisis de concordancia entre BIA y Cineantropometría.



Representación de Bland Altman para el análisis cualitativo de la Concordancia entre cineantropometría (Siri) y bioimpedanciometría como métodos para la estimación del Agua Corporal Total. Se realiza la media (eje X) y la diferencia (eje Y) de las mediciones para realizar la representación.

Tabla 4. Datos referentes a las diferentes variables medidas.

Datos	Enero	Mayo
Peso Pre-ent (kg)	(72,8±4,1) [65,7-79,8]	(73,4±3,8) [65,7-78,6]
Peso Post-ent (kg)	(72,5±4,1) [65,5-79]	(72,5±3,8) [65,1-77,9]
Agua ingerida (ml)	(750,3±281,0) [388-1260]	(586±197,4) [86-975]
% Peso Perdido (Sin contar el agua)	(0,44±0,55) [-0,71-1,3]	(1,18±0,47) [0,6-2]
% Peso perdido (contando el agua)	(1,47±0,31) [0,94- 2,22]	(1,99±0,55) [1,24- 3,24]
ACT mediante Antropometría Preentren (L)	(66,06±1,53) [62,99-68,81]	(65,56±1,66) [61,75-68,03]
ACT mediante BIA Preentren (L)	(65,77±2,43) [60,5- 68,90]	(65,41±2,49) [60,5-70,5]
ACT mediante BIA Postentren (L)	(66,06±3,11) [60,6- 72,5]	(66,39±2,67) [63,3- 71,8]
Densidad de Orina Post-ent (g/ml)	(1027,5±2,6) [1025-1030]	(1026,8±4,2) [1015-1030]

Pre-ent: Pre entrenamiento, ACT: Agua corporal total, BIA: Bioimpedanciometría, Post-ent: Post entrenamiento, Datos obtenidos referentes a las diferentes variables medidas tanto en enero como en mayo. (Me±DE) [Min-Max].

Variable peso

El análisis estadístico de los datos relativos a los pesos pre y post entrenamiento reflejó una diferencia significativa en ambas mediciones, enero ($p = 0,000$; $p < 0,05$) y mayo: ($p = 0,000$; $p < 0,05$).

Por otro lado, el análisis de los datos relativos al% variación de peso entre enero y mayo reflejó una diferencia significativa entre ambas mediciones ($p=0,001$; $p<0,05$).

Variable agua corporal total

El análisis estadístico de los datos relativos al ACT pre y postentrenamiento, en enero y mayo, medidos mediante Bioimpedanciometría no reflejó una diferencia significativa en enero ($p=0,577$; $p>0,05$) pero sí en mayo ($p=0,003$; $p<0,05$).

El análisis estadístico de los datos relativos al% variación de ACT entre enero y mayo tampoco arrojó una diferencia significativa entre ambas mediciones ($p=0,183$; $p>0,05$).

Variable densidad de orina

Tanto en enero ($1027,5\pm 2,6$ g/ml) como en mayo ($1026,8\pm 4,2$ g/ml) los resultados obtenidos en cuanto a la DO se encuentran muy por encima del valor de referencia del estado de euhydratación (1020 g/ml). Lo que indica que los jugadores finalizan la práctica deportiva en estado de deshidratación.

El análisis estadístico de los datos relativos a la Densidad de la Orina Postentrenamiento no arrojó una diferencia significativa entre las densidades de enero y las de mayo ($p=0,317$; $p>0,05$). Dado que no seguían distribución normal se usó test de Wilcoxon.

Análisis de concordancia

Concordancia de medidas de ACT (CCI) ente BIA y Antropometría:

Se analizan los datos referentes al ACT pre-entrenamiento medidos mediante antropometría y mediante BIA con el fin de ver la concordancia entre ellos.

Para ello, se realizó el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC), el cual, mide el grado de acuerdo o consistencia entre las dos medidas.

