



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN ARTÍSTICA Y CORPORAL**

**NIVELES DE DESHIDRATACIÓN EN JUGADORES  
EN EDAD ESCOLAR TRAS LA DISPUTA DE  
PARTIDOS DE FÚTBOL**

**LEVELS OF DEHYDRATION IN SCHOOL-AGE PLAYERS AFTER PLAYING  
FOOTBALL GAMES**

**D. Álvaro Morente Montero**

**2018**

**Directores:**

**Dr. D. Juan Luis Yuste Lucas (UM)**

**Dr. D. José Antonio Pérez Jorge (UCO)**

**Dr. D. Francisco Jesús Llorente Cantarero (US)**

**CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS**

**Córdoba, 27 de febrero de 2018**

TITULO: *Niveles de deshidratación en jugadores en edad escolar tras la disputa de partidos de fútbol*

AUTOR: *Álvaro Morente Montero*

---

© Edita: UCOPress. 2018  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/>  
[ucopress@uco.es](mailto:ucopress@uco.es)

---





**TÍTULO DE LA TESIS:**

**NIVELES DE DESHIDRATACIÓN EN JUGADORES EN EDAD ESCOLAR TRAS LA DISPUTA DE PARTIDOS DE FÚTBOL**

**DOCTORANDO/A:**

D. Álvaro Morente Montero

**INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS**

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

Atendiendo a la evolución y desarrollo de la tesis doctoral, señalar que, tanto la evolución (reuniones preparatorias para el cronograma del trabajo habidos con el doctorando, protocolos a seguir para la recogida de datos, reunión con el centro deportivo y padres de los participantes, etc.) como el desarrollo de la presente tesis doctoral (recogida de datos, análisis de las variables urinarias, entre otros aspectos), han transcurrido bajo lo previsto y la estricta dirección y supervisión de cada uno de los directores.

Por otra parte, y referente a las publicaciones derivadas de la misma, esta ha dado lugar a una publicación en la revista Journal of Sport and HealthResearch.

<http://www.journalshr.com/papers/Vol%209 N%203/JSJR%20V09 3 2.pdf>

291 Morente, A.; Yuste J.L.; Pérez, J.A.; Llorente-Cantarero, F.J. (2017). Effects of an official football-7 match on hydration status on a team of prepubertal children: Pilot Study. Journal of Sport and HealthResearch. 9(3):291-300.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 27 de febrero de 2018

Firma del/de los director/es

Fdo.: Juan L. Yuste Lucas

Fdo. José A. Pérez Jorge

Fdo.: Francisco J. Llorente Cantarero





## **AGRADECIMIENTOS**

En principio, tengo que agradecer su presencia a los miembros del tribunal y, como no puede ser de otra manera, a mis directores de tesis, Dr. D. Juan Luis Yuste Lucas, Dr. D. José Antonio Pérez Jorge y Dr. D. Francisco Jesús Llorente Cantarero, en el plano académico, su aceptación de tal condición sin la cual no se hubiese iniciado y concluido el presente trabajo y, en su desarrollo, sus guías, enseñanzas, consejos y tiempo que me han dedicado facilitándome insoslayablemente poder realizarlo a la altura exigida. Tengo que añadir en la faceta personal una consideración que para mi iguala o incluso supera el apoyo académico, pues sus impulsos motivacionales unidos a sus muestras infinitas de paciencia, respeto y tolerancia han permitido desarrollar este interesante proyecto.

Al Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica de la UM y al Departamento de Educación Artística y Corporal de la UCO, por su apoyo institucional y personal.

A los responsables de los clubes de fútbol, en especial a los entrenadores de cada uno de los equipos participantes en el estudio, que se prestaron y ayudaron incondicionalmente a la intervención y toma de muestras, con lo que supone de interferencias en los protocolos deportivos los días de competición.

A los padres y madres de los niños participantes al dar su consentimiento para que sus hijos fuesen los sujetos experimentales de nuestro estudio y, por supuesto, a ellos, los pequeños futbolistas que aceptaron con normalidad y un comportamiento intachable las exigencias del obligado procedimiento científico.

Quiero agradecer a todos los compañeros, profesores y no profesores, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la UCO, las muestras de interés, apoyo y ánimo que he recibido de ellos y ellas, en especial, por mayor proximidad, a los del Departamento de Educación Artística y Corporal, de los que he sentido, de todos, un empuje inestimable. Asimismo, sin menoscabo hacia los aludidos, quiero expresar mi agradecimiento personal a la profesora D<sup>a</sup> Esperanza Jaqueti Peinado, compañera incondicional desde que iniciamos nuestra bella labor, la de ayudar a los futuros maestros de educación física a crear una sociedad más alegre, más sana y, en definitiva, más feliz, por

encontrarla cuando la he buscado, escucharme cuando le he hablado y, lo mejor de todo, aceptarme como soy.

Y de manera especial a toda mi familia, la intensa y la extensa, que sin ella nada sería igual. Estoy pleno y soy feliz.



*A mis padres,  
que me dieron mucho  
pidiéndome poco,  
pero la tesis...*



## **RESUMEN**

### **Objetivos**

Describir y analizar el nivel de deshidratación producido por un partido de fútbol-7, medido a través de marcadores urinarios, pérdida de peso, porcentaje de peso perdido y tasa de sudoración.

### **Material y métodos**

Este estudio se realizó en tres equipos de fútbol-7, de categoría benjamín, de la ciudad de Córdoba (España). Un total de 34 jugadores prepúberes (de 8 a 9 años de edad) comenzaron el partido en un estado de euhidratación después de un proceso basado en el protocolo de la ACSM (2007), pudiendo beber *ad libitum*. Se determinó su estado de hidratación a través de marcadores urinarios tales como: pH, USG (g / L), Na<sup>+</sup> (mmol / L) y Uosm (mOsm / kg), así como por cambios en la masa corporal (kg), porcentaje de masa corporal perdida y tasa de sudoración (L / h), en el momento basal y justo al terminar el partido.

### **Resultados**

Los jugadores mostraron valores antropométricos dentro del rango normal para su edad y sexo. Se halló un aumento en los valores urinarios y la temperatura corporal al comparar la medición basal con la que se obtuvo tras la disputa del encuentro. La pérdida de masa estuvo próxima al 2% al final del partido, tanto en el conjunto de jugadores como por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego. No se encontraron diferencias con respecto al tiempo cuando se comparan las diferentes posiciones ocupadas.

### **Conclusiones**

Un partido oficial de fútbol-7 conduce a procesos de deshidratación en los niños prepúberes, incluso habiendo comenzado euhidratados y poder beber *ad libitum*. Además, la defensa y los delanteros parecen ser los más afectados, aunque no hay altas diferencias con respecto a las otras posiciones debido al tipo de juego.

**Palabras clave:** niños, competición, deshidratación.



## **ABSTRACT**

### **Objectives**

To describe and analyze the level of dehydration caused by a football-7, measured by urinary markers, weight loss, percentage of weight lost and the sweating rate.

### **Material and methods**

This study was conducted in three football teams-7, from the youngest category of the city of Cordoba (Spain). A total of 34 children (8-9 years old) started the game euhydrated after a hydration process based on a protocol ACSM (2007). hydration status was determined by urinary markers such as pH, USG (g / L), a Na<sup>+</sup> (mmol / L) and Uosm (mOsm / kg), and changes in body mass (kg), percentage of body mass loss and sweat rate (L / h) at baseline and after the game right now.

### **Results**

Players showed anthropometric values within the normal range for their age and sex. An increase in urinary values and body temperature by comparing the baseline measurement with that obtained after the match was found. The mass loss was close to 2% at the end of the match, both players set as demarcations occupied in the field. There was no difference with respect to time were found when different occupied positions are compared.

### **Conclusions**

An official match-7 leads to dehydration processes in young children even having begun euhydrated and to drink *ad libitum*. In addition, the defense and the forwards seem to be most affected, although there are no high differences with respect to other positions due to the type of game.

**Keywords:** children, competition, dehydration.



## ABREVIATURAS

<b>ACSM</b>	American College of Sports Medicine
<b>ACT</b>	Agua corporal total
<b><i>Ad libitum</i></b>	A voluntad
<b>AEP</b>	Asociación Española de Pediatría
<b>ADH</b>	Hormona antidiurética
<b>CDR</b>	Cantidad diaria recomendada
<b>CL</b>	Consumo de líquidos
<b>CMAE</b>	Calambres musculares asociados al ejercicio
<b>CRS</b>	Carga renal de solutos
<b>EAH</b>	Hiponatremia asociada al ejercicio
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority
<b>EHI</b>	European Hydration Institute
<b>EIB</b>	Espectroscopia de impedancia bioeléctrica
<b>FC</b>	Frecuencia cardíaca
<b>FESNAD</b>	Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética
<b>FNB</b>	Food and Nutrition Board (of the Institute of Medicine)
<b>FG</b>	Filtrado glomerular
<b>FF</b>	Fracción de filtrado
<b>FPR</b>	Flujo plasmático renal
<b>FR</b>	Restricción de líquidos
<b>FSR</b>	Flujo sanguíneo renal
<b>HR</b>	Humedad relativa del ambiente
<b>GC</b>	Grasa corporal
<b>g / L</b>	Gramos por litro
<b>IDS</b>	Ingesta diaria sugerida
<b>IE</b>	Intervención educativa
<b>IMC</b>	Índice de masa corporal
<b>Lpm</b>	Latidos por minuto
<b>LEC</b>	Líquido extracelular
<b>L/h</b>	Litros por hora
<b>LIC</b>	Líquido intracelular
<b>MVP</b>	Prolapso de válvula mitral

<b>M ± SD</b>	Media ± desviación estándar
<b>NCAA</b>	National Collegiate Athletics Associations
<b>NATA</b>	National Athletics Trainers Association
<b>PC</b>	Peso corporal
<b>Posm</b>	Osmolaridad del plasma
<b>PRA</b>	Actividad de renina en plasma
<b>REE</b>	Gasto energético en reposo
<b>RNM</b>	Requerimiento nutricional medio
<b>T<sup>a</sup></b>	Temperatura ambiente
<b>TA</b>	Tensión arterial
<b>T<sup>a</sup>C</b>	Temperatura corporal
<b>TS</b>	Tasa de sudoración
<b>Tp</b>	Talla de pie
<b>T.P.</b>	Total de los participantes
<b>Ucol</b>	Color de la orina
<b>Uosm</b>	Osmolalidad de la orina
<b>USG</b>	Gravedad (densidad) específica de la orina
<b>VDR</b>	Valores Dietéticos de Referencia
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Consumo máximo de oxígeno



# **ÍNDICE GENERAL**



# ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	27
<i>Hipótesis</i> .....	31
<i>Objetivos</i> .....	33
2. MARCO TEÓRICO.....	37
2.1. EL AGUA EN EL CUERPO HUMANO. LA IMPORTANCIA DEL EQUILIBRIO HIDRO-ELECTROLÍTICO .....	37
2.1.1. Funciones del agua en el organismo.....	37
2.1.2. Distribución del agua en el cuerpo .....	38
2.1.3. La deseada homeostasis hídrico-electrolítica .....	41
2.1.4. Ingresos de agua .....	42
2.1.5. La sed .....	42
2.1.6. Pérdidas de agua.....	44
2.1.7. La formación de la orina por el riñón.....	46
2.1.8. Requerimientos y recomendaciones .....	49
2.1.9. Recomendaciones generales de ingesta de agua .....	49
2.2. REPOSICIÓN HÍDRICA EN EL ÁMBITO FÍSICO-DEPORTIVO .....	53
2.2.1. Ingesta y reposición de líquidos en el ejercicio físico.....	53
2.2.2. Recomendaciones para antes, durante y después del ejercicio .....	55
2.2.3. Hiperhidratación.....	64
2.2.4. Directrices generales de consumo de líquidos para el niño deportista....	66
2.3. TÉCNICAS DE MEDIDA DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE.....	69
2.5.1. Técnicas de dilución e impedancia.....	70
2.5.2. Indicadores de plasma .....	71
2.5.3. Indicadores en la orina .....	71
2.5.4. Cambios en el peso corporal .....	72
2.5.5. Otras .....	72
2.4. INDICADORES URINARIOS DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN EN LA ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA.....	77
2.6.1. Físicos.....	77
2.6.2. Bioquímicos.....	79

2.5. DESHIDRATACIÓN GENERAL .....	84
2.3.1. Evolución general de su estudio desde una perspectiva clínica .....	84
2.3.2. Tipos de deshidratación.....	87
2.3.3. Efectos generales sobre el organismo .....	89
2.3.4. Efectos en las funciones cognitivas.....	90
2.6. DESHIDRATACIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA.....	95
2.4.1. Influencia de los factores ambientales.....	96
2.4.2. Efectos de la deshidratación en el organismo por ejercicio físico .....	98
2.4.3. Efectos de la deshidratación sobre el rendimiento deportivo.....	100
2.4.4. Deshidratación y deportes individuales.....	103
2.4.5. Deshidratación y deportes de equipo.....	106
2.4.6. Deshidratación y fútbol .....	110
2.4.7. Deshidratación y actividad físico-deportiva en la edad escolar .....	116
2.4.8. Deshidratación y fútbol en la edad escolar.....	120
2.7. VALORACIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN A TRAVÉS DE MARCADORES DE ORINA EN EL ÁMBITO FÍSICO-DEPORTIVO .....	123
2.7.1. En adultos .....	123
2.7.2. En la edad escolar.....	128
2.7.3. En la edad escolar en fútbol .....	133
<b>3. MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>138</b>
3.1. PARTICIPANTES .....	138
3.2. INSTRUMENTOS .....	139
3.3. DISEÑO .....	141
3.3.1. Tipo de diseño .....	141
3.3.2. Variables del diseño .....	141
3.4. PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS .....	138
3.4.1. Procedimientos previos .....	142
3.4.2. Procedimientos para la evaluación de las variables antes y después de los partidos.....	143
3.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	145

<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>148</b>
4.1. DESCRIPTIVOS DE LOS DATOS ANTROPOMÉTRICOS .....	148
4.1.1. Generales: antropométricos y biológicos .....	148
4.1.2. Pliegues, sumatorios y porcentaje de grasa corporal.....	149
4.1.3. Diámetros óseos y perímetros corporales.....	150
4.1.4. Somatotipo.....	151
4.2. ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO .....	151
4.2.1. Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida de PC.....	148
4.2.2. Pruebas de normalidad de las variables urinarias, peso y temperatura corporal.....	153
4.2.3. Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida de PC, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego .....	156
4.2.4. Pruebas de normalidad de las variables de orina, peso y temperatura corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.....	157
4.3. ANÁLISIS COMPARATIVOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO .....	160
4.3.1. Variables derivadas de la pérdida de peso corporal .....	160
4.3.2. Variables urinarias, peso y temperatura corporal.....	161
4.3.3. Variables derivadas de la pérdida de peso corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego .....	166
4.3.4. Variables urinarias, peso y temperatura corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.....	170
4.4. CORRELACIONES .....	179
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>183</b>
5.1. ATENDIENDO AL TOTAL DE LOS DE LOS PARTICIPANTES .....	183
5.1.1. En relación a la pérdida de peso corporal.....	183
5.1.2. En relación a los indicadores urinarios.....	188
5.2. ATENDIENDO A CADA UNO DE LOS PARTIDOS .....	193
5.2.1. Partido de las 10'00 horas .....	194
5.2.2. Partido de las 13'00 horas .....	198
5.2.3. Partido de las 17'00 horas .....	202
5.3. POR DEMARCACIONES OCUPADAS EN EL TERRENO DE JUEGO....	206
5.3.1. Atendiendo al total de los participantes .....	206
5.3.2. Atendiendo a cada uno de los partidos .....	207

<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>215</b>
<b>7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>219</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>223</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>263</b>
ANEXO 1. Diferencias en las reglas de juego del fútbol-7 respecto al fútbol-11 que afectan a nuestro estudio.....	265
ANEXO 2. Cuadro de cronología de resultados de las investigaciones científicas más relevantes sobre la deshidratación en adultos en distintas actividades físicas y deportes .....	266
ANEXO 3. Cuadro de cronología de resultados de las investigaciones científicas más relevantes sobre la deshidratación en adultos en el fútbol.....	269
ANEXO 4. Cuadro de cronología de resultados de las investigaciones científicas más relevantes sobre deshidratación en niños y adolescentes en distintas actividades físicas y deportes .....	270
ANEXO 5. Cuadro de cronología de resultados de las investigaciones científicas más relevantes sobre deshidratación en niños y adolescentes en el fútbol.....	272
ANEXO 6. Cuadro de cronología de resultados de la Uosm en las investigaciones más relevantes en distintos deportes, actividades y edad.....	273
ANEXO 7. Cuadro de cronología de resultados de la USG en las investigaciones más relevantes en distintos deportes, actividades y edad.....	274
ANEXO 8. Artículo: Morente, A., Yuste J. L., Pérez, J. A. y Llorente-Cantarero, F. J. (2017). Effects of an official football-7 match on hydration status on a team of prepubertal children: Pilot Study. <i>Journal of Sport and Health Research</i> . 9(3), 291-300.....	278

# ÍNDICE DE TABLAS

## MARCO TEÓRICO

Tabla 1. Distribución del Agua Corporal Total en los diferentes compartimentos corporales .....	39
Tabla 2. Agua Corporal Total como porcentaje del peso corporal.....	40
Tabla 3. Estimación de pérdidas mínimas y producción de agua diaria.....	45
Tabla 4. Comparación de la pérdida de agua del cuerpo en reposo y en ambiente frío y durante el ejercicio exhaustivo prolongado .....	46
Tabla 5. Comparación entre la IDS propuesta por la FNB (2004), con los VDR publicados por la EFSA (2010).....	52
Tabla 6. Pautas generales de ingesta de líquidos y su composición para antes, durante y después del ejercicio físico competitivo .....	55
Tabla 7. Características de las bebidas deportivas para antes, durante y después del entrenamiento.....	57
Tabla 8. Características de las bebidas deportivas tomadas durante la competición.....	62
Tabla 9. Cronología de las técnicas de medición del estado de hidratación estudiadas por diversos autores .....	74
Tabla 10. Comparación de 13 técnicas de medición del estado de hidratación .....	75
Tabla 11. Tipos de deshidratación.....	88
Tabla 12. Efectos generales de la deshidratación sobre el organismo, según el porcentaje de peso corporal perdido y el peso del sujeto .....	90
Tabla 13. Resultados de las variables de deshidratación estudiadas en un entrenamiento y un partido de fútbol.....	102
Tabla 14. Resultados de las variables de deshidratación estudiadas en partidos de fútbol distinguiendo distintas categorías... ..	116
Tabla 15. Resultados de PC perdido y % de PC perdido en fútbol por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego. ....	122
Tabla 16. Relación entre el porcentaje de peso corporal perdido durante la práctica deportiva y los efectos adversos en el rendimiento deportivo .....	122
Tabla 17. Valores bioquímicos urinarios: basales y postesfuerzo.....	129
Tabla 18. Resultados de las variables urinarias registradas antes y después de una prueba de duatlón de niños-as .....	132

## MATERIAL Y MÉTODO

Tabla 19. Número de jugadores, edad, hora de inicio, descanso y final, y condiciones climatológicas de cada uno de los partidos de fútbol .....	138
---	-----