El CCI adoptará valores de 0 a 1 y la concordancia aumentará a medida que los valores se acercan a 1. El CCI obtenido fue de:

$$CCI=0,494 \text{ con una } p=0,004$$

Los resultados muestran una diferencia significativa y una concordancia baja entre los dos instrumentos de medida (Antropometría y BIA). Que puede verse representado gráficamente a continuación mediante el método de Bland-Altman (Media (Y-X) = -0,219; IC 95% (-4,277 a 3,838).

Discusión

El objetivo principal de este estudio es comprobar el estado de hidratación y si aparecen alteraciones del mismo a lo largo de la práctica deportiva, en deportes de equipo, en este caso en el fútbol. Ya que la duración de un partido de fútbol es de 90 minutos se ha evaluado el estado de hidratación tras un entrenamiento de similares periodos de tiempo. Teniendo en cuenta, que durante el entrenamiento va a resultar más fácil la reposición hidroelectrolítica que durante la competición (dadas las limitaciones que presentan los jugadores tanto por normativa de juego como por disponibilidad de la bebida) los resultados obtenidos en relación con los tiempos de entrenamiento son posiblemente mejores que los que se podrían obtener durante la competición.

Los resultados obtenidos para la variable cambio de peso corporal, son estadísticamente significativos, lo que válida a esta como método para determinar el estado de hidratación de los jugadores⁴. El punto de corte del estado de deshidratación tomado como referencia^{4,11} es una pérdida de >1%, mientras que >2% supondría una deshidratación excesiva. Las medias de los resultados obtenidos en cuanto a variación de peso son ($1,47\pm 0,31$) y ($1,99\pm 0,55$)% de peso perdido en enero y mayo respectivamente.

En ambos meses el estado de deshidratación, está presente en los jugadores. Cabe destacar que en el caso del mes de mayo el % de perdida es casi próximo a la deshidratación excesiva.

Tanto Da Silva Al et al. en su estudio con futbolistas en 2011¹⁴ como Da Silva RP et al. en 2012¹⁵ obtienen resultados similares en cuanto a% pérdida de peso ($2\pm 0,2$) y ($1,6\pm 0,8$), durante 90 minutos de partido. Sin embargo, Aragón LF et al. en 2009¹⁶ y Duffield R et al. en 2012¹⁷ presentan unos resultados más elevados de % pérdida de peso ($3,4\pm 1,1$) y ($3,4\pm 0,7$) respectivamente. La disparidad de los datos encontrados en diversos estudios puede deberse a diferentes factores que influyen de manera directa o indirecta en la hidratación del jugador¹⁸, tales como la temperatura, la humedad relativa, la ingesta de líquidos antes y durante la actividad, el estado en el que se encuentra el jugador previo a la práctica deportiva, la ingesta que haya realizado previamente, la disponibilidad de líquido durante la práctica deportiva, el esfuerzo que realice en ese determinado momento, etc. Aunque, de manera general, los estudios reflejan que los jugadores de fútbol finalizan la práctica deportiva ya sea entrenamiento, o partido de competición en cierto grado de deshidratación con respecto a la variable% de peso perdido (Tabla 5).

- El agua corporal total fue analizada mediante dos instrumentos de medida diferentes, la cineantropometría (fórmula de Siri y aplicación de la constante de hidratación) y la bioimpedanciometría. La cineantropometría únicamente fue evaluada en el momento pre-entrenamiento con lo que no se realizó estudio comparativo, como ya se ha indicado en el apartado de Material y Métodos.
- La bioimpedanciometría, no arrojó resultados significativos en cuanto a la variación del ACT durante la sesión (90 min) en enero pero sí en mayo. Esto puede ser debido a las diferencias existentes entre ambas mediciones referentes a la temperatura, humedad, ropa que vestían los jugadores, o a otros factores.
- Variable densidad de orina. Se toma como referencia los valores indicativos de normohidratación (<1020 g/ml) y de hipohidratación y/o deshidratación (>1020 g/ml)^{4,11}:
 - Enero: DO= ($1027,5\pm 2,6$ g/ml)
 - Mayo: DO= ($1026,8\pm 4,2$ g/ml)