## RESULTADOS

Tabla 20. Resultados antropométricos y biológicos en el total de la muestra y de cada partido analizado .....	148
Tabla 21. Valores basales de los pliegues cutáneos del total de la muestra de los participantes .....	149
Tabla 22. Parámetros de composición corporal en los diferentes partidos disputados .	150
Tabla 23. Diámetros óseos y perímetros corporales.....	150
Tabla 24. Valores descriptivos de los componentes del somatotipo .....	151
Tabla 25. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de derivadas de la pérdida de PC del total de los participantes.....	152
Tabla 26. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de derivadas de la pérdida de PC de los participantes del partido de las 10'00 horas .....	152
Tabla 27. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de derivadas de la pérdida de PC de los participantes del partido de las 13'00 horas .....	152
Tabla 28. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de derivadas de la pérdida de PC de los participantes del partido de las 17'00 horas .....	153
Tabla 29. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso corporal y temperatura corporal, del total de los participantes.....	153
Tabla 30. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso corporal y temperatura corporal, de los participantes en el partido de las 10'00 horas .	154
Tabla 31. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso corporal y temperatura corporal, de los participantes en el partido de las 13'00 horas .	155
Tabla 32. Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso corporal y temperatura corporal, de los participantes en el partido de las 17'00 horas .	155
Tabla 33. Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido, de los porteros .....	156
Tabla 34. Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido, de los defensas.....	156



Tabla 35. Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido, de los centrocampistas .....	157
Tabla 36. Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido, de los delanteros .....	157
Tabla 37. Pruebas de normalidad de las variables de orina de los porteros .....	158
Tabla 38. Pruebas de normalidad de las variables de orina de los defensas.....	158
Tabla 39. Pruebas de normalidad de las variables de orina de los centrocampistas.....	159
Tabla 40. Pruebas de normalidad de las variables de orina de los delanteros.....	159
Tabla 41. Valores descriptivos de las variables derivadas de la pérdida PC, del total de los participantes y de cada uno de los partidos disputados.....	160
Tabla 42. Valores descriptivos de las variables urinarias, del peso y la temperatura corporal, de todos los participantes antes y después de la actividad deportiva analizada.....	162
Tabla 43. Resultados de las variables urinarias, de peso y temperatura corporal de todos los participantes antes y después de la actividad de cada partido.....	163
Tabla 44. Resultados al comparar el tiempo de participación de las distintas demarcaciones del conjunto de participantes .....	166
Tabla 45. Resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC, del total de los participantes distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego .....	167
Tabla 46. Resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC, de los participantes del partido de las 10'00 horas, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego .....	167
Tabla 47. Resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC, de los participantes del partido de las 13'00 horas, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego .....	168
Tabla 48. Resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC, de los participantes del partido de las 17'00 horas, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.....	168
Tabla 49. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los porteros antes y después de los partidos disputados.....	170
Tabla 50. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los defensas antes y después de los partidos disputados .....	171

Tabla 51. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los centrocampistas antes y después de los partidos disputados .....	171
Tabla 52. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los delanteros antes y después de los partidos disputados .....	171
Tabla 53. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los porteros, defensas, centrocampistas y delanteros, antes y después del partido disputado a las 10'00 horas .....	173
Tabla 54. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los porteros, defensas, centrocampistas y delanteros, antes y después del partido disputado a las 13'00 horas .....	174
Tabla 55. Valores descriptivos de las variables urinarias y el peso de los porteros, defensas, centrocampistas y delanteros, antes y después del partido disputado a las 17'00 horas .....	175
Tabla 56. Resultados de las correlaciones existentes entre distintas variables del estudio.....	179

# ÍNDICE DE FIGURAS

## MARCO TEÓRICO

Figura 1. Efectos hormonales sobre el equilibrio de fluidos y electrolitos durante el ejercicio.....	48
Figura 2. Escala de color de la orina para evaluar el grado de deshidratación.....	78
Figura 3. Material inventariable utilizado en el estudio .....	140

## RESULTADOS

Figura 4. Gráfico del PC perdido del total de los participantes y de cada partido.....	160
Figura 5. Gráfico del porcentaje de PC perdido del total de los participantes y de cada partido.....	161
Figura 6. Gráfico de la TS del total de los participantes y de cada partido.....	161
Figura 7. Gráfico del pH antes y después del total de la muestra y de cada partido...	164
Figura 8. Gráfico de la USG antes y después del total de la muestra y de cada partido.....	164
Figura 9. Gráfico del Na <sup>+</sup> antes y después del total de la muestra y de cada partido..	164
Figura 10. Gráfico de la Uosm antes y después del total de la muestra y de cada partido.....	165
Figura 11. Gráfico del PC antes y después del total de la muestra y de cada partido...	165
Figura 12. Gráfico de la T <sup>a</sup> C antes y después del total de la muestra y de cada partido.....	165
Figura 13. Gráfico del PC perdido por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	168
Figura 14. Gráfico del porcentaje de PC perdido por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	169
Figura 15. Gráfico del TS por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	169
Figura 16. Gráfico del pH antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	176
Figura 17. Gráfico del USG antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	176

Figura 18. Gráfico del Sodio antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	177
Figura 19. Gráfico del Uosm antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	177
Figura 20. Gráfico del PC antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	178
Figura 21. Gráfico del T <sup>a</sup> C antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido.....	178

**1.**

# **INTRODUCCIÓN**





## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se enmarca dentro del contexto general de la salud en la infancia, y más concretamente en el de la salud nutricional en niños prepuberales en edad escolar practicantes de deporte federado. Con ello, se pretende aportar información relevante sobre los posibles procesos de deshidratación que se puedan estar produciendo en niños de 8 y 9 años durante la disputa de un partido de fútbol oficial (Fútbol-7).

La pertinencia del estudio es obvia por simple: el agua es el elemento básico para la vida dado que todos los procesos metabólicos ocurren en un medio acuoso (Grandjean y Campbell, 2006). En el ámbito de la ejercitación física su importancia se multiplica, exponiendo a los practicantes que no mantengan su equilibrio hídrico, además de a una reducción de su rendimiento deportivo, a un estrés biológico progresivo de consecuencias peligrosas.

Si a lo anterior le sumamos la presencia de niños, la trascendencia aumenta y la necesidad de acumular conocimiento científico se hace imperiosa, de lo contrario estaremos permitiendo que acontezcan situaciones de riesgo biológico graves y no dispongamos de las herramientas necesarias para solventar tales problemáticas. En este sentido, hay que decir que existe un elevado desconocimiento en relación a la deshidratación en niños en edad prepuberal, principalmente si hablamos de práctica de actividades físico-deportivas. Sobre el triángulo deshidratación-niños prepúberes-fútbol no hallamos información alguna, lo cual nos sorprendió e impulsó a la realización del presente trabajo.

Partimos de la constancia de que a pesar de poder beber a voluntad (*ad libitum*), las personas tienden a no cubrir de forma suficiente sus necesidades de líquido a corto plazo, hecho que se acentúa en la infancia (Kaushik, Mullee, Bryant y Hill, 2007; Assael et al. 2012; Gordon, Kassier y Biggs, 2015), y como destacan Sánchez-Valverde, Moráis, Ibáñez, Dalmau y AEP (2014), el hecho de que los niños tienen una sensación de sed inadecuada al grado de deshidratación, los hace más vulnerables a la deshidratación deportiva, y más en modalidades como el fútbol, que limitan la ingesta *ad libitum*.

Contamos con suficientes evidencias sobre los efectos que la deshidratación produce en el organismo (Sawka, Wenger y Pandolf, 1996; Murray, 1996; Wilmore y Costill,



2010; Sawka y Young, 2005a). En condiciones de estrés térmico y/o físico, la evaporación de calor a través del sudor se convierte en el principal medio de pérdida de calor. Así, durante el ejercicio, sobre todo en climas cálidos, el trabajo muscular produce un aumento de la temperatura central. Para evitar un sobrecalentamiento, los fluidos se mueven desde el torrente sanguíneo a la piel con el fin de evaporarse en forma de sudor y poder enfriar el cuerpo. Por lo tanto, es esencial mantener un adecuado volumen sanguíneo, mediante una correcta hidratación, para que la termorregulación sea óptima durante el ejercicio (Stachenfeld, 2013).

En términos generales, se conocen las repercusiones que la deshidratación ejerce sobre el rendimiento deportivo, tanto a nivel físico como cognitivo. En lo referente a la cognición se ven alteradas las funciones mentales y coordinativas (Sharma, Sridharan, Pichan y Panwar, 1986; Gopinathan et al., 1988), más concretamente la concentración, la vigilancia, la memoria a corto plazo (Ritz y Berrut, 2005) y el tiempo de elección de respuesta (Tomporowski, Beasman, Ganio y Cureton, 2007). Se ha admitido que la cifra crítica a partir de la cual el grado de rendimiento va reduciéndose se sitúa en una pérdida de líquido a través del sudor igual o superior al 2% del peso corporal (PC) (Cheuvront, Carter III y Sawka, 2003; Casa, Clarkson y Roberts, 2005; Institute of Medicine, 2005). Aunque se dispone de los argumentos fisiológicos que justifican una menor tolerancia al estrés térmico y/o físico en los niños, son escasos los estudios que profundizan sobre aspectos concretos de la deshidratación deportiva en la infancia, más aun, si tenemos en cuenta los altos niveles de participación en el caso del fútbol. Éstas cifras que no pueden pasar desapercibidas para el investigador: aproximadamente 270 millones de practicantes a nivel mundial, más de 1,7 millones de equipos y unos 301.000 clubes federados, lo cual supone que alrededor del 4 % de la población mundial está vinculada al fútbol. En Europa, la UEFA tiene un porcentaje de participación respecto al resto de confederaciones del mundo del 7,59 % (FIFA, 2006). En España, el fútbol con un 24,6 %, sigue siendo el segundo deporte más practicado a nivel popular y recreativo (García-Ferrando y Llopis, 2011), y el que mayor número de licencias federativas durante la temporada 2011-12 con 697.871 correspondientes a deportistas y 42.431 a técnicos (RFEF, 2012).

Por ello, en base al gran número de practicantes y a su inmensa repercusión, no es extraño que los estudios sobre hidratación y deshidratación en el fútbol sea un foco importante de interés para la investigación. Al tener que realizarse necesariamente a

través de estudios de campo, las técnicas de medida más precisas, válidas y fiables (y más costosas), como la dilución del ACT, la impedancia bioeléctrica e incluso, por su carácter invasivo, las mediciones de la osmolalidad plasmática, no son de uso práctico en la mayoría de los estudios en situaciones deportivas (Sawka et al., 2007).

Shirreffs (2003) y Cheuvront y Sawka (2005), han dado por válidas, como técnicas para el estudio de campo en contextos deportivos, los indicadores de orina y los cambios en el peso corporal. Éstos últimos se consideran como un indicador universal, válido, económico y factible de los cambios en el agua corporal (Grandjean y Campbell, 2006). Los marcadores de orina, especialmente su densidad y la osmolalidad, han sido utilizados ampliamente en la investigación general y deportiva, y aunque hay quien cuestiona su validez universal (Francesconi et al., 1987), actualmente resultan ser los indicadores ideales en contextos deportivos de entrenamiento y especialmente los competitivos, pues permiten un uso práctico y no invasivo, lo cual es ideal cuando se trabaja con niños.

Hasta la fecha, la investigación sobre la deshidratación en la juventud se ha limitado, casi exclusivamente, a estudios sobre intervención educativa. Sobre el estado de hidratación relacionado con la actividad físico-deportiva en la edad puberal y adolescente contamos con un pequeño conjunto de estudios, mientras que en la edad prepuberal son muy escasos.

Por todo lo expuesto, hemos creído oportuno enfocar nuestro estudio hacia el análisis del nivel de hidratación en niños prepuberales de la ciudad de Córdoba (España), en competición oficial de fútbol-7 a través de marcadores urinarios y cambios en el peso corporal.

Nota: para una mejor comprensión global de los resultados y conclusiones de este estudio, evitando confusiones derivadas de la similitud entre el fútbol y el fútbol-7, remitimos al lector al Anexo 1, en el que se exponen las diferencias en las reglas de juego del fútbol-7 respecto al fútbol que puedan afectar a nuestro estudio (RFEF, 2008).



***Hipótesis:***

La deshidratación producida por una actividad físico-deportiva y sus efectos sobre el organismo y el rendimiento deportivo, ha sido descrita y categorizada suficientemente en adultos. Sin embargo, hay un desconocimiento bastante elevado de los efectos que se producen en los adolescentes y los niños con respecto a la deshidratación. De la variedad de técnicas utilizadas para ello, los marcadores urinarios y los derivados de la pérdida de peso corporal son los métodos más recomendados para las etapas de crecimiento, gracias a su validez y fiabilidad, carácter no invasivo, y a su facilidad y economía en los estudios de campo en el ámbito deportivo. Debido a la especial sensibilidad de este sector de la población, y a la cantidad de practicantes de estas edades en la modalidad de fútbol-7, resulta oportuno determinar el nivel de deshidratación producido por la disputa de partidos competitivos. Por ello, la realización de este trabajo de tesis doctoral pretende, con la intención de salvaguardar la salud de los participantes en esta actividad, establecer rangos reales del efecto producido por esta práctica.



**Objetivo General:**

Evaluar los efectos que presenta la disputa de tres partidos oficiales de fútbol, en la modalidad de fútbol-7, sobre los niveles de deshidratación en un grupo de niños sanos de edad escolar.

**Objetivos Específicos:**

1. Evaluar los parámetros antropométricos y hemodinámicos del grupo de participantes y conocer su influencia en los procesos de deshidratación.
2. Determinar los niveles de deshidratación a través del cálculo de los valores medios y el porcentaje de peso corporal perdido, así como de la tasa de sudoración producidos por la participación en un partido de fútbol-7.
3. Conocer efectos de deshidratación de un partido de fútbol-7 sobre los marcadores de pH, gravedad específica, sodio y osmolalidad, comparando los análisis de orina obtenidos antes y después de los partido.
4. Establecer los niveles de deshidratación en relación a las distintas demarcaciones ocupadas en el terreno de juego y la influencia del tiempo de participación.



**2.**

# **MARCO TEÓRICO**





## **2. MARCO TEÓRICO**

En el presente marco teórico se van a exponer los argumentos y evidencias científicas que servirán como soporte fisiológico a partir del cual desarrollaremos los contenidos relacionados con la deshidratación, y más concretamente la que acontece en el niño.

### **2.1. EL AGUA EN EL CUERPO HUMANO.**

#### **LA IMPORTANCIA DEL EQUILIBRIO HIDRO-ELECTROLÍTICO**

En este apartado presentamos la fundamentación fisiológica, extraída de múltiples conclusiones de investigaciones científicas, algunos textos y distinto material divulgativo, que va a ser esencial para entender los complejos procesos que se dan en el organismo en relación con la deshidratación y la influencia que esta tiene sobre el propio organismo en sus distintos estados, ya sea en relación a la vida normal, en situaciones de práctica de actividad física general y cuando se realiza buscando una mejora en el rendimiento físico-deportivo.

Considerando que Grandjean, Reimers y Buyckx (2003) comprobaron que la gran mayoría de reacciones químicas que se producen dentro de las células dependen tanto de los fluidos (agua) como del balance de electrolitos, podemos decir que el nivel de hidratación en el que se encuentra un organismo va a afectar al conjunto del mismo, ya que incidirá sobre todos los sistemas fisiológicos del ser humano.

##### **2.1.1. Funciones del agua en el organismo**

El agua es, con mucha diferencia, la sustancia más abundante existente sobre la Tierra, y de igual manera en nuestros cuerpos. Pero además de abundante, es clave para la vida pues todos los procesos metabólicos acontecen en un medio acuoso.

Las principales funciones del agua son (Grandjean y Campbell, 2006, p. 1):

- a) Transporta los nutrientes y los desechos de las células y otras sustancias, como hormonas, enzimas, plaquetas y células sanguíneas, facilitando tanto el metabolismo celular como el funcionamiento químico celular.
- b) Es un excelente solvente y medio de suspensión, lo cual facilita la eliminación de productos de desecho y toxinas a través de la orina.

- c) Como solvente, se combina con moléculas viscosas para formar fluidos lubricantes para las articulaciones, las mucosas que lubrican los tractos digestivo y genitourinario, el líquido ceroso que lubrica las vísceras, así como la saliva y otras secreciones que lubrican los alimentos a su paso por el tracto digestivo.
- d) Absorbe el calor ante cualquier cambio en la temperatura, aun cuando este sea relativamente pequeño. Dada su capacidad de almacenamiento térmico, el agua ayuda a regular la temperatura del cuerpo absorbiendo el calor y liberándolo a través de la producción y evaporación que se da en la transpiración.
- e) Es una unidad estructural importante del organismo. Mantiene la forma celular, constituye una parte integral de las membranas celulares, amortigua los órganos y ayuda a mantener las estructuras del cuerpo.

Rosés y Pujol (2006) y Jéquier y Constant (2010), nos indican que el agua colabora en las reacciones celulares, como medio de reacción, reactivo o producto. Además, participa en el transporte de nutrientes, gases y productos de desecho metabólico. El agua posee propiedades térmicas: durante el ejercicio, a pesar de que la contracción muscular genera mucho calor, la temperatura corporal ( $T^{\circ}\text{C}$ ) aumenta poco. Para ello, la entrada de líquidos en el organismo va a ser variable, existiendo una compensación de las pérdidas producidas por el calor con el fin de evitar que aumente o disminuya el volumen de los líquidos corporales.

Para Iglesias (2011), en representación de la Federación Española de Sociedades de Nutrición, Alimentación y Dietética (FESNAD), el agua es el principal componente del cuerpo humano, corroborando todo lo descrito anteriormente. Dada la importancia vital que tiene, los líquidos ingeridos deben garantizar una correcta hidratación, tanto en cantidad como en calidad, para asegurar la salud y el bienestar en lo que se refiere a los aspectos cognitivos, el rendimiento físico y la termorregulación.

### **2.1.2. Distribución del agua en el cuerpo**

El cuerpo humano está compuesto en casi un 60% por líquido, el cual es almacenado en el interior de las células en sus dos terceras partes (líquido intracelular o LIC), y el tercio restante en los espacios externos a las células (líquido extracelular o LEC). El

organismo se constituye como un complejo conjunto formado por más de 100 billones de células, que mantienen sus funciones gracias a los iones y nutrientes que se encuentran en el LEC, formando lo que se denomina *medio interno* del cuerpo (Guyton y Hall, 2011).

El LEC se subdivide, a su vez, en tres compartimientos: el líquido intersticial, que constituye más de tres cuartas partes del LEC, el plasma, que conforma casi una cuarta parte, y el fluido transcelular, cuyo volumen es muy pequeño -aproximadamente de 1 a 2 litros- e incluye líquidos tales como el sinovial, el peritoneal, el pericárdico, el cerebroespinal y el intraocular. El LIC es el conjunto de líquido que se halla dentro de cada uno de los billones de células del cuerpo. Las células presentes en los tejidos difieren tanto en contenido como en concentración de soluto. Las concentraciones de sodio y cloruro son altas en LEC y bajas en LIC. Por otra parte, el potasio es elevado en LIC y bajo en LEC.

Debido a esta similitud, el líquido de las diferentes células es considerado como un gran compartimento, aunque técnicamente no sea así. Es en el LIC donde se dan lugar los principales procesos celulares, como es el caso de las reacciones enzimáticas; por tanto, el cuerpo se esfuerza por mantener un ambiente iónico estable (Grandjean y Campbell, 2006). En la tabla 1 se puede observar la distribución del ACT en los diferentes compartimentos corporales.

Tabla 1.

*Distribución del ACT en los diferentes compartimentos corporales, expresado en medidas, porcentaje y proporción (adaptado de Grandjean et al., 2003, Guyton y Hall, 2011 e Iglesias et al. 2011).*

Compartimentos	Medida (kg/L)		%
	Mujer	Hombre	
Peso corporal total	55 Kg	70 kg	100
Agua corporal total	28 L	42 L	60
Fluido Intracelular	17 L	28 L	(2/3)
Fluido Extracelular	9 L	14 L	(1/3)
Fluido Intersticial	6,5 L	9 o 10 L	14~
Plasma	2,5 L	3 L	4~
Fluido Transcelular	2 L	1 o 2 L	2~

El agua corporal total (ACT) varía con la edad, el sexo, la masa muscular y el tejido adiposo. En individuos sanos, el ACT sufre pocas modificaciones, excepto como resultado del crecimiento, el aumento o pérdida de peso corporal (PC), o condiciones tales como la gestación y la lactancia. Sin embargo, la cantidad de ACT varía significativamente entre personas, debido a una diversidad de factores. Así, la masa muscular en los adultos está conformada por alrededor del 70 a 75% de agua, mientras que el tejido adiposo constituye entre el 10 y el 40% del PC. Es por ello que las mujeres suelen tener un porcentaje menor de ACT que los hombres, pues poseen una proporción de grasa relativamente más alta (Grandjean y Campbell, 2006). Como se puede apreciar en la tabla 2, durante la infancia y la adolescencia el ACT se reduce gradualmente, pero se mantiene una proporción más alta en comparación con los adultos.

Tabla 2.

*Agua Corporal Total como porcentaje del peso corporal total en diversos grupos de edad y sexo (Grandjean y Campbell, 2006. Fuente FNB, 2004; fuente original, Altman, 1961).*

<b>Población</b>	<b>ACT como porcentaje del peso corporal (media e intervalo)</b>
Recién nacido a 6 meses	74 (64-84)
6 meses a 1 año	60 (57-64)
1 a 12 años	60 (49-75)
Varones de 12 a 18 años	59 (52-66)
Mujeres de 12 a 18 años	56 (49-63)
Varones de 19 a 50 años	59 (43-73)
Mujeres de 19 a 50 años	50 (41-60)
Varones mayores 51 años	56 (47-67)
Mujeres mayores 51 años	47 (39-57)

De ello podemos deducir que el reemplazo adecuado de líquidos tiene una gran importancia, y más aun cuando los niños juegan o se ejercitan en ambientes calurosos. La deshidratación en los niños es un asunto serio, que, incluso, puede poner su vida en riesgo.

### **2.1.3. La deseada homeostasis hidro-electrolítica**

Los iones inorgánicos claves son el sodio, el potasio, el cloruro y el bicarbonato. El sodio, principal ión extracelular, es el electrolito primario que mantiene el volumen total de agua corporal y la relación entre el volumen de líquido extra e intracelular. Los volúmenes de líquido de los compartimentos extracelulares dependen principalmente del sodio corporal total y sus aniones correspondientes (principalmente cloruro y bicarbonato). Las alteraciones del contenido de sodio corporal total se manifiestan por cambios en el volumen extracelular. Por su parte, la alteración del contenido de agua corporal se expresa como una perturbación en la concentración del sodio sérico. Como las membranas celulares son permeables al agua, el movimiento de esta entre LIC y LEC es controlado por la osmolalidad de cada compartimento. Como el mantenimiento de la osmolalidad normal de la sangre (280 mOsm/Kg H<sub>2</sub>O) es vital, el organismo tiene varios mecanismos para asegurar el equilibrio de agua. Un aumento en la osmolalidad sanguínea, incluso de 1 ó 2 %, causa que el hipotálamo secrete vasopresina, hormona que estimula la sed y provoca una fuerte urgencia por beber. Al mismo tiempo, la glándula pituitaria secreta la hormona antidiurética, que provoca que los riñones concentren orina y minimicen el volumen de ésta. El estado de hidratación y las clasificaciones de deshidratación son determinados, en parte, por la distribución de agua entre estos dos compartimentos (Grandjean y Campbell, 2006).

El balance adecuado del agua corporal es el resultado del equilibrio entre la ingesta y la excreción de agua (Mudge y Weiner, 1990), alcanzándose este cuando el consumo y la pérdida son iguales. Generalmente, el proceso de ingerir líquidos vendrá provocado por la sed, y el de excreción se mantendrá normal siempre y cuando no haya condiciones especiales que dificulten o impidan las principales vías de pérdida de agua (Iglesias et al. 2011).

Así, el cuerpo procura mantener la homeostasis de líquidos y electrolitos, a pesar de las grandes variaciones en el consumo y las pérdidas. Sin embargo, las condiciones físicas, ambientales y de estrés pueden provocar que los límites de los mecanismos homeostáticos se vean superados, dando lugar a desequilibrios de líquidos y electrolitos. Sobre la base de la cantidad de sales y agua perdida o ganada se definen los desequilibrios de agua, la deshidratación y la toxicidad por agua.

#### **2.1.4. Ingresos de agua**

Bajo condiciones normales, sólo hay dos modos de obtener agua para el cuerpo: la producción de agua metabólica y el consumo oral.

La *producción de agua metabólica* es un subproducto de la oxidación de los hidratos de carbono y es proporcional al gasto de energía, por lo que a mayor gasto mayor volumen de agua metabólica producida. Se puede generalizar que para un gasto energético de ~2500 Kcal/día se desprenden unos 250 ml/día de agua metabólica, aunque existen diferencias interindividuales en relación a factores como el clima, los hábitos y el nivel de actividad física que se realiza. Durante el ejercicio físico, la producción metabólica se convierte en un mecanismo de autorregulación para compensar las pérdidas de agua, principalmente por la sudoración, pero con un bajo impacto sobre la deshidratación.

El *agua que proviene de los alimentos* que comemos y *de los líquidos* que ingerimos constituye, pues, casi la totalidad del agua diaria que utiliza el organismo. Se admite, en términos generales (pero sin perder de vista la variabilidad individual), que el agua diaria que proviene de los alimentos supone un 20-25 % y de las bebidas un 75-80%. Respecto a la cantidad de agua que se ingiere a diario se observa que entre los hombres de 31 a 50 años el consumo promedio es de ~3000 ml/día (FNB, 2004).

#### **2.1.5. La sed**

Debido a que las pérdidas de agua en el cuerpo son constantes, el organismo dispone de un mecanismo de compensación conocido como la sed, es decir, deseo de beber, que permite a los individuos recuperar los líquidos perdidos, aunque sea por cortos períodos de tiempo. La sensación de sed puede aparecer con una pérdida de tan sólo el 2% del PC (Iglesias et al. 2011).

Hay que anteponer una evidencia constatable: a pesar de poder beber *ad libitum*, las personas tienden a no cubrir de forma suficiente sus necesidades de líquido a corto plazo, hecho que se acentúa en la infancia (Kaushik et al., 2007). El consumo de líquidos se produce como consecuencia de razones voluntarias (conductuales), condicionados por diferentes factores como su palatabilidad (color, sabor, olor y

temperatura), preferencias culturales y por mecanismos involuntarios (Iglesias et al. 2011).

Así, podemos decir que la sed no es un indicador eficaz para la hidratación en el deporte, ya que cuando aparece ya se está en un estado ligeramente deshidratado, unido a que el ejercicio físico retrasa la aparición de la sensación de sed (López y Fernández, 2006).

En definitiva, la sed es un mecanismo que el organismo utiliza, junto con la orina, para regular el ACT, realizándolo mediante tres disparadores fisiológicos, que exponemos en orden de aparición sumativa, en base a las necesidades del organismo (Iglesias et al. 2011, p. 29-30):

1. Los osmorreceptores cerebrales, situados en la hipófisis, actúan cuando detectan una disminución en el volumen extracelular, o una hiperosmolalidad plasmática, induciendo la producción de hormona antidiurética (ADH), de modo que se activan dos mecanismos relativamente diferenciados, uno que activa la sed y otro que evita el reflejo de micción.
2. Los volorreceptores o receptores de volumen, ubicados en la aurícula izquierda, se activan (para reforzar las señales mandadas por los osmorreceptores) cuando hay diarrea, hemorragia o sudoración intensa, y también activan la producción de ADH.
3. Si la sed se agrava, unos barorreceptores renales, sensibles a cambios de presión, aumentan la secreción de renina y esta la de aldosterona (reduce la pérdida renal de sodio y la diuresis) y de angiotensina, que también provoca la producción de ADH.

Aún hay un mecanismo de anticipación para evitar la deshidratación; se trata de receptores bucales y estomacales que informa al cerebro (hipófisis) de la necesidad de rehidratación, y este acelera el tiempo de dilución sanguínea de 10 a 20 minutos.

En resumen, “la deshidratación hace que la hormona aldosterona facilite la retención renal de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , elevando sus concentraciones en sangre. Esto activa la sed en un esfuerzo por hacernos ingerir más fluidos para reemplazar los que se han perdido” (Wilmore y Costill, 2010, p. 473).



### **2.1.6. Pérdidas de agua**

La *pérdida insensible de agua*, de la que el individuo no es consciente, se produce por evaporación del agua que pasa a través de la piel (difusión transepidérmica) y por el líquido que se pierde a través del tracto respiratorio. La pérdida insensible de agua a través de la piel es diferente de la que se produce con el sudor, y supone una cantidad de 30 a 400 ml/día, aunque minimizada por la capa córnea de la piel, que establece una barrera contra la pérdida excesiva de agua por difusión.

En cuanto a la pérdida insensible de agua a través del aparato respiratorio, que se produce por la diferencia de presión de vapor entre el aire inspirado (< 47mmHg) y la presión de vapor del aire antes de ser expirado (47 mmHg), viene a suponer unos 300 o 400 ml/día. El volumen de agua respiratoria se modifica de acuerdo con la actividad física, la hipoxia y la hipercadmia.

Para Grandjean y Campbell (2006), la humedad y 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 pueden afectar la pérdida insensible de agua. La actividad física tiene un mayor efecto que las condiciones ambientales sobre la pérdida insensible de agua y la pérdida por sudor.

El ejercicio físico y la temperatura ambiente son dos factores determinantes de la pérdida de líquido a través del *sudor*, y ocurre cuando la radiación no es adecuada para disipar el exceso de calor. En condiciones de estrés térmico y/o físico, la evaporación de calor a través del sudor se convierte en el principal medio de pérdida de calor. Así, durante el ejercicio, sobre todo en climas cálidos, el trabajo muscular produce un aumento de la temperatura central. Para evitar un sobrecalentamiento, los fluidos se mueven desde el torrente sanguíneo a la piel, donde pueden evaporarse en forma de sudor, enfriando así el cuerpo. Por lo tanto, es esencial mantener un volumen sanguíneo adecuado para una termorregulación óptima durante el ejercicio (Stachenfeld, 2013). En condiciones normales, el volumen de sudor de una persona es de unos 100 ml/día, pero se acrecienta en climas muy cálidos o con la realización de ejercicio físico intenso, pudiendo llegar en ocasiones a pérdidas de hasta 1 a 2 L/h.

La *pérdida urinaria* constituye otra forma de excreción de agua, estando regulada la cantidad de orina por diversos mecanismos, siendo sumamente importante esta regulación, ya que el equilibrio entre solutos y la ingestión y excreción de agua, determina la osmolalidad de los diferentes compartimentos corporales. La cantidad mínima de pérdida de agua a través de los riñones es la cantidad requerida por la carga renal de solutos (CRS). La CRS se refiere a todos los solutos, principalmente derivados de la dieta, que deben ser excretados por los riñones. En condiciones estables, la excreción diaria de solutos debe ser igual a la carga diaria de estos. En los adultos, la excreción usual de solutos oscila entre 600 y 900 mOsm/día y la eliminación mínima de orina es de aproximadamente 500 ml/día. Así, en el caso de que haya una CRS constante y una capacidad de concentración normal, el volumen de orina estará determinado por la ingestión de líquidos (Grandjean y Campbell, 2006).

Se estima que la *pérdida fecal de agua* de un adulto en condiciones normales, aun cuando puede haber variaciones, es de 100 ml/día. Lógicamente, en caso de diarrea, las pérdidas son mayores.

Finalmente, las *pérdidas patológicas* de líquido y electrolitos incluyen pérdidas a través del tracto gastrointestinal, la piel, los pulmones y los riñones. En la tabla 3, se recapitulan las estimaciones de pérdidas mínimas y producción de agua diaria, según distintos autores.

Tabla 3.

*Estimación de pérdidas mínimas y producción de agua diaria (tomado de Iglesias et al. 2011. Fuente: FNB, 2004).*

Referencia	Fuente	Pérdida (ml/día)	Producción (ml/día)
Hoyt y Honig, 1996	Pérdida respiratoria	-250 a -350	
Adolf, 1947	Pérdida urinaria	-500 a -1000	
Mewburgh et al., 1930	Pérdida fecal	-100 a -200	
Kuno, 1956	Pérdida insensible	-450 a -1900	
Hoyt y Honig, 1996	Producción metabólica		250 a +350
Total:		-1300 a -3450	
Pérdida neta:		-1050 a -3100	

Nota: asumiendo unas condiciones en las que existe una mínima pérdida de agua por sudor.

Asimismo, dado que nos interesa conocer las pérdidas de agua que se producen como consecuencia de la práctica de ejercicio físico, en la tabla 4 mostramos una comparación de la pérdida de agua del cuerpo en reposo y durante el ejercicio, en la que se observa la sudoración como dato relevante.

Tabla 4.

*Comparación de la pérdida de agua del cuerpo en reposo y en ambiente frío y durante el ejercicio exhaustivo prolongado (tomado de Wilmore y Costill, 2010).*

Fuente de la pérdida	En reposo		Ejercicio prolongado	
	ml/h	% total	ml/h	% total
Pérdida insensible:				
Piel	14,6	15	15	1,1
Respiración	14,6	15	100	7,5
Sudoración	4,2	5	1200	90,6
Orina	58,3	60	10	0,8
Heces	4,2	5	0	0
Total	95,9		1321	

### 2.1.7. La formación de la orina por el riñón

#### *Breve anatomía fisiológica del riñón.*

La orina se forma a partir de la sangre por las nefronas, de las que la orina fluye a la pelvis renal, pasa por el uréter y llega a la vejiga. Aproximadamente entre los dos riñones existen unos 2.000.000 de nefronas, cada una de las cuales consta de dos partes principales: glomérulo y tubo. El glomérulo es un penacho de capilares rodeado de una cápsula, llamada *cápsula de Bowman*. El líquido de los capilares se filtra por esta membrana y fluye primero al *tubo proximal*, después por un asa larga llamada *asa de Henle*, a continuación pasa al *tubo distal*, luego al *tubo colector* y, por último, a la *pelvis renal*. Al pasar el filtrado por tubos, la mayor parte de agua y electrolitos son reabsorbidos por la sangre, de esta manera no se agotan, aunque se eliminan constantemente los productos de desecho (Guyton, 1984).

### ***La función renal en el ejercicio físico.***

Los riñones realizan dos importantes funciones: la excreción de los productos del metabolismo y la regulación del volumen y composición de los líquidos corporales. Estas funciones son realizadas básicamente por la nefrona a través de dos procesos consecutivos, la filtración glomerular y el transporte tubular (reabsorción y secreción) (Barbany, 1986; Darnell, 1996).

#### *Filtración glomerular*

Los riñones son unos órganos bien vascularizados, reciben un 20% del gasto cardíaco, que para un adulto supone aproximadamente 1000-1200 ml/min de sangre (Flujo Sanguíneo Renal: FSR). Para un hematocrito del 45% esto supone unos 600 ml/min de plasma (Flujo Plasmático Renal: FPR). De los 600 ml/min de plasma que llegan a la nefrona, unos 120 ml/min atraviesan la pared hacia la cápsula de Bowman, es decir, son filtrados a través de los glomérulos (Filtrado Glomerular: FG). En condiciones normales el FG representa la quinta parte del FPR. La relación entre el FG y el FPR o Fracción de Filtración (FF) es por lo tanto de  $1/5=20\%$  (López, 1997).

El filtrado glomerular, también denominado *orina primitiva*, contiene solutos iónicos y componentes orgánicos que en su mayor parte serán reabsorbidos en los túbulos renales. De los 180 litros diarios de orina primitiva, en los que se encuentran solutos iónicos y componentes orgánicos, resulta aproximadamente 1 litro de orina definitiva, libre de la mayor parte de compuestos orgánicos de la orina primitiva y con una composición iónica variable.

El ejercicio físico genera algunos efectos sobre la FG: disminuye a partir del 50 % del  $VO_{2\text{máx}}$ , así como el FPR de forma proporcional a la intensidad del ejercicio (Barbany, 1986), aumenta la FF (Darnell, 1996), y se producen alteraciones de la permeabilidad glomerular (Poortmans, 1985).

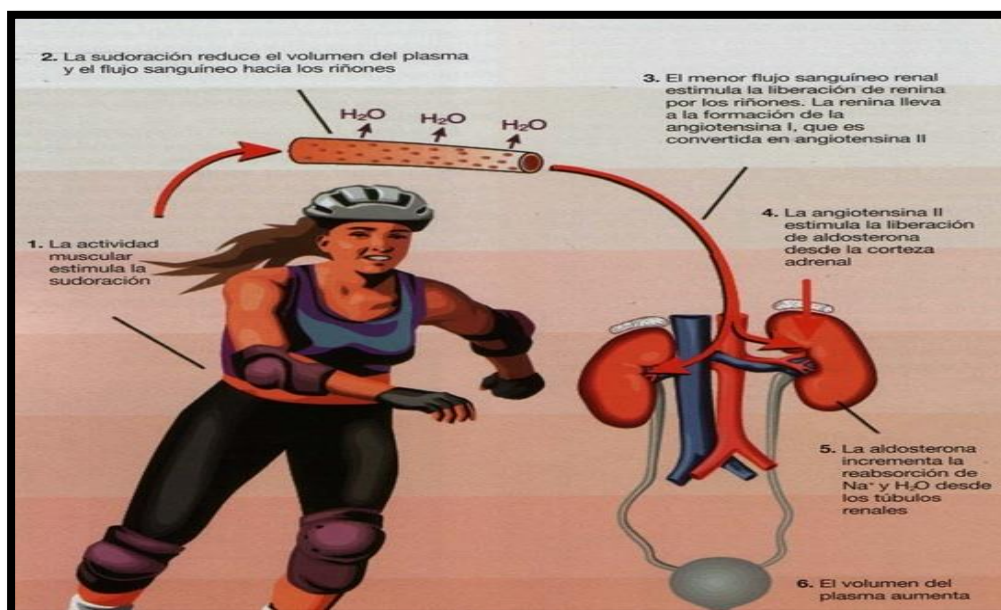
#### *Reabsorción tubular*

López (1997) nos informa de que con el ejercicio aumenta la secreción renal de hidrogeniones, debiéndose al aumento que produce de la concentración plasmática de  $H^+$ . Los  $H^+$  son secretados por los túbulos renales. El pH urinario suele descender alrededor de una o dos unidades respecto al reposo. Asimismo, sobre la secreción de  $K^+$  con el ejercicio, en la mayoría de los casos parece existir un aumento, aunque en otras ocasiones ocurre lo contrario. En general, la excreción de  $Na^+$  y  $Cl^-$  suele disminuir y la

de  $K^+$  tiende a aumentar con respecto a la situación de reposo. Además de la intensidad y tipo de ejercicio, el ambiente térmico, la hidratación, e incluso la posición del cuerpo en la ejecución del ejercicio pueden influir en la filtración e irrigación renal.