Ambos indican, la existencia de un estado de deshidratación al finalizar la sesión de entrenamiento (90 min). Los resultados concuerdan con los obtenidos en estudios previos en los que se demostró que los jugadores de fútbol, tras una sesión de entrenamiento o de partido, finalizaban en estado de deshidratación¹⁴⁻¹⁷. Estudios anteriores, también mostraron que el estado de deshidratación existía en jugadores de fútbol, en los momentos previos a la realización de la práctica deportiva basándose en los datos referentes a la densidad de orina^{14-16,19,20}. En este estudio el registro pre-entrenamiento no se realizó por lo que no se puede deducir el estado en el que los jugadores llegaban al entrenamiento, pero sí en el estado en el que finalizaban.

Tabla 5. Comparación del estudio con estudios similares.

Estudios	n/Nivel de jugadores /Sexo	Tipo de actividad/duración/ condiciones	Líquido ingerido (ml)	Deshidratación (% variación del peso)
Aragón-Vargas <i>et al.</i> 2009	17 profesionales Hombres	Partido oficial, 90 min/ 35 ± 1°C, HR = 35 ± 4 %	1948 ± 954	3,4 ± 1,1
Da Silva & Fernández 2003	6 árbitros y 6 asistentes Hombres	Partido, 90 min/ 20 ± 1°C, HR = 77 ± 4%	Árbitros: 320 ± 60 Asistentes: 250 ± 90	Árbitros: 1,6 ± 0,1 Asistentes: 0,6 ± 0,2
Da Silva <i>et al.</i> 2011	10 árbitros Hombres	Partido, 90 min/ 23 ± 1°C, HR = 67 ± 4%	480 ± 90	2,0 ± 0,2
Da Silva <i>et al.</i> 2012	15 profesionales jóvenes Hombres	Partido oficial, 90 min/ 31 ± 2°C, RH = 48 ± 5%	1120 ± 390	1,6 ± 0,8
Duffield <i>et al.</i> 2012	13 profesionales Hombres	Simulación de partido, 100min/ 27 ± 0,1°C, HR= 65 ± 7%	1166 ± 333	3,4 ± 0,7
Gibson <i>et al.</i> 2012	34 profesionales jóvenes Mujeres	Entrenamiento, 90min/ 10 ± 3°C, HR = 63 ± 12%	200 ± 20	0,8 ± 0,7
Kiding <i>et al.</i> 2009	13 profesionales Mujeres	2 entrenamientos, 90min cada uno/ T1: 14 ± 1°C, HR = 71 ± 3%; T2: 6 ± 1°C, HR = 74 ± 3%	T1: 450 ± 250 T2: 379 ± 142	T1: 0,6 ± 0,5 T2: 0,5 ± 0,5
Maughan <i>et al.</i> 2007	20 profesionales Hombres	Partido amistoso, 90min/ 6-8°C, HR = 50-60%	840 ± 470	1,1 ± 0,6
Shirreffs <i>et al.</i> 2005	26 profesionales Hombres	Entrenamiento, 90min/ 32 ± 3°C, HR = 20 ± 5%	972 ± 335	1,6 ± 0,6
Williams & Blackwell 2012	21 profesionales jóvenes Hombres	Entrenamiento, 100min/ 11 ± 1°C, HR = 50 ± 3%	807 ± 557	0,5 ± 0,5
Casas <i>et al.</i> 2018	14 profesionales jóvenes Hombres	Entrenamiento, 90min/ 3,2 ± 2,1 °C, HR= 76,7 ± 12,4%	750,3 ± 281	1,47 ± 0,31
	14 profesionales jóvenes Hombres	Entrenamiento, 90 min/ 13,2 ± 6,3 °C HR= 59 ± 14,9 %	586 ± 197,4	1,99 ± 0,55

Min: Minutos,%HR: Humedad relativa.