Las modificaciones del volumen y composición de la orina por el ejercicio son muy variables, dependiendo entre otros de la intensidad del esfuerzo, grado de rehidratación, condiciones ambientales (temperatura, humedad...etc.) y factores individuales. Nos interesan, sobre todo, las de tipo general, y obviaremos las que no afectan al objeto de este estudio:

- a) Diuresis: se encuentra en general disminuida, constituyendo las clásicas oligurias de esfuerzo, dependiendo de la intensidad del esfuerzo.
- b) Densidad: la concentración de la orina después del esfuerzo es variable, dependiendo de la reposición hídrica durante el ejercicio. Si la hidratación es correcta, la osmolaridad puede ser idéntica a la basal.
- c) Excreción de  $Na^+$ ,  $Cl^-$  y  $K^+$ : normalmente con el ejercicio la excreción de los primeros disminuye, mientras que el potasio aumenta, respecto a la situación en reposo. Aun así, algunos autores han encontrado una excreción aumentada de  $Na^+$  y  $K^+$ , cuando el esfuerzo es submáximo, mientras que cuando es intenso no aparecen incrementos significativos (Virvidakis et al. 1986).
- d) Excreción de Hidrogeniones: los  $H^+$  se excretan mediante un mecanismo de neutralización. El pH desciende respecto a la condición basal.



**Figura 1.** Efectos hormonales sobre el equilibrio de fluidos y electrolitos durante el ejercicio. Tomado de Wilmore, J. H., y Costill, D. L. (2010). *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (6ª ed.). Barcelona: Paidotribo. p. 178.

### **2.1.8. Requerimientos y recomendaciones**

En principio, conviene distinguir la diferencia entre un concepto y otro. Un requerimiento es la cantidad mínima necesaria de un nutriente para llegar a un nivel fisiológico predeterminado, que en este caso es la hidratación. La cantidad de agua necesaria para reemplazar las pérdidas es el requerimiento absoluto. Dado que los requerimientos no son predecibles con exactitud, salvo que las condiciones se establezcan de forma controlada, las recomendaciones son parámetros que se emplean en la evaluación y planificación de dietas para individuos y grupos y que sirven para proponer estrategias y políticas de ingesta (Grandjean y Campbell, 2006).

La Cantidad Diaria Recomendada (CDR), es la media de ingesta diaria de un nutriente que es suficiente para cubrir los requerimientos de casi todos los individuos sanos en un grupo concreto de edad y sexo. Pero para establecer una CDR, primero es necesario determinar el Requerimiento Nutricional Medio (RNM). A su vez, se precisa que exista un indicador específico o criterio de adecuación para poder definir un RNM. Los datos que se tienen sobre los requerimientos de agua se consideran insuficientes para establecer un RNM, por lo cual conviene proponer una Ingesta Diaria Sugerida (IDS). Se supone que una IDS cubre o supera la cantidad necesaria para sostener un estado de nutrición definido. Ciertamente, las IDS ofrecen menos certeza que las CDR y, en consecuencia, deben utilizarse con mayor cuidado que las CDR (Grandjean y Campbell, 2006).

Sobre la base de los datos que nos han proporcionado los estudios de las pérdidas, ingestión y equilibrio de los líquidos, se han elaborado enunciados, tablas y figuras que muestran las cantidades de líquido ganado y perdido, aunque hemos de entender que tales recomendaciones no son requerimientos.

### **2.1.9. Recomendaciones generales de ingesta de agua**

En general, las necesidades de líquidos para cada persona son distintas para cada persona dependiendo de la edad, condiciones ambientales, actividad física, patrón dietético, función renal, consumo de fármacos o hábitos tóxicos (Iglesias et al. 2011).

Así, los requerimientos de agua son extremadamente variables. Esta variabilidad no sólo es de tipo interindividual, sino que también puede manifestarse a nivel intraindividual (pueden variar para una misma persona día por día).

En principio, vamos a ofrecer una caracterización general de las necesidades hídricas de los individuos en distintas edades, para más adelante comparar los datos resultantes de la NHANES III (amplia encuesta sobre alimentación y nutrición realizada sobre población norteamericana), que fue publicada por la FNB (Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine, Washington D.C., 2004), por el propio Institute of Medicine (2005) y asumida, divulgada y ampliada por Grandjean y Campbell (2006), con los datos más recientes publicados por la EFSA (European Food Safety Authority) en 2010 y el EHI (European Hydration Institute) en 2012.

Así, la FNB (2004) afirma, en un documento que establece los valores nutricionales de referencia, que no hay un nivel único de consumo de agua que pueda asegurar la hidratación adecuada y la salud óptima para la mitad de todas las personas aparentemente sanas en todas las condiciones ambientales. Asimismo, ha dejado establecidas IDS para distintas etapas de la vida.

Si hablamos de lactantes sanos, el requerimiento de agua es aproximadamente de 75 a 100 ml/Kg/día, aunque por los numerosos factores que aumentan el riesgo de deshidratación en los bebés, se recomienda que sea de 150 ml/Kg/día (Heird, 2004). Si recomendásemos proporcionalmente a los adultos respecto de los lactantes, para un individuo de 70 kg, sería de 10,5 L/día, lo que es desmesuradamente excesivo. La razón de esta desproporción, además de las diferencias de ACT (ver tabla 2), está en las peculiaridades fisiológicas que tienen los lactantes, que son (Grandjean y Campbell, 2006, p. 13):

1. Mayor relación entre área de superficie y masa corporal.
2. Mayor tasa de retorno de agua.
3. Menor desarrollo del aparato de sudoración.
4. Capacidad limitada para excretar solutos.
5. Menor capacidad para expresar la sed.
6. Relación proporcionalmente más alta de LEC.
7. Nivel más elevado de sodio y cloruro corporal total.
8. Nivel más bajo de potasio, magnesio y fósforo.

Los niños, a partir de la lactancia y hasta el término de la pubertad (1-13 años), mantienen una proporción más alta de ACT en comparación con los adultos (Tabla 2), y además se diferencian de estos en tener menor tolerancia al calor, especialmente durante la actividad física en ambientes calurosos (no siendo así a intensidades moderadas, Shibasaki, Inoue, Kondo y Iwata, 1997), tener una tasa metabólica más alta durante la actividad física, una mayor relación en el área de superficie respecto a la masa corporal, que le ofrece una mayor capacidad de disipación y evaporación, reduciendo la sudoración y permitiendo una mejor conservación del agua que los adultos (Falk y Dotan, 2008), en consecuencia, una más eficaz termorregulación (Inbar, Morris, Epstein y Gass, 2004), un gasto cardíaco inferior a un nivel metabólico dado y tardan más en aclimatarse (Grandjean y Campbell, 2006).

Hay que considerar que el ejercicio físico ocupa en el niño una parte importante en los distintos tiempos pedagógicos, y que las consecuencias de ello sobre el equilibrio hídrico son diferentes según la edad, el sexo, el estado de forma física, la carga de trabajo (volumen e intensidad), así como el entorno: temperatura, humedad, viento, altitud, actividad en sala o aire libre (Iglesias et al. 2011).

En el caso de los adultos, los estudios sobre el equilibrio de agua indican que el requerimiento mínimo de líquido para individuos sedentarios que viven en climas templados es de 1 a 1,3 L/día. La IDS de consumo total de agua para varones a partir de los 19 años se basa en el consumo promedio de agua total del NHANES III, y en este caso contempla cubrir los requisitos mínimos pérdidas que sucedan en sujetos con actividad física limitada en climas templados.

En la tabla 5, vamos a comparar los datos previos con los Valores Dietéticos de Referencia (VDR) que nos da la EFSA, con la garantía que ofrece ser la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, que tras la consulta con los Estados Miembro, la comunidad científica y otros actores involucrados, los elevó a la categoría de Panel. Los VDR constituyen el consejo científico basado en la evidencia que dirige las acciones de la Unión Europea en el campo de la nutrición, pudiéndose utilizar en el etiquetado de los alimentos y para la evaluación y organización de dietas. Las recomendaciones de la EFSA sólo son aplicables en condiciones moderadas de temperatura ambiental y actividad física (EHI, 2012).



Tabla 5.

*Comparación entre la ingestión diaria sugerida (IDS) para individuos sanos propuestos por la FNB (2004), con la recomendaciones para la ingesta de agua en humanos incluidas dentro de los valores dietéticos de referencia (VDR) publicados por la EFSA (2010).*

<b>FNB (2004)</b>		<b>EFSA (2010)</b>	
Etapa/Grupo de la vida	Ingestión de líquidos diaria total (litros/día )	Etapa/Grupo de la vida	Ingestión de líquidos diaria total (litros/día)
<b>BEBÉS</b>			
0 a 6 meses	0,7		
7 a 12 meses	0,8		
<b>NIÑOS-AS</b>			
1 a 3 años	1,3	2 a 3 años	1,3
4 a 8 años	1,4	4 a 8 años	1,6
<b>HOMBRES</b>			
9 a 13 años	2,4	9 a 13 años	2,1
14 a 18 años	3,4	14 en adelante	2,5
19 a 50 años	3,7		
<b>MUJERES</b>			
9 a 13 años	2,1	9 a 13 años	1,9
14 a 18 años	2,3	14 en adelante	2,0
19 a 50 años	2,7		

Nota: Ambas entidades advierten que estas recomendaciones sólo son aplicables en condiciones de temperatura ambiental moderada y niveles moderados de actividad física.

Al primer golpe de vista de la tabla 5, observamos que la propuesta de la FNB abarca más rangos de edad que la de la EFSA, y en general sugiere ingestas diarias más amplias y nunca inferiores. En concreto, para los niños de 4 a 8 años, 200 ml más; para los varones de entre 9 y 13 años, 300 ml, y de 14 a 18 años, la diferencia es de casi 1 litro; en las mujeres, las diferencias son menores: de 9 a 13 años, 200 ml y de 14 a 18, 200 ml. La EFSA considera que a partir de los 14 años la ingesta diaria es estable.

Con esto, la cuestión es cuál de las dos propuestas hay que seguir. Es obvio que una tiene un origen y desarrollo en un ámbito geográfico bien distinto a la otra, y que además existe una diferencia cronológica en su publicación. Pero es cierto que, nosotros vivimos en el área de influencia de la VDR de la EFSA, y eso nos condiciona legal y moralmente.

## **2.2. REPOSICIÓN HÍDRICA EN EL ÁMBITO FÍSICO-DEPORTIVO**

Respecto a esta temática existen suficientes estudios realizados en las dos últimas décadas que justifican la necesidad de ingerir y reponer líquidos antes, durante y después de cualquier práctica de actividad física, así como sobre aspectos concretos: composición, temperatura, volumen, frecuencia, palatabilidad, estrategias individualizadas y climatología. Nosotros hemos recogido algunos de los estudios más significativos relativos a estas cuestiones, aunque en ningún caso se trata de una revisión profunda, pero esperamos que suficiente para contar con los datos necesarios que permita la comprensión global de nuestro estudio.

### **2.2.1. Ingesta y reposición de líquidos y ejercicio físico**

El estudio de Barr, Costill y Fink (1991) subrayó la importancia de la ingestión adecuada de líquido durante el ejercicio de resistencia e indicó la necesidad de restitución de sodio en ejercicio de hasta 6 horas de duración, así como que la cantidad de sodio en las bebidas comerciales es inadecuada para prevenir una disminución de sodio en el plasma.

Por otro lado, Below, Mora-Rodriguez, Gonzalez-Alonso y Coyle (1995) determinaron los efectos de la ingestión de fluido e hidratos de carbono en el rendimiento, temperatura central y respuesta cardiovascular durante un ejercicio intenso de 1 hora de duración. Se administraba una cantidad grande de fluido en algunos ensayos y pequeña en otros. Los resultados mostraron que la ingestión de mayor cantidad de fluido atenuaba ligeramente el aumento de la frecuencia cardíaca (FC) y la temperatura central en mayor medida que durante la ingestión menor de fluido.

En relación con otras variables como la pérdida de sudor y la temperatura ambiental ( $T^a$ ), Fritzsche, Switzer, Hodgkinson, Lee, Martian y Coyle (2000) investigaron los efectos del agua y combinados con la ingestión de carbohidratos sobre la termorregulación, la función cardiovascular y el metabolismo durante el pedaleo prolongado en la máxima potencia neuromuscular. Se pueden considerar resultados interesantes que la ingestión de carbohidratos aumentó la producción de calor y la temperatura central final, así como la tasa de sudoración (TS). Se concluyó que, durante el ejercicio prolongado de intensidad moderada en un ambiente caluroso, la ingestión de

agua atenúa el declive en la potencia máxima aeróbica. Además, la ingestión de agua e hidratos de carbono enlentece el deterioro de la máxima capacidad neuromuscular más que si se ingiere sólo agua.

En otro trabajo relacionado con la reposición de líquidos, Bachle, Eckerson, Albertson, Ebersole, Goodwin y Petzel (2001) sugieren que la reposición de fluido durante 1 hora de pedaleo intenso no mejora el rendimiento en hombres y mujeres físicamente activos y en condiciones normales de hidratación. Lee, Shirreffs y Maughan (2008) comprobaron en un estudio de laboratorio que la ingestión de una bebida fría (4°C) antes y durante el ejercicio reducía la acumulación de calor fisiológico en comparación con una bebida a 37°C, dando lugar a una mejora de la capacidad de resistencia ( $23 \pm 6\%$ ).

Al investigar cómo diferentes concentraciones moderadas de cloruro de sodio afectan a la rehidratación después del ejercicio y la capacidad de ejercicio posterior, Merson, Maughan y Shirreffs (2008) comprobaron que la adición de 40 o 50 mmol/L de cloruro de sodio a una bebida de rehidratación reduce la producción de orina posterior, proporcionando con ello una rehidratación más eficaz que una bebida libre de sodio. Sin embargo, esto no supuso un mejor rendimiento 4 horas después del final del período de rehidratación. Maughan y Shirreffs (2008, 2010a, 2010c), en distintas revisiones sobre la deshidratación y rehidratación en el deporte competitivo, resaltan la necesidad de que los atletas deben aprender a evaluar sus necesidades de hidratación antes, durante y después de la competición y desarrollar una estrategia de hidratación personalizada que observe las características del ejercicio, el estado del medio ambiente y sus necesidades individuales. Asimismo, consideran que una estrategia individualizada apropiada tendrá en cuenta el estado de hidratación previo a la competición para poder establecer los líquidos, electrolitos y sustratos necesarios antes, durante y después de esta. A esto, Shirreffs (2009) añade que la composición y la temperatura de una bebida, y el volumen y la frecuencia de su consumo pueden influir en las respuestas fisiológicas a la ingestión y pueden tener un impacto en el rendimiento del ejercicio.

### 2.2.2. Recomendaciones para antes, durante y después

A modo de punto de referencia, en la tabla 6, exponemos por anticipado la propuesta de López y Fernández (2006) sobre las pautas generales de ingesta de líquidos y su composición para antes, durante y después del ejercicio físico.

Tabla 6.

*Pautas generales de ingesta de líquidos y su composición para antes, durante y después del ejercicio físico competitivo (adaptado de González-Gross, en: López y Fernández, 2006, pp. 250-251; fuente original: González-Gross et al, 2001; Burke, Kiense e Ivy, 2004; Coyle, 2004).*

Recomendaciones pre-competitivas						
	Cena		3 - 6 horas		60 - 30 minutos	
Ingesta de líquidos	1 litro		500 ml agua o zumo		500-600 ml solución (1 g/kg CHO)	
Recomendaciones per-competitivas						
Duración del ejercicio	Volumen de fluido (ml/h)	Frecuencia de ingesta (minutos)	Volumen (ml)	Temp. (°C)	Composición	Dosis CHO (g/h)
< 1 h	300-500	10-15	150-200	8-12	4-8 % CHO	30-35
1-3 h	600-1.200	15-20	150-200	8-12	4-8 % CHO + 20-40 mmol/LNa <sup>+</sup> +	30-60
> 3 h	700-1.000	10-30	150-200	8-12	5 mmol/L K <sup>+</sup> 6-8 % CHO + 20-40 mmol/LNa <sup>+</sup> +	30-60
					5 mmol/L K <sup>+</sup> + 1,5 mg/kg cafeína	
Recomendaciones post-competitivas						
	0-90 minutos		120-240 minutos		Total 24 horas	
Ingesta de líquidos	500 ml		450-680 ml/450 g peso perdido por sudor		150% del total de peso perdido por sudor	
Ingesta de electrolitos	12-24 g/L Na <sup>+</sup> + 1-2 g/L K <sup>+</sup>		20 mmol/L Na <sup>+</sup> + 3 mmol/L K <sup>+</sup>		6 g de ClNa	
Ingesta de CHO	1,2 g/kg de peso/h		1,2 g/kg de peso/h		5-7,7-12,10-12g/kg/día, según carga	

Las personas físicamente activas logran mantener un nivel de hidratación normal y equilibrado, euhidratación, sólo si ingieren suficiente fluido antes, durante y después de la actividad física (Murray, 1996). La capacidad de compensar la pérdida de fluido con la reposición está limitada por las tasas máximas de ingesta, vaciamiento gástrico y absorción intestinal. En este sentido, hay que apuntar que Fallowfield, Williams, Booth, Choo y Grows (1996) estudiaron los efectos de la ingestión de agua antes, durante y

después del ejercicio, concluyendo que la ingestión de agua durante la carrera prolongada mejoraba la capacidad de resistencia.

Las bebidas, para que puedan considerarse adecuadas en la recuperación de los líquidos y electrolitos perdidos por la realización de ejercicio físico, deben reunir una serie de características y condiciones determinadas. Con este propósito, en este apartado vamos a comentar cuáles son las evidencias encontradas en las investigaciones científicas para saber cómo y cuándo se debe rehidratar un deportista y con qué tipo de bebida, ya que no se encuentra evidencia científica de que el organismo humano pueda adaptarse a la deshidratación por sí mismo (Green et al., 2007). Una de las formas de ayudar a promover el consumo de líquido, antes, durante y después del ejercicio es aumentar la palatabilidad de los líquidos ingeridos. Ésta se ve influenciada por varios factores que incluyen la temperatura, el contenido de sodio y el sabor, incluso el color y el olor (Iglesias et al. 2011). La temperatura del agua preferida está entre 15 y 21°C, pero ésta y la preferencia de sabor varían considerablemente entre individuos y culturas (Engell et al., 1987).

Burdon, Johnson, Chapman y O'Connor (2012) han realizado una revisión sistemática sobre la palatabilidad de los líquidos a ingerir durante la práctica deportiva, con el objetivo de evaluar, en concreto, el efecto de la temperatura de la bebida en la ingesta de líquidos durante el ejercicio e investigar la influencia de la temperatura de la bebida. Encontraron que en todos los estudios revisados se prefería la bebida fresca a la más cálida, y, en cuatro de ellos, había reducido más la deshidratación. En general, la bebida fresca (< 22°C) aumentó significativamente la palatabilidad de los líquidos, el consumo y la hidratación durante el ejercicio en comparación con > 22°C.

En relación a la seguridad alimentaria sobre hidratación e ingredientes químicos en el deporte en el contexto europeo, Urdampilleta, Gómez-Zorita, Soriano, Martínez-Sanz, Medina y Gil-Izquierdo (2015) exponen que hay muchos productos con diferentes ingredientes controlados por la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), los cuales poseen declaraciones nutricionales y de propiedades saludables erróneas debido a la falta o escasa evidencia científica, resultando peligroso para la salud, por lo que reclaman la necesidad de una mayor evidencia científica obtenida a través de nuevos ensayos clínicos con el fin de ayudar a los Comités de expertos de la EFSA a la obtención de dictámenes científicos sólidos relativos a los alimentos funcionales y los

ingredientes individuales para la población deportiva. Para ellos, la regulación legal de los productos del deporte por la UE sigue en su “infancia”. En congruencia con sus propias opiniones, proponen (tabla 7) las características de las bebidas deportivas para antes, durante y después del entrenamiento.

Tabla 7.

*Características de las bebidas deportivas para antes, durante y después del entrenamiento. (Urdampilleta et al., 2015).*

<b>Antes</b>	<b>Durante</b>	<b>Después</b>
Isotónica o ligeramente hipotónica	Isotónica	Hipertónica
4-6% azúcares	6-9% azúcares	9-10% azúcares
0,5-0,7g Na <sup>+</sup> /L	0,5-0,7g Na <sup>+</sup> /L 0,7-1,2 Na <sup>+</sup> /L. (si + 1 h. o estrés por calor)	1-1,5g Na <sup>+</sup> /L

#### ***Hidratación antes del ejercicio.***

El objetivo de la hidratación antes del ejercicio es iniciar la actividad física euhidratado, es decir, con niveles normales de electrolitos en plasma. Si se consumen suficientes bebidas con las comidas y ha pasado un periodo de recuperación prolongado (8-12 h.) desde la última sesión de ejercicio, el deportista debería alcanzar valores próximos a la euhidratación (Institute of Medicine, 2005). Sin embargo, si la persona ha padecido deficiencias de líquido considerables y no ha ingerido volúmenes de líquidos y electrolitos adecuados para restablecer la euhidratación, puede ser necesario un protocolo agresivo de hidratación antes del ejercicio. El programa de hidratación pre-ejercicio ayudará a asegurar que se corrija cualquier deficiencia previa de líquidos y electrolitos antes de que se inicie la tarea de ejercicio. Se considera que un sujeto está correctamente hidratado si su PC por la mañana en ayunas es estable, o sea, si varía menos del 1 % día a día (Opliger y Bartok, 2002). La deshidratación será mínima con una pérdida del 1 al 3 % del PC, moderada entre el 3 al 5 %, y severa si es mayor al 5 % (Casa et al., 2000).

El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM, 2007) indica que cuando un individuo se hidrate antes del ejercicio, debe tomar bebidas lentamente, por ejemplo, 5-

7 ml/kg de PC, al menos 4 horas antes del ejercicio. Si el individuo no produce orina o la orina es oscura o muy concentrada deberá tomar progresivamente más líquido, por ejemplo, otros 3-5 ml/kg, cerca de 2 horas antes del evento (Sawka et al., 2007). Al hidratarse varias horas antes del ejercicio hay suficiente tiempo para que, a través de la producción de orina, regresar a niveles normales antes de iniciar el evento. El consumo de bebidas con sodio (20-50 mEq/L) y/o pequeñas cantidades de aperitivos salados o alimentos que contengan sodio en las comidas ayudará a estimular la sed y retener los líquidos consumidos (Maughan y Leiper, 1995; Shirreffs y Maughan, 1998).

En ambientes húmedos y calurosos, es conveniente tomar cerca de medio litro de líquido con sales minerales durante la hora previa al comienzo de la competición, dividido en cuatro tomas cada 15 minutos (200 ml cada cuarto de hora). Si el ejercicio que se va a realizar va a durar más de una hora, también es recomendable añadir hidratos de carbono a la bebida, especialmente en las dos últimas tomas (Shirreffs y Maughan, 1998; Gorostiaga y Olivé, 2007). No es recomendable la ingestión excesiva o hiperhidratación previa al ejercicio de agua junto con glicerol para expandir los espacios intracelulares y extracelulares, porque no mejora el rendimiento deportivo en comparación con la euhidratación (Latzka et al., 1997; Latzka, Sawka y Montain, 1998; Kavouras et al., 2005), pudiendo producir efectos secundarios como: mayor necesidad de orinar durante la competición (Freund et al., 1995; O'Brien, Freund, Young y Sawka, 2005), náuseas, molestias gastrointestinales, cefalea y aumento del PC. Además, la hiperhidratación que produce aumenta el riesgo de hiponatremia (Gorostiaga, 2004; Montain et al., 2006).

Recientemente se ha dicho que el hidrógeno puede funcionar como antioxidante, por lo que Aoki, Nakao, Adachi, Matsui y Miyakawa (2012) han investigado el efecto del agua rica en hidrógeno (HW) sobre el estrés oxidativo y la fatiga muscular en respuesta al ejercicio agudo. El estudio, que curiosamente se llevó a cabo con futbolistas, concluyó que la hidratación adecuada con HW pre-ejercicio reduce los niveles de lactato en la sangre y mejora la disminución de la función muscular inducida por el ejercicio. Aunque reconocen que se necesitan más estudios para dilucidar los mecanismos exactos y ser confirmados los beneficios en series más amplias de estudios, estos resultados preliminares sugieren que HW puede suponer una hidratación adecuada para los atletas.

Ante los hallazgos más recientes que describen la relación entre el rendimiento de la resistencia y la deshidratación inducida por el ejercicio, Goulet (2012) no duda en recomendar unos consejos que ayuden a optimizar los esfuerzos de los atletas antes de la competición: los atletas de resistencia deben tratar de iniciar el ejercicio bien hidratados, lo que se puede lograr manteniendo baja la sensación de sed y la orina de color pálido al beber aproximadamente 5-10 ml/kg de PC de agua 2 horas antes del ejercicio.

A modo de curiosidad, Johannsen et al. (2013) llevaron a cabo un estudio con el objetivo de determinar si tomar sopa de pollo con fideos antes del ejercicio aumenta la voluntad de ingerir agua, mejora el equilibrio de líquidos y el rendimiento físico y cognitivo en comparación con el agua, durante la competición en calor. Se puede decir que la ingesta de la sopa supuso ligeras mejoras en las variantes estudiadas, y con carácter significativo aumentó la ingesta *ad libitum* de agua, aunque puede alterar la función renal. James, Mears y Shirreffs (2015), han demostrado que la administración de suplementos de cloruro de sodio y cloruro de potasio atenúa la reducción de la capacidad de ejercicio en calor.

### ***Hidratación durante el ejercicio.***

El objetivo de beber durante el ejercicio es prevenir la deshidratación excesiva (>2% de pérdida de PC por déficit de agua) y los cambios excesivos en el balance de electrolitos, para evitar que esto afecte el rendimiento en el ejercicio (Sawka et al., 2007).

Montain et al. (2006) nos indican que la cantidad y tasa de reposición de líquido depende de la TS del individuo, de la duración del ejercicio y de las oportunidades para beber. Los individuos deben beber periódicamente (cada vez que se tenga oportunidad) durante el ejercicio, sin esperar a que aparezca la sed, pues ésta es un indicador del estado de deshidratación. Se debe tener cuidado en determinar las tasas de reposición de líquido, particularmente en el ejercicio prolongado que tenga una duración mayor a las 3 horas. Cuanto mayor sea la duración del ejercicio mayores serán los efectos acumulativos de las pequeñas diferencias entre las necesidades y la reposición de líquidos, lo que puede llevar a una deshidratación excesiva o a una hiponatremia por dilución.



Es difícil recomendar un programa específico de reposición de líquidos y electrolitos debido a los diferentes tipos de ejercicio (requerimientos metabólicos, duración, vestimenta, equipo), las condiciones climáticas y otros factores (por ejemplo, predisposición genética, aclimatación al calor, puesto específico y estado de entrenamiento) que influyen en la TS y las concentraciones de electrolitos en el sudor de una persona. Por lo tanto, se recomienda que los individuos tengan monitorizados los cambios en el PC durante las sesiones de entrenamiento o las competiciones para estimar las pérdidas de sudoración durante el ejercicio, en particular con respecto a las condiciones climáticas (Palacios, Franco, Manonelles, Villegas y Manuz, 2008). Esto permitirá personalizar los programas de reposición de líquidos para que sean desarrollados en función de las necesidades particulares de cada persona.

Ante la discusión sobre la periodicidad de la ingesta de líquidos carbohidratados durante los partidos de fútbol, Clarke, Drust, MacLaren y Reilly (2005) demostraron que a igual volumen total de hidratos de carbono consumido, la manipulación de la sincronización y el volumen de la ingestión provoca respuestas metabólicas similares sin afectar el rendimiento durante los partidos. Siegler et al. (2008), en un estudio de campo en entrenamientos de fútbol, comprobaron como una bebida con carbohidratos y glicerol al 5,2%, reducía mejor la deshidratación que sólo con carbohidratos, resultando beneficioso para entrenamientos que fuesen de tiempos superiores a los 75 minutos.

A nivel de actividad física con carácter recreativo, Kenefick y Cheuvront (2012), refieren que para esfuerzos de entre 5 y 42 km de carrera (“running”), no es necesario reposiciones agresivas de líquidos, ya que los registros a ritmos recreativos mostraron que las pérdidas de líquido son  $< 2\%$  del PC. Sin embargo, el consumo de hidratos de carbono (bebidas deportivas, geles, barras) puede beneficiar una más alta intensidad, y menos intensidad pero más larga duración.

Goulet (2012) recomienda que durante el ejercicio que dura 1 hora o menos, la deshidratación no disminuye el rendimiento de resistencia, pero a los atletas se les anima a enjuagar la boca con bebidas deportivas. Durante el ejercicio que dura más de 1 hora, en el que el fluido es fácilmente disponible, el consumo de acuerdo con los dictados de la sed maximiza el rendimiento de resistencia. En general, recomienda programar la ingesta de líquidos para mantener la pérdida de peso inducida por el ejercicio en torno al 2-3%. Maughan (2012) ante las dudas de poder establecer

recomendaciones con la suficiente potencia científica, debido a la diversidad metodológica de los estudios realizados y a las diferencias en la aptitud y otras características fisiológicas de los sujetos estudiados, prefiere proponer una buena evidencia: beber cantidades adecuadas de agua, especialmente agua fría, puede mejorar el rendimiento del ejercicio en muchas situaciones. Burke y Maughan (2015) vuelven a confirmarlo añadiendo que parte del mecanismo que subyace a este efecto puede ser la respuesta a líquidos fríos en la boca. También examinan la evidencia de que la ingesta de otros nutrientes asociados con la ingesta de líquidos durante el ejercicio puede mejorar el rendimiento a través de la comunicación entre la boca - intestino y el cerebro.

Como se aprecia, existe un debate acerca de la aplicación de directrices para la ingesta de líquidos durante la práctica deportiva. Por ello, Garth y Burke (2013) publicaron un artículo de difusión donde se exponen las situaciones y consideraciones pertinentes a la ingesta de líquidos durante las competiciones deportivas. Se habla de un complejo conjunto de factores que influyen en las oportunidades para beber durante las actividades competitivas continuas, muchos de los cuales están fuera del control del atleta: reglas y tácticas de eventos, disponibilidad regulada de líquido, mantener una técnica o velocidad óptima y el confort gastrointestinal, que sugiere lo cuestionable que puede ser la ingesta verdaderamente *ad libitum* durante las pruebas. También se debate sobre los formatos de competición que dificultan la rehidratación debido al escaso y variable tiempo entre las distintas pruebas de una competición. Por último, advierten de la diversidad de ingredientes y características de las bebidas deportivas que pueden aumentar la palatabilidad y/o rendimiento, y que pueden generar patrones de ingesta deseables que son independientes de las preocupaciones de la hidratación o la sed. Terminan con un llamamiento a la necesidad de aumentar la información científica para poder establecer conclusiones acerca de las estrategias de bebidas ideales para los deportes.

En esta línea, Maughan y Meyer (2013), han recapitulado los efectos de los estados de hipohidratación e hiperhidratación durante la práctica de ejercicio intenso, proponiendo una correspondencia entre las exigencias de la competición con los protocolos de ingesta en los entrenamientos. Sin embargo, se plantean si entrenar en estado de hipohidratación y la consiguiente hipertermia puede aumentar la eficacia de un programa de aclimatación al calor, lo que resultaría en una mejora del rendimiento de resistencia en ambientes cálidos y templados.

En la tabla 8, observamos los valores que se consideran oportunos para las distintas características de las bebidas deportivas tomadas durante la competición.

Tabla 8.

*Características de las bebidas deportivas tomadas durante la competición (Urdampilleta et al., 2015).*

<b>Características</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Azúcares (%)	6	9
Tipo de azúcares	Mezcla de azúcares de tasa de rápida absorción (glucosa o maltodextrina) y lenta (fructosa) en la proporción 3/1	[Fructosa] >33%
Minerales (g/L) Na <sup>+</sup>	0,46	1,20
Osmolaridad (mOsm/L)	200	330
Volumen (mL /hora)	500	1000
Temperatura (°C)	10	15
Frecuencia (min)	15	30

### ***Hidratación después del ejercicio.***

La rehidratación debe iniciarse tan pronto como finalice el ejercicio. El objetivo fundamental es el restablecimiento inmediato de la función fisiológica cardiovascular, muscular y metabólica mediante la corrección de las pérdidas de líquidos y electrolitos acumuladas durante el transcurso del ejercicio (Sawka et al., 2007).

Si la disminución de PC durante el entrenamiento o la competición ha sido superior al 2% del PC, conviene beber aunque no se tenga sed y salar más los alimentos (Burke, 2006). Se recomienda ingerir, como mínimo, un 150% de la pérdida de peso en las primeras 6 horas tras el ejercicio, para cubrir el líquido eliminado tanto por el sudor como por la orina y de esta manera recuperar el equilibrio hídrico. Los sujetos mejor preparados desarrollan sistemas de refrigeración (sudoración) más eficientes, por lo que deberán consumir más líquido.

El aumento del volumen plasmático está directamente relacionado con el volumen de líquido ingerido y con la concentración de sodio. La resíntesis del glucógeno hepático y

muscular (gastado durante el ejercicio) es mayor durante las dos primeras horas después del esfuerzo (Burke y Hawley, 1997). Por todo esto, las bebidas de rehidratación post-ejercicio deben llevar tanto sodio como carbohidratos y hay que empezar a tomarlas tan pronto como sea posible.

Evans, Shirreffs y Maughan (2009) investigaron sobre la eficacia de diferentes soluciones de carbohidratos para restablecer el equilibrio de líquidos en situaciones de ingesta *ad libitum*. Tras el estudio se encontraron diferencias en la ingesta de líquidos total. Concluyeron que en situaciones de ingesta de líquidos voluntaria, las soluciones de carbohidratos y electrolitos hipertónicas son tan eficaces como las hipotónicas para restaurar el equilibrio de líquidos en todo el cuerpo.

Shirreffs y Sawka (2011) aclaran que tanto el agua como el sodio necesitan ser reemplazados para restablecer el ACT "normal" (euhidratación). Esta sustitución puede ser por las prácticas normales de comer y beber si no hay urgencia para la recuperación, pero si se desea una recuperación rápida (< 24 h), o existe una hipohidratación grave (> 5% de masa corporal), debe acometerse un consumo agresivo de líquidos y electrolitos para facilitar la recuperación de cara a la competición posterior.

Basándose en los resultados de un estudio que comparaba el efecto de la temperatura y la composición de la bebida sobre la retención de peso y el equilibrio de líquidos al beber voluntariamente tras la deshidratación inducida por el ejercicio, Park, Bae, Lee y Kim (2012) constataron que las bebidas a temperatura fresca (10°C) que contienen hidratos de carbono y electrolitos, fueron las más favorables para el consumo y retención de peso, en comparación con agua pura y bebidas de temperatura moderada (26°C). Para Endo et al. (2012) la prevención de la deshidratación después del ejercicio por el consumo de agua por vía oral tiene efecto en el mantenimiento de la presión arterial media post-ejercicio, y puede estar relacionado con la reducción de la conductancia vascular total. Mears y Shirreffs (2013) comprobaron que tras la ejecución de ejercicios intermitentes de alta intensidad, se consumía más líquidos que después de una ejercitación continua debido a una mayor pérdida de sudor, y que las consecuencias del aumento de la osmolaridad sérica se producían principalmente como resultado de la concentración superior de lactato en sangre.

Aunque investigaciones anteriores han sugerido que el ejercicio a intensidades superiores al 70% del  $VO_{2m\acute{a}x}$  reduce la tasa de vaciado gástrico durante el ejercicio,

Evans, Watson, Shirreffs y Maughan (2016) constataron que el ejercicio tiene poco efecto en la velocidad del vaciado gástrico de una solución de glucosa post-ejercicio.

Para llevar a cabo estas estrategias en nuestros jugadores o atletas debemos concienciarles de la importancia que una correcta hidratación va a tener sobre su rendimiento individual y, por tanto, sobre el éxito colectivo. El control del PC pre y post-ejercicio es un método fácil de comprobar para los deportistas, es importante para mantener mínima la deshidratación y para identificar a aquellos que están predispuestos a grandes pérdidas de PC. Tanto la hidratación apropiada como la ingesta de carbohidratos mejoran el rendimiento, así que el consumo de carbohidratos en combinación con agua (por ejemplo en las bebidas deportivas) aporta beneficios adicionales.

### **2.2.3. Hiperhidratación**

Parece lógico pensar que para prevenir la deshidratación lo oportuno será incrementar la ingesta de agua de forma excesiva. Aun así, la hiperhidratación en ejercicio, puede ser un factor importante que conlleve a una reducción en el rendimiento físico del deportista, por lo que Grucza, Szczypaczewska y Kozłowski (1987) midieron la influencia de la hiperhidratación en la función de termorregulación pedaleando durante 45 minutos al 52% del  $VO_{2máx}$  en un ambiente termoneutral. Como resultado de que la hiperhidratación influyó en la termorregulación acortando el retraso en el ataque de sudor y disminuyendo la cantidad de sudor goteado, concluyeron que los aumentos en la  $T^{\circ}C$  en hiperhidratación en ejercicio son más bajos que en los individuos normalmente hidratados.

Freund et al. (1995) trataron de profundizar en el papel del glicerol en la retención de fluidos en la hiperhidratación a través de respuestas hormonales, renales y vasculares. Se sugiere que la ADH pueda ser, en parte, responsable en la efectividad del glicerol. Asimismo, Montner et al. (1996) estudiaron los efectos de la ingestión de glicerol antes del ejercicio en sujetos entrenados, ya que se piensa que reduce la tensión fisiológica y mejora la resistencia. El glicerol pre-ejercicio aumentó el tiempo de ejercitación.

Rico-Sanz et al. (1996) han sugerido que el consumo adicional de agua en jugadores jóvenes de fútbol aclimatados al calor incrementa las reservas de agua del cuerpo y mejora la regulación de la  $T^{\circ}C$  durante un partido de fútbol, con un efecto significativo

en la disminución en el rendimiento específico observado al final de un partido. Para Latzka et al. (1997) la hiperhidratación no ofrece ningún beneficio termorregulador, pero Greenleaf et al. (1997) y Kavouras et al. (2005), apuntan que puede retrasar el inicio de la deshidratación aportando ocasionalmente algún pequeño beneficio al rendimiento.

El riesgo de ingerir excesiva agua es la aparición de la hiponatremia o el descenso en el contenido de sales en el organismo (Zambrasky, 2005; Montain, Chevront y Sawka, 2006). Desde un punto de vista clínico, la hiponatremia se define como una concentración de sodio en sangre por debajo del nivel normal de entre 136 y 143 mmol/L (Wilmore y Costill, 2010). Esto supone que se provoque un desplazamiento de  $\text{Na}^+$  del medio extracelular hacia el intestino, produciendo la aceleración en la reducción del  $\text{Na}^+$  plasmático llegando a provocar desorientación, confusión y crisis epilépticas en deportes de larga duración, e incluso la muerte por encefalopatía hiponatrémica como sucedió en el maratón de Boston de 2002 (Almond et al., 2005).