Comparación del estudio con estudios similares sobre el estado de hidratación de jugadores profesionales de fútbol. Fuente: Hydration science and strategies in football. Sports Science Exchange¹⁸.

En cuanto a los objetivos secundarios o específicos:

- De las variables medidas en el presente estudio, la única que presentó resultados significativos en cuanto a la influencia del clima en el estado de hidratación, fue la comparación de porcentaje de diferencia de peso que se produce entre enero y mayo. Según esto el ambiente podría estar influyendo sobre el estado de hidratación de los jugadores. Esto concuerda con las evidencias existentes de que los climas calurosos tienen un impacto negativo en el estado de hidratación de los deportistas de manera más importante que en climas fríos^{3-5,19,21}.
- El segundo objetivo específico del estudio es verificar la fiabilidad de la Cineantropometría y Bioimpedanciometría como métodos de medición y evaluación del Agua Corporal Total.

Los resultados obtenidos en el análisis estadístico, arrojan una concordancia baja (CCI=0,494) entre los dos instrumentos de medida. Estos resultados son similares a los de Portao *et al.* quienes analizaron

la concordancia de diferentes aparatos BIA con el método cineantropométrico en 2009^{18,22,23} y en donde los resultados obtenidos tampoco reflejan concordancia entre los dos métodos.

Además del análisis de concordancia, al observar el resto de resultados obtenidos se puede comprobar que la medición de los pliegues cutáneos resulta más sensible a los cambios en la composición corporal y en el Agua Corporal Total, que la BIA. El método cineantropométrico, aun teniendo en cuenta la dificultad de ponerlo en práctica correctamente (personal adiestrado y equipación correcta) y los inherentes errores técnicos de medición que pueden cometerse, es un método de referencia para la estimación de la composición corporal, y se muestra más sensible a la hora de detectar cambios en la composición corporal del deportista, tal y como se expresa en estudios previos. No obstante, los métodos BIA son una alternativa a tener en cuenta cuando no se dispone de medios, material o personal cualificado para realizar las mediciones de los diferentes parámetros antropométricos, teniendo

en cuenta siempre los errores en la medición que acarrea su uso, así como la utilización siempre bajo las mismas condiciones y utilizando las mismas ecuaciones con el fin de minimizar estos errores^{18,22,24}.

La diversidad de resultados obtenidos tanto en la variación de peso, el agua corporal total y la densidad de orina, sugieren la necesidad de individualizar las estrategias de reposición hidroelectrolítica de los jugadores. Teniendo en cuenta las características propias del individuo, así como las externas al deportista: temperatura, humedad relativa, duración del ejercicio, etc.

Según lo anteriormente expuesto se han obtenido las siguientes conclusiones.

Conclusiones

- Es frecuente un incorrecto estado de hidratación en futbolistas jóvenes profesionales, esto provoca la presencia de diferentes niveles de hipohidratación durante la práctica de su actividad deportiva de 90 minutos de duración.
- El % de variación del peso corporal como medida predictiva del estado de hidratación mostró más sensibilidad a los cambios agudos que la medición del Agua Corporal Total.
- El análisis de la densidad de orina puede ser considerado un método correcto y práctico a la hora de evaluar el estado de hidratación del deportista.
- Los ambientes calurosos influyen de manera negativa en el estado de hidratación.
- Es imprescindible aconsejar y concienciar a los futbolistas sobre las pautas de reposición hidroelectrolítica adecuadas para conseguir al menos un estado de euhidratación durante la práctica deportiva.
- La bioimpedanciometría y la cineantropometría no presentan concordancia entre ellas. Siendo mayor la sensibilidad de la cineantropometría. Por este motivo, estos métodos no son equiparables entre sí.