Aunque se han dado casos de hiponatremia en el tenis, debido a que son numerosos los descansos entre juegos que posibilitan ingerir demasiado líquido para evitar posibles calambres musculares, quizá sea en los deportes de ultra-resistencia donde más factores se asocian para producir hiponatremia. En este terreno trabajaron recopilando datos durante cinco años Hoffman, Hew-Butler y Stuempfle (2013), investigando sobre 887 atletas que completaron alguna de las pruebas de 166 km celebradas al norte de California, para definir la relación entre la concentración de sodio ( $[\text{Na}^+]$ ) en la sangre después de la carrera y el cambio en el PC, examinar las interacciones entre la incidencia de la hiponatremia asociada al ejercicio (EAH), la temperatura ambiente ( $T^a$ ) y el estado de hidratación, y explorar el efecto del estado de hidratación en el rendimiento. La incidencia sobre EAH fue del 15,1% en general y tuvo una relación positiva significativa con la  $T^a$ , lo cual hay que interpretar como una alta probabilidad de desarrollar EAH.

Meses más tarde, Winger et al. (2013) indagaron sobre si las creencias acerca de la fisiología y la rehidratación afectan las conductas de hidratación de los corredores de ultramaratón, o si estas creencias aumentan el riesgo de EAH. Los autores concluyeron que las creencias sobre las causas de la EAH alteran los comportamientos en las carreras, incluyendo la planificación de la ingesta de líquidos y la administración de

suplementos de sodio, pero no parecen afectar a la probabilidad de desarrollar EAH durante un ultramaratón de 161-km.

La situación real para impedir la hiponatremia sería reemplazar el agua exactamente al mismo ritmo que se pierde, o añadir sodio al líquido ingerido. El problema radica en que las bebidas deportivas que contienen menos de 25 mmol/L de Na<sup>+</sup> son insuficientes para prevenir la dilución del sodio, pero concentraciones más altas no se pueden tolerar (Wilmore y Costill, 2010). En prevención de que aparezca la hiponatremia, se recomienda para ejercicios de larga duración plazo o de alta intensidad, un consumo de líquidos que contenga de 0,5 a 0,7 g/L (20 a 30 mEq/L) de sodio, suponiendo esta cantidad una concentración cerca de la del sudor real de un adulto (Hernandez y Nahas, 2009).

En general, en los casos en se considere necesaria una ingesta abundante, y en prevención de la EAH, Urdampilleta et al. (2015) proponen añadir a la bebida de competición azúcares al 4-6 % de concentración e incrementar las sales en 0,7-1 g/L. En el entrenamiento consideran: antes = 4-6% azúcares + 0,5-0,7g Na<sup>+</sup>/L; durante = 6-9% azúcares + 0,5-0,7g Na<sup>+</sup>/L; después = 9-10% azúcares + 1-1,5g Na<sup>+</sup>/L (ver tabla 7).

En el fútbol, las oportunidades para beber durante un partido no representan en sí mismo un riesgo de EAH porque son escasas (descanso de 15 minutos y pausas breves con el juego detenido por lesión o cambios reglamentarios), lo que dificulta la aparición de este peligroso suceso fisiológico. Pero en nuestro caso, en el fútbol-7, si existen las condiciones, pues las sustituciones de jugadores son libres. Ante esto, hay que ejercer un control sobre los volúmenes de ingesta, aunque a favor de la salud de los niños futbolistas está su propia inercia a una baja rehidratación.

#### **2.2.4. Directrices generales de consumo de líquidos para el niño deportista**

Tenemos que anticipar que las investigaciones sobre la rehidratación en niños deportistas son escasas. Meyer, Bar-or, Macdougall y Heigenhauser, (1995), en un estudio que se realizó con chicos de entre 6 y 12 años de edad haciendo ejercicio en el calor, no hallaron diferencias en la regulación de la T<sup>a</sup>C entre ingerir una bebida con carbohidratos (6%) sin electrolitos, u otra bebida con carbohidratos con electrolitos.

Recordamos al lector que en la tabla 5 se han descrito las propuestas de la FNB (2004) y la EFSA (2010), sobre el consumo recomendado para niños y adolescentes aplicables en condiciones de  $T^a$  y niveles de actividad física moderados. Rowland (2011), nos propone una ingesta de líquidos por hora durante el ejercicio de 13 ml/kg de PC, y posterior al ejercicio de aproximadamente 4 ml/kg por cada hora de ejercicio.

Abián-Vicén y Abián (2012), nos recomiendan seguir la propuesta de la guía australiana de medicina del deporte para la reposición de líquidos (agua) para niños de ~ 10 años: 45 minutos antes del ejercicio ingerir 150-200 ml y tan pronto como se pueda, durante el ejercicio, otros 75-100 ml.

El documento de la Asociación Española de Pediatría (Sánchez-Valverde et al., 2014) reúne las directrices generales sobre la nutrición para el niño deportista, incluyendo, lógicamente, las relacionadas con el consumo de líquidos. En principio, presentan las diferentes características que los niños tienen, que los hacen más vulnerables que los adultos ante la deshidratación y los daños por calor, tales como:

mayor producción de calor en proporción a su masa corporal (“por cada 1% de pérdida de PC, aumenta la  $T^aC$  0,28°C frente a 0,15°C en adultos”, López y Fernández, 2006 p. 270), menor gasto cardíaco, mayor pérdida de fluidos en igualdad de condiciones ambientales, un umbral más alto para comenzar a sudar, mayor capacidad de absorción de calor cuando la temperatura supera la temperatura corporal, menor capacidad de termorregulación y aclimatación, y una sensación de sed inadecuada al grado de deshidratación. Por otro lado, debido a su menor tasa de sudoración y concentración de sodio en el sudor, las pérdidas de sodio y de cloro son proporcionalmente menores que en el adulto (125.e3).

Como consecuencia de todo ello, establecen unas recomendaciones generales sobre la hidratación para el niño deportista (Sánchez-Valverde et al., 2014, p. 125.e1-125.e6):

- a) Factores como el clima, la intensidad del ejercicio y las características del propio individuo influyen en los requerimientos hídricos de los deportistas.
- b) Las actividades de tipo aeróbico son especialmente susceptibles de una mayor exigencia de hidratación.



- c) Se aconseja una hidratación antes del ejercicio, el mantenimiento durante el mismo y una ingesta posterior que asegure una rehidratación óptima.
- d) El control del peso antes y después del ejercicio ayuda a establecer individualmente los ajustes necesarios para evitar la deshidratación.
- e) La bebida fundamental para mantener la hidratación en niños es el agua, y sólo en adolescentes y en algunas condiciones muy especiales, puede ser recomendable la ingesta de bebidas específicas que incluyan sodio e hidratos de carbono en su composición.

Queremos finalizar este apartado aportando algunas de las conclusiones a las que se han llegado en el foro del II Congreso Internacional y IV español de Hidratación, celebrado en Toledo (España) en diciembre de 2015, que se relacionan con el contenido de este apartado (Aranceta et al., 2016. p.1-3):

- 8. Los patrones de preferencia de consumo de diferentes bebidas varían considerablemente según la edad, el nivel socioeconómico y niveles de cultura. Cualquiera que sea el factor, todos requieren un enfoque educativo para difundir las recomendaciones de consumo de líquidos adecuado.
- 10. Se debe prestar especial atención a los grupos de población con un riesgo importante de deshidratación como atletas activos, niños y adolescentes, mujeres embarazadas, lactantes y mayores.
- 11. Algunos niños y adolescentes pueden no alcanzar sus necesidades de hidratación debido a las elecciones dietéticas habituales (p. ej. bajo consumo de frutas, acceso limitado a líquidos durante el día escolar) o debido al aumento de los requisitos de energía del medio ambiente, condiciones de vida o actividad física pesada, que puede por lo tanto, influir en el estado de ánimo y en su rendimiento en actividades curriculares y extracurriculares.

Con ello se hace más evidente que la hidratación en la infancia y, sobre todo, cuando practica actividad física y deporte es importante que se investigue y se difunda por su bienestar. Recientemente, Rodríguez, Azevedo, Seabra, Padrao y Moreira (2016), evaluando el estado de hidratación y su relación con la ingesta de alimentos en un grupo de jugadores de fútbol de niños de 9-10 años, sugieren que las fuentes de agua como las frutas y verduras pueden contribuir a la euhidratación.

### 2.3. TÉCNICAS DE MEDIDA DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN

En principio, distinguiendo entre los estudios de campo y en laboratorio, y apoyándonos en la opinión de Stachenfeld (2013), hay que considerar que los primeros son esenciales para la determinación de los retos a los que se enfrentan los atletas y, normalmente, son de naturaleza observacional para no interferir con el entrenamiento o competencia de los atletas. Estos estudios observacionales son el soporte sobre el que preguntarse acerca de los mecanismos de acción que se pueden estudiar en el laboratorio. En este, las condiciones ambientales pueden controlarse estrictamente y pueden medirse con precisión el consumo y excreción de líquidos y electrolitos. Es en los estudios de laboratorio donde se pueden determinar los mecanismos fisiológicos con el objetivo final de mejorar la salud y el rendimiento en el campo.

La revisión de la literatura científica nos aproxima a la idea de que no existe actualmente una técnica única y universal para determinar el estado de hidratación, como se desprende de los trabajos realizados por Kavouras (2002), Shirrefs (2003) y Armstrong (2005). Este último autor expone nueve razones en las que apoya la postura en la que enfatiza la dificultad de la obtención de un método de referencia, y que se describen brevemente a continuación (p. 42):

1. La regulación fisiológica, tanto del ACT como de las concentraciones de líquidos, es compleja y dinámica.
2. El déficit de agua en 24 horas presenta grandes variaciones, entre personas sedentarias y deportistas, teniendo como causas la actividad física y el tamaño corporal.
3. La ingestión de sodio afecta a las necesidades diarias de agua, debido a la necesidad de seleccionar diferentes alimentos y bebidas, y existiendo diferencias interculturales en los valores de osmolalidad de la orina en poblaciones diferentes y con costumbres diferentes en relación al consumo de líquidos.
4. El estado de hidratación se ve alterado por el volumen y el momento en que se consume el agua.

5. Las muestras de orina pueden o no coincidir con el tiempo que transcurre entre los hitos de obtención de muestras de líquido en los experimentos.
6. Existen diferencias en el diseño de los experimentos que pueden complicar la interpretación de los datos y su comparación.
7. Aquellas técnicas que utilizan isótopos estables, como el óxido de deuterio, parten de la base de que el isótopo se distribuye de forma uniforme por los líquidos tanto intracelulares como extracelulares.
8. Las respuestas cardiovasculares al ejercicio (tensión arterial, frecuencia cardíaca y volumen sistólico), reducen la circulación sanguínea renal y la filtración glomerular, pudiendo afectar a los índices de hidratación.
9. Los cambios en la Posm afectan a la ratio entre el volumen intra y extracelular, afectando a algunas técnicas de evaluación de la hidratación.

En lo que respecta a la metodología de evaluación de la hidratación, al margen de la técnica que se elija, Grandjean y Campbell (2006) nos proponen que hacerlo con diversos métodos aumenta la validez de la medición, dividiendo en cuatro grandes grupos las técnicas existentes:

### **2.3.1. Técnicas de dilución e impedancia**

En principio, hay que decir que estas técnicas pueden proporcionar nuevas oportunidades de investigación (de laboratorio), pero su uso en el ámbito práctico o investigación de campo es limitado.

Efectivamente, evalúan con precisión el ACT y, teóricamente, permiten medir de forma directa cambios en el estado de hidratación. Utilizan marcadores, tales como la antipirina, el óxido de deuterio y el agua tritiada. El consenso actual es que es la metodología que da la mejor medida del ACT (Aranceta et al., 2016). Otras técnicas utilizan la corriente eléctrica para medir la conductividad de los tejidos corporales, como la impedancia bioeléctrica y la espectroscopía de impedancia bioeléctrica.

Como inconvenientes, presentan un alto requerimiento de medios técnicos y alto coste. Además, existen otros como riesgo de errores en la medición, así como dificultad para validar los resultados a otras poblaciones, tal como indican Zappe et al. (1993), Valtin y Schafer (1995) y Koulmann, Jimenez y Regal (2000). De modo más específico, Thomas, Cornish, Ward y Jacobs (1999), encuentran un margen de error de medición en

la técnica de dilución entre un 1% y 2%. Otros autores (Asselin et al. 1998, Saunders et al. 1998 y Berneis y Keller, 2000) han puesto de relieve las limitaciones de esta técnica.

Posteriormente, Utter, McAnulty, Riha, Pratt y Grose (2012), comprobaron la validez de las medidas de la impedancia bioeléctrica multifrecuencia para detectar la deshidratación aguda, pero con retardo frente a los marcadores estándar (plasma y orina) tras un período de rehidratación de 2 horas. Para ellos, los resultados del estudio demuestran la utilidad de esta técnica como medida de campo para determinar el estado de hidratación de los deportistas a corto plazo.

### **2.3.2. Indicadores de plasma**

Como indican diversos autores (Dauterman, Bennett y Greenough, 1995; Hackney, Coyne, Pozos, Feith, y Seale, 1995; O'Brien, Young y Sawka, 1998; Shirreffs y Maughan, 1998; Speedy, Noakes y Schneider, 2001), se han utilizado multitud de indicadores sanguíneos para medir el estado de hidratación como: testosterona, catecolaminas, cortisol, péptido atrial natriurético, aldosterona, nitrógeno de urea en sangre,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , hematocrito y proteínas. Se ha sugerido (Shirreffs, 2003), que tal vez el volumen de plasma se defiende en un intento de mantener la estabilidad cardiovascular, y por lo tanto las variables de plasma no serán afectada por la hipohidratación hasta que se haya producido un cierto grado de la pérdida de agua del cuerpo.

Otro indicador de plasma utilizado con frecuencia para la evaluación del estado de hidratación es la osmolalidad plasmática (Posm). Está estrechamente controlada por los sistemas homeostáticos y es la señal fisiológica primaria para regular el equilibrio del agua, con 280 a 290 mOsm/kg como “punto de ajuste” (Granjeand y Campbell, 2006). Armstrong (2005) pone en duda el uso de este parámetro como método de referencia para la evaluación del estado de hidratación, basándose en los resultados obtenidos por diversos autores (Francesconi et al., 1987; Hackney et al., 1995; Armstrong et al., 1998; Popowski et al., 2001).

### **2.3.3. Indicadores en la orina**

Frecuentemente se ha utilizado la orina para medir el estado de hidratación (ver tabla 9). Al ser estos indicadores aquellos en los que se basará el presente estudio para

analizar el estado de hidratación de los jugadores de fútbol en edad escolar, se describirán estos indicadores con mayor detalle en el apartado correspondiente. Shirreffs (2003) y Chevront y Sawka (2005) indican como técnicas válidas tanto los indicadores de orina como los cambios en el PC. Oppliger y Bartok (2002), se refieren a la utilización de los indicadores de pérdida de peso y de la orina, como pruebas sencillas y no invasivas, frente a otras más costosas.

#### **2.3.4. Cambios en el peso corporal**

Se consideran como un indicador universal, válido, económico y factible de los cambios en el agua corporal (Grandjean y Campbell, 2006). El PC además puede ser un indicador fisiológico lo suficientemente estable como para monitorizar el balance diario de líquidos, incluso durante períodos largos (1-2 semanas) que involucren ejercicio intenso y cambios agudos de fluidos (Chevront, Carter III, Montain y Sawka, 2004).

Dado que para su medición es esencial el control de los factores que pueden confundirla, si se realiza correctamente, los cambios en el PC pueden proporcionar una estimación más sensible de las variaciones en el ACT que mediciones repetidas por los métodos de dilución (Gudivaka, Schoeller, Kushner y Bolt, 1999), ya que la variación del PC inicial expresa mejor el nivel de deshidratación que la variación del ACT (Sawka et al., 2005b).

Harvey, Meir, Brooks y Holloway (2007) compararon en una investigación entre los cambios de PC, el hematocrito, la USG y el Ucol, y proponen el modelo de predicción del cambio de masa como el mejor. Para ellos, los resultados demuestran que un cambio en la masa corporal durante un partido de fútbol es un método eficaz de control de la deshidratación en comparación con otros métodos conocidos que pueden ser invasores e inapropiados en el campo. En numerosas investigaciones los registros de los cambios en el PC se complementan con la aplicación de otras técnicas más sofisticadas, pues incrementa la validez de la evaluación del estado de hidratación.

#### **2.3.5. Otras**

##### ***Osmolalidad lacrimal (Tosm).***

Fortes et al. (2011), partiendo de que el fluido lacrimal es isotónico con el plasma y la Posm es aceptada como marcador del estado de hidratación, comprobaron que los

índices de deshidratación inducida por el ejercicio físico estudiados (Tosm, Posm y USG) se correlacionaban. Por ello, propusieron Tosm como una técnica práctica y rápida de evaluar el estado de hidratación.

***Osmolalidad salivar (Vosm).***

Walsh et al. (2004) estudiaron distintos parámetros de la saliva como potenciales indicadores del estado de deshidratación en deportistas. Se estudió también la correlación de los parámetros de la saliva con la Posm y la Uosm, existiendo una alta correlación entre la Vosm, la Uosm y la concentración de proteínas totales de la saliva. Asimismo, se observó que la Uosm aumentaba durante la fase de deshidratación.

Para Ely, Cheuvront, Kenefick y Sawka (2011) el uso de Vosm como marcador del estado de hidratación es dudoso dada la variabilidad inherente a su aplicación. Por el contrario, Muñoz et al. (2013), en un estudio comparativo de distintos biomarcadores del estado de hidratación (Uosm, Sosm y Vosm USG y volumen de orina), comprobaron que Vosm y Sosm obtenían los mejores valores de sensibilidad y especificidad en determinar la deshidratación hasta el -2 % de pérdida de PC cuando se produce a través del ejercicio físico, pero en reposo se manifiesta mejor utilizando los índices urinarios.

***Sed y volumen de orina.***

Armstrong et al. (2014) diseñaron un estudio para verificar la validez de estas sencillas y baratas técnicas que permiten autoevaluar el estado de hidratación. Tras constatar que la sed se relaciona linealmente con la pérdida de agua corporal, se observó que las mediciones del volumen de orina estaban fuerte e inversamente correlacionadas con la introducción del estado de hidratación, evaluada por USG y la Uosm. Se concluyó que los hombres sanos pueden emplear mediciones simples de sensación de sed y volumen de orina de la mañana para identificar la presencia de hipohidratación leve y para guiar la reposición de líquidos.

En la tabla 9, presentamos una relación cronológica de las diversas técnicas a las que se ha hecho alusión anteriormente que han sido estudiadas en las últimas décadas por diversos autores, en ocasiones tomando una sola técnica de forma aislada y, en otras, evaluando el estado de hidratación mediante la utilización de distintos índices.

Tabla 9.