La aparición de diferentes grados del estado de hidratación en los jugadores en el momento postejercicio, sugiere la necesidad de aconsejar y concienciar a los deportistas sobre el cumplimiento de estrategias de reposición hidroelectrolítica individualizadas, teniendo en cuenta las características propias del individuo, así como las externas a este.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Febbraio MA. Alterations in energy metabolism during exercise and heat stress. *Sports Med.* 2011;31(1):47-59.
2. Hargreaves M, Febbraio MA. Limits to exercise performance on the heat. *Int J Sports Med.* 1998;19:115-16.
3. Maughan RJ. Exercise in heat: Limitations to performance and the impact of fluid replacement strategies. Introduction to the symposium. *Can J Appl Physiol.* 1999;24:149-51
4. Sawka MN, Burke LM, Eichler ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:377-90.
5. Sawka MN, Cheuvront S, Kenefick R. Hydration & Aerobic Performance: Impact of Environment. *Sports Sci Exch.* 2015;28:152,1-5.
6. Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Arch Med Deporte.* 2008;126:245-58.
7. Monteiro CR, Guerra I, Barros TL. Hydration in soccer: a review. *Rev Bras Med Esporte.* 2003;4:243-6.
8. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International Standards for Anthropometric Assessment. *NLA.* 2001:1-139.
9. Ross WD, Marfell MJ. Kinanthropometry. Physiological testing of elite athlete. MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editors. London. *Human Kinetics.* 1991:223-308
10. Alvero JR, Cabañas MD, Herrero A, Martínez L, Moreno C, Porta J, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. *Arch Med Deporte.* 2010;139:166-79.
11. Cheuvront SN, Sawka MN. Hydration Assessment of Athletes. *Sports Sci Exch.* 2005;18:1-6
12. Phillips SM, Sykes D, Gibson N. Hydration Status and Fluid Balance of Elite European Youth Soccer Players during Consecutive Training Sessions. *J Sports Sci Med.* 2014;13(4):817-22.
13. Oppliger RA, Bartok C. Hydration testing of athletes. *Sports Med.* 2002;32(15):959-71
14. Da Silva AI, Fernandes LC, Fernandez R. Time motion analysis of football (soccer) referees during official matches in relation to the type of fluid consumed. *Braz J Med Biol Res.* 2011;44(8):801-9.
15. Da Silva RP, Mündel T, Natali AJ, Filho MG, Lima JR, Alfenas RC, et al. Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *J Sports Sci.* 2012;30(1):37-42.
16. Aragón LF, Moncada J, Hernández J, Barrenechea A, Monge M. Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *Eur J Sport Sci.* 2009;9:269-76.
17. Duffield R, McCall AJ, Coutts AJ, Peiffer JJ. Hydration, sweat and thermoregulatory responses to professional football training in the heat. *J Sports Sci.* 2012;30(10):957-65.
18. Laitano O, Luiz J, Baker L. Hydration science and strategies in football. *Sports Sci Exch.* 2014;27(128):1-7.
19. Maughan RJ, Merson SJ, Broad NP, Shirreffs SM. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004;14:333-46.
20. Castro M, Astudillo S, Álvarez C, Zapata R, Zbiden H, Ramírez R, et al. Prevalencia de deshidratación en futbolistas profesionales chilenos antes del entrenamiento. *Nutr Hosp.* 2015;32(1):308-11.
21. Melvin HW, Dawn EA, Eric SR. *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte.* Sol S, Editor. 2ª ed. Barcelona: Paidotribo. 2015;9:447-511.
22. Portao J, Bescós R, Vallejo L. El método antropométrico versus diferentes sistemas BIA para la estimación de la grasa corporal en deportistas. *Arch Med Deporte.* 2009;26:187-93.
23. Portao J, Bescós R, Iruña A, Cacciatori E, Vallejo L. Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: antropometría vs bioimpedancia. *Nutr Hosp.* 2009;24(5):529-34.
24. Rodríguez EC, Holway F, González JA, Saravia F, Rodríguez A, Berral FJ. Impedancia bioeléctrica como método para estimar cambios en los fluidos corporales en remeros. *Arch Med Deporte.* 2009;26:421-42.