*Cronología de las técnicas de medición del estado de hidratación estudiadas por diversos autores (elaboración propia).*

Autor/es	Técnica estudiada
Dill y Costill (1974).....	% cambios en volumen de sangre.
Yasumura, Cohn y Ellis (1983).....	Activación de neutrones.
Lukaski y Johnson (1985).....	Técnicas de dilución: óxido de deuterio.
Francesconi et al. (1987).....	Índices urinarios y hematológicos.
Hubbard, Szlyk y Armstrong (1990).....	Sensación de sed.
Armstrong et al. (1994).....	Índices urinarios.
Hackney, Coyne, Pozos, Feith y Seale (1995).	Indices urinarios y sanguíneos.
Greenleaf y Morimoto (1996).....	Sensación de sed.
Armstrong, Soto, Hacker, Casa, Kavouras y Mareh (1998).....	Índices urinarios.
Shirrefs y Maughan (1998).....	Osmolalidad y conductividad de la orina.
Kovacs et al. (1999).....	Color, osmolalidad y conductividad eléctrica específica de la orina.
Ritz (2001).....	Impedancia bioeléctrica.
Popowski et al. (2001).....	Índices sanguíneos y urinarios.
Kavouras (2002).....	Índices sanguíneos y urinarios.
Cheuvront et al. (2004).....	Índices sanguíneos y urinarios.
Pialoux et al. (2004).....	Impedancia bioeléctrica.
Walsh et al. (2004).....	Osmolalidad salivar, plasmática y urinaria.
Opplinger et al. (2005).....	Gravedad específica de la orina.
Harvey et al. (2008).....	Cambios de peso, color. Hematocrito, gravedad específica de la orina.
Silva et al. (2010).....	Gravedad específica de la orina.
Fortes et al. (2011).....	Osmolaridad lacrimal.
Ely, Cheuvront, Kenefick y Sawka (2011)....	Osmolalidad salivar.
Alexy, Cheng, Libuda, Hilbig y Kersting (2012).....	Excreción urinaria de sodio.
Muñoz et al. (2013).....	Osmolalidad urinaria, sérica y salivar, gravedad específica de la orina y volumen de orina.
Armstrong, Ganio, Klau, Johnson, Casa y Mareh (2014).....	Sensación de sed y volumen de orina.
Perry, Rapinett, Glaser y Ghetti (2015).....	Osmolalidad urinaria
Perrier et al. (2016).....	Color, gravedad específica de la orina.
Rodríguez, Azevedo, Seabra, Padrao y Moreira (2016).....	Reserva libre de agua
Padrao, Neto, Pinto, Oliveira, Moreira y Moreira (2016).....	Reserva libre de agua
Kavouras (2017).....	Osmolalidad urinaria y gravedad específica de la orina.

Una aportación clave acerca de la utilización de distintas técnicas para la medición del estado de hidratación, es la que ha realizado la NATA (National Athletics Trainers Association) (Casa et al., 2000), recomendando tres métodos para la medida del estado de hidratación: cambios en el PC, USG y Ucol.

Armstrong (2005) realizó un análisis comparativo de 13 técnicas utilizadas habitualmente, atendiendo a criterios de coste, tiempo requerido, dominio técnico necesario, portabilidad o riesgos para la salud (tabla 10), concluyendo que no existía un método único para medir el estado de hidratación.

Tabla 10.

*Comparación de 13 técnicas de medición del estado de hidratación en relación a distintos criterios (modificado de Armstrong, 2006).*

<b>CRITERIOS</b> <b>TÉCNICA</b>	<b>Líquidos corporales implicados</b>	<b>Coste del análisis</b>	<b>Tiempo necesario</b>	<b>Conocimiento técnico requerido</b>	<b>Portabilidad</b>	<b>Probabil. efectos adversos</b>
<b>Dilución de isótopos estables</b>	Todos (LEC y LIC)	3	3	3	3	2 - 3
<b>Análisis de activación de neutrones</b>	Todos	3	3	3	3	2
<b>Espectroscopia de impedancia bioeléctrica (EIB)</b>	Incierto	2	3	2	2	1
<b>Cambio en la masa corporal</b>	Todos	1	1	1	1	1
<b>Osmolalidad plasmática</b>	LEC	3	2	3	3	2
<b>% del cambio del volumen plasmático</b>	Sangre	2	2	3	3	2
<b>Osmolalidad de la orina</b>	Orina miccionada	3	2	3	3	1
<b>Gravedad específica de la orina</b>	Orina miccionada	1	1	2	1	1
<b>Conductividad de la orina</b>	Orina miccionada	2	2	2	3	1
<b>Color de la orina</b>	Orina miccionada	1	1	1	1	1
<b>Volumen de orina en 24 h.</b>	Orina miccionada	1	1	1	1	1
<b>Flujo salival, osmolalidad, proteínas totales</b>	Saliva mixta total	2-3	2	3	2-3	1
<b>Clasificación de la sed</b>	Hipotálamo	1	1	1	1	1

**Leyenda de la clasificación:** 1 = pequeño; 2 = moderado; 3 = grande.



Armstrong (2005) de su análisis comparativo extrae las siguientes conclusiones:

1. Siguiendo este criterio de la solidez de las evidencias, de las 13 técnicas a las que se ha aludido anteriormente, sólo dos (la dilución de isótopos y el análisis de activación de neutrones) cuentan realmente con un respaldo científico de indicios lo suficientemente considerables y consistentes, siendo clasificadas con un grado de solidez A.
2. En lo que respecta a la resolución de la medición, la técnica de dilución de isótopos muestra valores de mayor resolución, así como el análisis de activación de neutrones. Las técnicas de EIB detectan cambios en el ACT de entre 0,8 y 1 L.
3. En cuanto a la exactitud de la medición, la dilución de isótopos arroja una posibilidad de sobreestimación del ACT en un porcentaje que oscila entre el 1 y el 5%. La EIB presenta una variabilidad para el ACT de -0,67 L. a -1,16 L y valores de + 1,07 L. en VEC (Volumen extracelular), así como de - 2,08 L en VIC (Volumen intracelular).
4. En los distintos parámetros de medida derivados de la orina (Uosm, USG, conductividad, Ucol y volumen en 24 h.), no se consideran la resolución de la medición y la exactitud, al no medir el líquido intracelular y extracelular directamente, sino que más bien constituyen una referencia útil para conocer el equilibrio hidroelectrolítico en contextos de campo, es decir, sobre el terreno.

Aún así, Chevront, Fraser, Kenefick, Ely y Sawka (2011) constataron que unificando la constante que se aplica en la ecuación exponencial de los valores registrados en Posm, USG y PC, se obtiene una herramienta cuantitativa y gráfica simple que puede ayudar a determinar la probabilidad de una persona a deshidratarse cuando se realizan medidas de serie, además de validar el uso de dicha herramienta.

## 2.4. INDICADORES URINARIOS DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN EN LA ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA

Dentro de las técnicas descritas en el apartado anterior, se ha hecho referencia a la utilización de indicadores de la orina para medir el estado de hidratación. En este apartado se analizarán de modo más específico estos indicadores, definiéndolos y realizando una revisión de los estudios que los han utilizado para evaluar el estado de hidratación, dentro del ámbito físico-deportivo.

Los indicadores más utilizados para medir el estado de hidratación partiendo de muestras de orina han sido el color y, en menor medida, el volumen, a los que podemos denominar: *marcadores físicos*. Por otro lado, dentro de los que podemos llamar *marcadores bioquímicos*, la gravedad específica y la osmolalidad son con mucho los más utilizados, aunque nosotros hemos añadido el sodio y el pH al considerar que su inclusión en nuestro estudio puede aportar consistencia y extensión del ámbito de investigación en la determinación del estado de deshidratación de los sujetos sometidos a estudio.

### 2.4.1. Físicos.

#### *Volumen.*

En principio, queremos apuntar que el volumen de orina, ya que varía inversamente con la hidratación, puede usarse también como indicador del estado de hidratación. Así, la eliminación de unos 100 ml/h de orina se considera un estado hidratado, entre 300 y 600 ml/h representa una ingesta excesiva de líquidos, y cuando es inferior a 30 ml/h se puede hablar de deshidratación. El inconveniente que tiene, pese a ser un buen indicador, está en la exigencia de recoger muestras de 24 horas con precisión, por lo que por sí solo no se recomienda, pero es interesante junto con otros signos clínicos (Grandjean y Campbell, 2006).

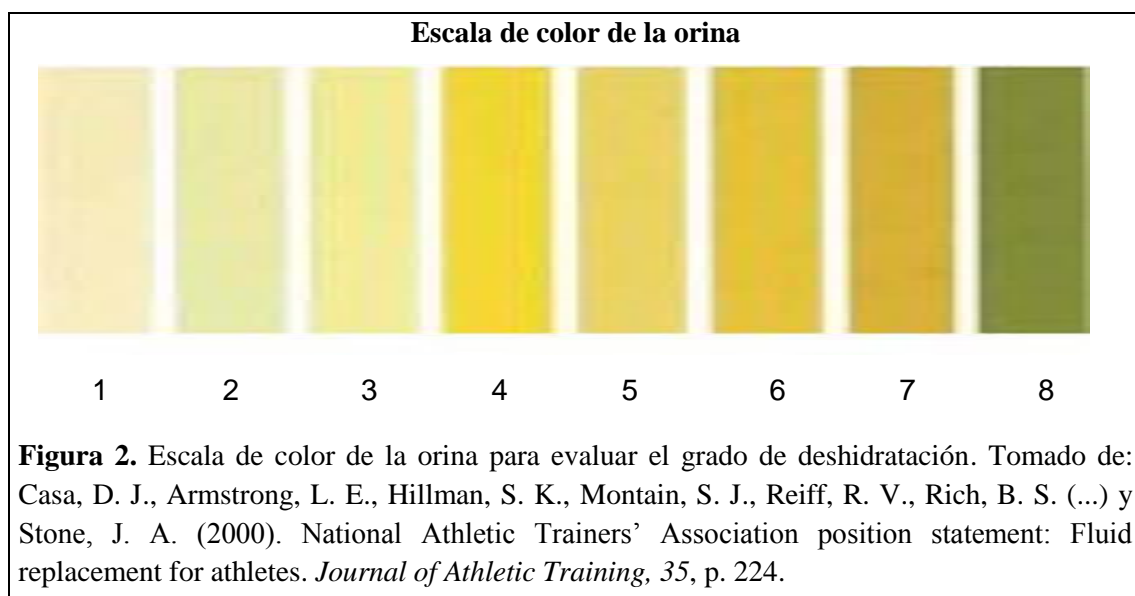
Por otro lado, se puede utilizar el volumen como unidad para determinar la reserva de agua libre (FWR [ml / 24 h] = volumen de orina [ml / 24 h] - volumen de orina obligatorio [ml / 24 h]), método que han empleado recientemente Rodriguez et al. (2016) y Padrao et al. (2016).

### **Color (Ucol).**

Diem (1962) ya indicó que el Ucol está determinado por la cantidad de urocromo presente en ella. Cuando se excretan grandes volúmenes de orina, esta orina está diluida y los solutos son excretados en mayor volumen, dando a la orina un color más pálido. Por el contrario, cuando se excretan volúmenes más pequeños de orina, esa orina se concentra, y los solutos son excretados en menor volumen, teniendo la orina un color más oscuro (Shirrefs, 2003).

Armstrong et al. (1998) en una muestra de nueve hombres altamente entrenados, evaluaron la validez y la sensibilidad del Ucol, la USG y la Uosm como índices del estado de hidratación, comparándolos con los cambios en el agua corporal. Se sometió a los sujetos a un protocolo que constaba de una fase de deshidratación inducida, una fase de ejercicio de pedaleo hasta el agotamiento y una fase de rehidratación oral. Los valores hallados situaron la USG entre 1,004-1,029 g/L, la Uosm entre 117 y 1.081 mOsm/kg, y el rango de color se situó entre 1 y 7, concluyendo que los tres parámetros generan índices válidos de medida del estado de hidratación.

Armstrong et al. (2000) y Casa et al. (2000), usando una escala de ocho colores (Figura 2), concluyeron que existía una relación lineal entre el Ucol y otros indicadores urinarios, como la gravedad específica y la osmolalidad, pudiéndose utilizar el color de la orina en situaciones en las que no fuese necesaria una alta precisión, como en ámbitos deportivos o laborales (Armstrong et al., 1994, 1998 y Popowski et al., 2001).



No obstante, hay quien considera (Simerville, Maxted y Pahira, 2005) que determinados alimentos, medicamentos, productos metabólicos e infecciones eran causa de un color anormal de orina. Por ello, es conveniente utilizarlo junto con otros indicadores o técnicas como las mencionadas en apartados anteriores.

Recientemente, Perrier, Johnson, McKenzie, Ellis y Armstrong (2016), han constatado que el cambio de Ucol es un indicador del cambio en la ingesta diaria de agua, con un estudio que ha cuantificado la relación entre un cambio en ingesta total de líquidos al día y el cambio resultante en la Ucol, proporcionando con ello a las personas un medio práctico para evaluar y ajustar los comportamientos de hidratación. En la misma línea, Guelinckx et al. (2015) y Kavouras et al. (2016), han probado con niños de 8 a 14 años que el uso de la escala clásica de Casa y Armstrong es un instrumento válido tanto para la autoevaluación como para el investigador.

#### **2.4.2. Bioquímicos.**

##### ***pH.***

Para Laso (2002) los valores normales del pH urinario se encuentran entre 5 y 6, fluctuando en el rango de 4,5 a 8,5, mientras que García, Suárez y Martínez (2010) consideran que el pH urinario puede variar entre 4,5 y 8, aunque normalmente es discretamente ácido (5,5-6,5). Asimismo nos informan de que depende de factores tan diversos como la dieta, la ingestión de ciertos fármacos o el estado metabólico individual y, generalmente, es un reflejo del pH plasmático. Gerber y Brendler (2011), establecen como valores normales entre 4,6 y 8.

Pocos estudios han utilizado el pH como indicador del esfuerzo físico realizado. A continuación reflejamos algunos relacionados con el objetivo del nuestro. Zambraski et al. (1975) no encontraron diferencias de pH durante las cinco horas entre el pesaje y la competición de lucha, en general, la ausencia de cambios significativos en el perfil urinario sugería que los luchadores no fueron capaces de rehidratarse durante el citado período de tiempo y que compitieron en un estado de deshidratación.

López (1997) en su estudio con nadadores jóvenes, pese a que suele descender con el ejercicio respecto a la situación basal (Peter-Contesse, Fabre y Didisheim, 1985), no hallaron cambios significativos en el mismo, encontrando un pH medio en el nivel de

acidez (basal:  $6,3 \pm 0,7$ , a los 30 minutos:  $6,1 \pm 0,6$ ). En la misma línea, el estudio de López-Mata, Ruiz-Cruz, Valbuena-Gregorio y Valenzuela-Chávez (2012) tras un partido de fútbol con jugadores universitarios, arrojó estos resultados: antes:  $6,0 \pm 0,91$ , después:  $5,35 \pm 0,60$  ( $p = 0,008$ ). Martínez (2015) ofrece resultados parecidos registrados en una prueba de duatlón con niños: antes:  $5,66 \pm 0,45$ , después:  $5,38 \pm 0,38$ .

Justificando lo anterior, Pérez (2006) nos informa de que durante el ejercicio intenso se observan pequeñas disminuciones del pH urinario, mientras que el ejercicio moderado tiende a provocar aumentos con cierta tendencia hacia la alcalinidad. Así, Moriguchi et al. (2004) determinaron un aumento del pH urinario tras un ejercicio submáximo, afirmando que este hecho, que en principio no sería lógico, puede ser debido a la metabolización del  $\text{CO}_2$  en  $\text{HCO}_3^-$ .

#### ***Gravedad específica (USG).***

La USG se refiere a la densidad (masa por unidad de volumen) de una muestra en comparación con el agua pura. Correlaciona con la osmolalidad urinaria (Uosm) y aporta una información importante sobre el estado de hidratación del sujeto. También refleja la capacidad de concentración de los riñones. Armstrong et al. (1994; 1998), encontraron que los valores normales en orina por lo general abarcan desde 1,013 hasta 1,029 g/L en adultos sanos. Para Kavouras (2002) y Laso (2002), pueden variar desde 1,003 hasta 1,030 g/L, indicando un valor inferior a 1,010 hidratación relativa, y un valor superior a 1,020 indica deshidratación. En el mismo sentido, Oppliger y Bartok (2002), Bartok, Schoeller, Sullivan, Clark y Landry (2004) y Chevront y Sawka (2005), consideran que una USG mayor a 1,020 g/L indica deshidratación (punto de corte), junto con una Uosm mayor de 500 mOsm/kg.

La USG se puede medir con rapidez y precisión en estudios de campo con un refractómetro de mano/portátil (Stachenfeld, 2013). Un estudio de Armstrong et al. (1998), demostró que la USG (medida con un refractómetro) y la Uosm (medida con un osmómetro) podían usarse indistintamente, obteniéndose una alta correlación, ( $r^2 = 0,96$ ). Con menor frecuencia se emplean tiras reactivas (Guthrie, Lott, Kriesel y Miller, 1987), aunque actualmente, a nivel hospitalario, se recomienda por ser un instrumento rápido y eficaz (García et al., 2010).

Popowski et al. (2001), quisieron determinar si la USG podía identificar con precisión y sensibilidad el estado de hidratación en un estudio con 12 sujetos sometidos a ejercicio en ambiente caluroso y con deshidratación inducida del 5 % del PC. La Uosm no presentó diferencias significativas desde el inicio hasta el 5% de pérdida de PC, y la USG correlacionó de forma moderada con la osmolaridad plasmática. Los autores concluyeron que tanto la USG como la Uosm son sensibles a los cambios de hidratación.

Stover et al. (2006a), usaron la USG para medir el estado de hidratación pre-ejercicio con una amplia muestra de deportistas no competitivos, en distintos lugares, diferentes horarios y climas (también medido con un refractómetro) y, pese a ello, no encontraron diferencias significativas en las medias obtenidas.

Se ha descrito que la especificidad de la USG para medir el estado de deshidratación en deportistas con gran masa muscular (jugadores de rugby) se reduce, por lo que pueden ser incorrectamente clasificados de hipohidratados (Hamouti, Del Coso, Ávila y Mora, 2010). También Hamouti, Del Coso y Mora (2013), nos informan de que para detectar los mínimos cambios de deshidratación leve (hasta un 2% de pérdida de PC) inducida por el ejercicio, encuentran la USG tan eficaz como la osmolalidad plasmática.

Recientemente, Ersoy, N., Ersoy, G y Kutlu, M. (2016), han encontrado compatibilidad en la medición del estado de hidratación a través de los distintos métodos de determinar la USG (laboratorio, tira, refractometría).

### **Sodio ( $Na^+$ ).**

Los valores normales de  $Na^+$  en adultos son de 40 a 220 mEq/L/día, en una muestra aleatoria (McPherson y Ben-Ezra, 2011; Gerber y Brendler, 2011), y en niños de 41 a 115 mEq/día o mmol/día (Fischbach y Dunning, 2009). Para Pagana y Pagana (2010), el valor normal de  $Na^+$  en muestra de orina única es  $> 20$  mEq/L o mmol/L.

La mayoría de los autores están de acuerdo con que el ejercicio intenso, de corta o larga duración, se produce una disminución en la excreción urinaria de  $Na^+$  (Pérez, 2006). Así lo comprobaron Glace, Murphy y McHugh (2002), con ultramaratonianos, Godek, Godek y Bartolozzi (2005), en jugadores de fútbol americano universitario y Fudge et al. (2008), con fondistas keniatas de élite. No encontraron diferencias Afshar, Sanavi y Nadooshan (2009), antes y después de competiciones de kárate, justificándolo

en base a la corta duración y a la naturaleza anaeróbica del kárate. López (1997) informa de las modificaciones que los iones urinarios sufren en nadadores jóvenes tras un entrenamiento simulado, indicando que el sodio basal era de  $0,09 \pm 0,04$  mEq/min y 30 minutos después del entrenamiento  $0,18 \pm 0,17$  mEq/min, aumento justificado por el incremento del LEC debido a la exposición al frío y a la inmersión en el agua.

Lee, Miller y Buono (2010), comprobaron la mayor eficacia de la medición del  $\text{Na}^+$  urinario frente al sudoríparo, basándolo en que los receptores de mineralocorticoides (MR) en la glándula sudorípara no se antagonizan por la espironolactona en la misma manera que aquellos en el riñón, lo que sugiere que existen diferentes isoformas de la MR en el riñón y la glándula sudorípara de los seres humanos.

### ***Osmolalidad (Uosm).***

La Uosm es una medida del contenido total de solutos en la orina que se ve afectado por todas las partículas disueltas en un volumen conocido (es decir, la masa) de líquido. Los análisis requieren un osmómetro y un técnico de laboratorio capacitado, y necesita cierto tiempo. Recientemente se ha estudiado este parámetro ampliamente como un marcador de estado de hidratación posible, si bien para Francesconi et al. (1987), debido a que las propiedades de la orina eran reguladas por varios mecanismos y el volumen de agua cambia constantemente, no podía aceptarse universalmente esta técnica para determinar si un individuo estaba bien hidratado, sobrehidratado o hipohidratado.

Armstrong et al. (1994) comprobaron que las medidas de Uosm se podían utilizar indistintamente con la USG, y sugieren que, para que una persona se encuentre en un estado de euhidratación, la USG no debe superar los 1,030 g/L y la Uosm no debe exceder de 1.050 mOsm/kg. Del mismo modo, Shirreffs y Maughan (1998) sugieren que una  $\text{Uosm} > 716$  mOsm/kg en el vaciado de la mañana refleja un primer estado de hipohidratación. Para Cheuvront y Sawka (2005), el punto de corte del estado euhidratado está en  $< 700$  mOsm/kg. Sin embargo, Gerber y Brendler (2011), establecen como valores normales entre 50 y 1.200 mOsm/kg.

Shirreffs y Maughan (1998) trataron de determinar un método rápido y fácil para la evaluación del estado de hidratación en los atletas en ambientes calurosos, midiendo la Uosm de la primera muestra de orina del día. Los resultados establecieron que las diferencias se encontraban cuando los individuos se deshidrataron en un grado

moderado en comparación con una situación de euhidratación. Se obtuvieron valores de la primera muestra de la mañana en los sujetos control de  $675 \pm 232$  mOsm/kg. En los sujetos que se hipohidrataron por el ejercicio, seguido de restricción de líquidos, la Uosm matinal registró valores de  $924 \pm 99$  mOsm/kg. Kovacs et al. (1999), afirmaron que la Uosm puede no reflejar con precisión el estado de hidratación si se utiliza inmediatamente después del ejercicio.

La Uosm puede verse influida por diversas variables, como son el género y el tipo de población. En relación con el género, se encuentran valores más altos en hombres que en mujeres, como en los estudios realizados en distintas poblaciones. Así, en EE.UU, Kutz, Cook, Carter-Pokras, Brody y Murphy (1992), encontraron valores de 649 mOsm/kg en hombres y 540 en mujeres. En Alemania, los valores hallados son de 801 mOsm/kg en chicos frente a 729 en chicas (Roberts y Manz, 1996). En Italia, Riva et al. (1984), no encontraron diferencias significativas entre ambos sexos. En relación exclusivamente a un país, se han encontrado valores que van desde 416 mOsm/kg, referidos por Widdowsen y McCance (1970), hasta valores mayores que reflejan Roberts y Manz (1996), en Alemania (801 mOsm/kg), o Kawauchi et al. (1996), en Japón (900 mOsm/kg).

Fernández-Elías, Martínez-Abellán, López-Gullón, Morán y Pallarés (2014), ofrecen una escala de valores de referencia de la Uosm para determinar el estado de hidratación tras mediciones a 345 luchadores, estableciendo la euhidratación entre 250 y 700 mOsm/kg, la deshidratación entre 701 y 1.080 mOsm/kg y la deshidratación severa de 1.081 a 1.500 mOsm/kg.

Referido a individuos sedentarios, Perrier et al (2015), han sugerido que la Uosm en 24 horas  $\leq 500$  mOsm/kg puede ser un indicador simple de hidratación óptima, lo que supone un consumo de líquidos diario compensado con las pérdidas diarias, garantizando así la producción de orina suficiente para reducir riesgos renales.



## **2.5. DESHIDRATACIÓN GENERAL**

### **2.5.1. Evolución general de su estudio desde una perspectiva clínica**

La deshidratación como fenómeno y sus efectos en el organismo humano viene siendo objeto de estudio e investigación desde prácticamente mediados del siglo pasado. Así, en el año 1947, la publicación *Physiology of Man in the Desert* compilaba las investigaciones realizadas en tiempo de guerra por un grupo de fisiólogos dirigido por E. F. Adolph de la Universidad de Rochester. La aportación principal de este grupo es que se plantearon preguntas simples y respuestas claras y definidas, sentando a través de fundamentos científicos los efectos de la Tª y la falta de agua en el organismo (Brown, 1947).

En la década de los sesenta, Senay y Christensen (1965) indicaron que las modificaciones más probables en el plasma durante la deshidratación progresiva se producían en la concentración de proteínas, como la albúmina, en lugar de en el volumen de plasma. Es partir de los setenta cuando los estudios sobre la sintomatología de la deshidratación se especializaron centrándose en la investigación de aspectos más concretos como: la relación de la deshidratación con otras patologías, el sistema inmune, la pérdida de PC, procesos hormonales, funciones psicológicas y precisión en la medida del estado de deshidratación.

Kimura et al. (1976) estudiaron la interacción entre la ADH y el sistema renina-angiotensina, ADH plasmática y actividad de la renina en plasma (PRA) en sujetos normales bajo varios estados de hidratación y en diversas condiciones experimentales: de agua, infusión hipertónica, deshidratación salina aguda inducida por la furosemida y el cambio postural. Sólo la infusión salina hipertónica provocó un aumento de la osmolalidad del plasma (Posm). Se sugiere que Posm sea la variable dominante regulando la ADH plasmática. Por otro lado, la PRA está fuertemente influida por los cambios en el volumen de sangre.

Durante los ochenta se realizaron distintos estudios relacionando los efectos de la deshidratación con patologías de diverso tipo, algunas relacionadas con la salud mental, como la de Gehi, Rosenthal, Fizette, Crowe y Webb (1981) que, a fin de determinar si la hiponatremia produce un síndrome psiquiátrico característico, compararon 17 pacientes con esta condición con 18 pacientes control, todos hospitalizados. Los resultados

mostraron que los pacientes con hiponatremia tenían déficits mentales más severos que el grupo control y que estaban severamente más enfermos que los que no la tenían, aunque no pudo atribuirse su estado mental con certeza a la hiponatremia.

Los procesos termorreguladores, y en especial la sudoración, fue el foco sobre el que Armstrong, Hubbard, Szlyk, Matthew y Sils (1985) estudiaron los efectos de la temperatura del agua (6,22 y 46°C), el tratamiento con cloro y la deshidratación voluntaria, así como las pérdidas de electrólitos por el sudor y la pérdida de electrólitos totales; para ello contaron con sujetos sanos que en una sala climatizada realizaron ejercicio intermitente durante 6 horas sobre un tapiz rodante, a los que se le midieron parámetros como: PC, temperatura rectal, media de temperatura de la piel, FC, TS, Posm y electrólitos, volumen de orina, sodio y potasio. Tras el estudio no se encontraron diferencias significativas en relación con el tratamiento del agua o no con cloro, salvo en la pérdida de electrólitos por el sudor. Aquellos que bebieron agua a la mayor temperatura, consumieron un 50 % menos de agua, con una pérdida de PC mayor que los que bebieron agua a 6°C. Las pérdidas de electrólitos por sudor de potasio y magnesio no se vieron afectadas por la intervención. El estudio también concluyó que el vaciamiento de depósitos de potasio era más probable que el del sodio, ya que la comida complementa su aportación.

Ya en los noventa, Bitterman et al (1991) estudiaron la relación del estado de hidratación con la incidencia de patologías oncológicas, en concreto del tracto urinario en una población determinada. Se identificaron factores medioambientales, discutiéndose el efecto protector de la ingestión de fluidos. Lax, Eicher y Goldberg (1992) se propusieron determinar si el prolapso de válvula mitral (MVP) podía ser inducida en mujeres por diuresis. Mediante ecocardiogramas comprobaron que el MVP podía inducirse por la deshidratación moderada en mujeres con el fenotipo de MVP, siendo reversibles los cambios con la rehidratación.

Un estudio realizado con niños con fibrosis quística realizado por Bar-Or, Blimkie, Hay, MacDougall, Ward y Wilson (1992), estudió la relación entre la baja tolerancia al stress térmico inducido por el ejercicio físico en niños con fibrosis quística y la mortalidad y morbilidad, encontrando que los niños con fibrosis quística infravaloran sus necesidades de fluidos, sufriendo deshidratación excesiva durante la exposición prolongada en ambientes calurosos.

Bruemmer, White, Vaughan y Cheney (1997) estudiaron la relación de la ingesta de fluidos con el cáncer de vejiga en hombres y mujeres de mediana edad, de entre 45 y 65 años. No se halló ninguna asociación entre la incidencia de cáncer de vejiga y la ingestión de agua, café, té o alcohol, para hombres o mujeres. Este estudio sugiere que la ingestión de agua y bebidas específicas no se asocia en conjunto con los riesgos de cáncer de vejiga y proporciona una evidencia limitada de una correlación positiva entre la ingestión de total de fluido y el cáncer de vejiga entre las mujeres.

La relación entre la deshidratación y la actividad glandular la estudiaron Ship y Fischer (1997), cuyo propósito era determinar el efecto de deshidratación del cuerpo en las glándulas parótidas y en las proporciones de flujo salivales en los adultos jóvenes (20-40 años) y más viejos (60-80 años). Los resultados sugirieron que la deshidratación corporal se asociaba con la disminución de la actividad parótida y las proporciones de flujo de glándula salivales, y que estos cambios son generalmente independientes de la edad en los adultos sanos.

Posteriormente, Manz y Wentz (2005) categorizaron los efectos de la deshidratación en función de la fuerza de las evidencias en distintas enfermedades crónicas. Se mostraban efectos positivos del mantenimiento de una buena hidratación en la urolitiasis, el estreñimiento, el asma inducida por el ejercicio, la deshidratación hipertónica en el niño e hiperglucemia en el diabético, así como en las infecciones del tracto urinario, hipertensión, enfermedad coronaria severa, tromboembolismo venoso, infarto cerebral y desórdenes broncopulmonares. Estas patologías se clasificaron según distintos grados de evidencia. En cuanto al cáncer de colon, las evidencias eran inconsistentes.

A partir de aquí, con un panorama definido respecto a los efectos clínicos de la deshidratación, no vamos a profundizar más sobre esta faceta. Sí queremos, al menos, recoger algunos enfoques sobre los que avanza la investigación clínica de la deshidratación, que tienen en alguna medida relación con el objeto de nuestro estudio.

Así, con el interés centrado contra la epidemia de la obesidad infantil, Dubnov-Raz, Constantini, Yariv, Nice y Shapira (2011) han investigado la influencia que tiene el consumo de agua sobre el gasto energético en reposo (REE) en niños con sobrepeso, partiendo de que ello había sido demostrado previamente en los adultos. El estudio constató un aumento significativo en el REE tras el consumo de agua fría en los niños

con sobrepeso, que traducido a parámetros que permitan apreciar su alcance, podría decirse que un niño que consuma la cantidad diaria recomendada de agua perteneciente a su rango de edad, consumiría un REE adicional equivalente a una pérdida de PC extra de 1,2 kg por año.

Más recientemente, otros estudios se han enfocado hacia los avances en la terapia pediátrica de deshidratación. Niescierenko y Bachur (2013) nos informan de que los antieméticos pueden ser un complemento en la terapia de rehidratación oral, pues se han demostrado bien tolerados, eficaces y rentables, frente a el gran volumen de casos de rehidratación intravenosa para pacientes ambulatorios con deshidratación que no mostró ningún beneficio sobre los regímenes más estándar.

Moritz (2013), experto en la epidemiología y el tratamiento de los trastornos de la homeostasis del sodio y el agua (hiponatremia e hipernatremia) en los niños, a colación de que muchos trastornos del sodio son causados por la administración intravenosa de líquidos inadecuados, presenta diferentes aspectos de la gestión de fluidos con énfasis en la prevención y tratamiento de los trastornos del sodio sérico, algunos cuyos conceptos clave serían: cuándo usar un fluido isotónico frente a un líquido hipotónico, cómo utilizar cloruro de sodio al 3% para el tratamiento de la encefalopatía hiponatémica y estrategias para tratar diferentes causas de deshidratación hipernatémica en los niños.

McNab et al. (2014) han pretendido dar respuesta a parte de las problemáticas que plantea Moritz , primero, estableciendo y comparando el riesgo de hiponatremia mediante la revisión sistemática de los estudios donde líquidos isotónicos se comparan con líquidos intravenosos hipotónicos para fines de mantenimiento de la hidratación en niños, y, posteriormente, comparando el riesgo de hipernatremia debido al efecto que sobre la concentración media de sodio sérico y la tasa de efectos adversos atribuibles a ambos tipos de fluidos se produce en los niños.

### **2.5.2. Tipos de deshidratación**

Distintos autores (Reese, 1991; Sawka, 1992; Downey y Seagrave, 2000; Grandjean y Campbell, 2006), coinciden al considerar tres grandes tipos de deshidratación, que se clasifican según la cantidad de sales perdidas en relación con la pérdida de agua:

1. *Deshidratación isotónica*: se produce cuando existe pérdida de agua corporal y sodio en cantidades iguales. Se producen por pérdidas de líquido gastrointestinal (diarreas), vómitos, y se provoca una pérdida de agua y electrolitos.
2. *Deshidratación hipertónica*: se produce cuando sólo existe pérdida de agua o cuando las pérdidas de agua son mayores que las de sodio. También se conoce como deshidratación hipernatrémica, déficit de agua y deshidratación por disminución de volumen (Grandjean y Campbell, 2006). Se produce ante condiciones derivadas de la T<sup>a</sup>C elevada, como el ejercicio, quemaduras o fiebre. También puede estar ocasionada por tratamientos terapéuticos o medicamentos.
3. *Deshidratación hipotónica*. Tiene lugar cuando la pérdida de sal es mayor a la pérdida de agua. Los diuréticos y las dietas bajas en sodio pueden causar este tipo de deshidratación. Kugler (2000), también señala como causas las deficiencias de glucocorticoides, el hipotiroidismo y el síndrome de secreción inapropiada de la ADH. También se conoce como deshidratación hiponatrémica o disminución de volumen y electrolitos.

En la tabla 11, puede verse un resumen de las consecuencias y causas potenciales de los tipos de deshidratación.

Tabla 11.

*Tipos de deshidratación. (Modificada de Grandjean y Campbell, 2006).*

Tipo	Consecuencias	Causas potenciales
<b>Deshidratación isotónica</b>	Pérdida isotónica de agua y sal en el LEC	Ascitis. Procesos terapéuticos (diuréticos) Pérdidas de líquido gastrointestinal
	No hay traspaso de agua osmótica de LIC	Ingestión de líquido y sales inadecuada
<b>Deshidratación hipertónica</b>	La pérdida de agua es mayor que la pérdida de sales.	Vómitos Pérdidas por sudor Diuresis osmótica
	Traspaso osmótico de agua desde la célula hacia LEC	Diarrea osmótica
<b>Deshidratación hipotónica</b>	Mayores pérdidas de sodio que de agua.	Ingestión de agua inadecuada Pérdidas de sudor o líquido gastrointestinal.
	Traspaso osmótico de agua desde LEC hacia el interior de la célula.	Tratamiento con tiazidas Reemplazo del líquidos sin la correcta suplencia de sodio y potasio

### 2.5.3. Efectos generales sobre el organismo

Murray (1996, p. 248), nos descubre algunos efectos que la deshidratación produce en el organismo:

1. Reducción de la incidencia de vaciado del estómago.
2. Aumenta el stress gastrointestinal.
3. Disminuye el flujo de sangre visceral.
4. Disminuye el volumen plasmático.
5. Aumento de la viscosidad de la sangre.
6. Disminución del volumen circulatorio central.
7. Caída de la presión de retorno venoso.
8. Disminución del volumen minuto cardíaco.

Wilmore y Costill (2010) señalan el aumento de la T<sup>a</sup>C central y del estrés cardiovascular (disminución del volumen sanguíneo y plasmático, reducción del gasto cardíaco, disminución del volumen sistólico y aumento de la FC).

Bouzas (2000) identificó los siguientes efectos debidos a la deshidratación: disminución del volumen plasmático, aumento de la FC submáxima, reducción del gasto cardiaco, disminución del flujo sanguíneo cutáneo, muscular y hepático, disminución de la respuesta a la producción de sudor, aumento de la concentración de lactato, aumento del índice de percepción de esfuerzo, disminución del tiempo total de realización de la actividad, disminución del VO<sub>2máx</sub>, aumento de la temperatura rectal, disminución de la presión arterial, disminución del rendimiento mental, disminución de la acción biomecánica ideal, alteraciones gastrointestinales, mayor riesgo de hipertermia, lesiones por calor, aumento de la osmolalidad, mayor requerimiento del glucógeno muscular y mayor incidencia de calambres.

La tabla 12 recoge los efectos de la deshidratación sobre el organismo en función de la pérdida del PC.

Tabla 12.

Efectos generales de la deshidratación sobre el organismo, según el % de PC perdido y el PC del sujeto. (Thompson et al. 2008, tomado de Casado et al, 2011).

% Pérdida peso corporal	Peso perdido (72 - 75 kg)	Peso perdido (52 - 55 kg)	Síntomas
1 - 2 %	0,72 – 1,50 kg	0,52 – 1,10 kg	Sed intensa, pérdida de apetito, malestar, fatiga, debilidad, dolores de cabeza
3 - 5 %	2,16 – 2,25 kg	1,56 – 2,75 kg	Boca seca, poca orina, dificultad de concentración y en el trabajo, hormigueo extremidades, somnolencia, impaciencia, náuseas, inestabilidad emocional
6 - 8 %	4.32 – 6,00 kg	3,12 – 4,40 kg	↑ Temperatura, frecuencia cardíaca y respiración, mareos, dificultad para respirar y para hablar, confusión mental, debilidad muscular, labios azulados
9 - 11 %	6,48 – 8,25 kg	4,68 – 6,05 kg	Espasmos musculares, delirios, problemas de equilibrio y de circulación, lengua hinchada, fallo renal, disminución del volumen sanguíneo y en la presión arterial.

#### 2.5.4. Efectos en las funciones cognitivas

El estudio de las funciones cognitivas en relación al estado de deshidratación ha suscitado un interés especial desde hace algunos años. En la década de los ochenta, Epstein et al. (1980) estudiaron cómo afectaban distintas cargas de calor sobre el nivel de vigilancia y las tareas cognitivas complejas involucradas en una actividad de intensidades diferentes. Los resultados indicaron que la actuación psicomotora se deterioraba antes que los parámetros fisiológicos.

En otro trabajo, Sharma et al. (1986), con el fin de determinar el efecto de la pérdida de PC en las funciones mentales y coordinativas, determinaron que a partir del 2-3% de deshidratación se veían comprometidas las funciones mentales. Más adelante,

Gopinathan et al. (1988) hallaron que una deshidratación entre el 1 y el 4% inducida por ejercicio con calor, producía alteraciones en la percepción viso-motriz, la memoria a corto y largo plazo, la atención y la eficacia aritmética. En concreto, se observó una reducción de la memoria a corto plazo con una deshidratación del 2% o más, así como de la atención, la eficacia aritmética y la percepción viso-motriz.

Cian, Barraud, Melin y Raphel (2001) estudiaron los efectos de exposición al calor, la deshidratación inducida por el ejercicio y la ingestión de fluido sobre la actuación cognoscitiva. Los resultados mostraron que se dañaban las habilidades cognoscitivas (es decir, la discriminación perceptiva y la memoria a corto plazo), así como las estimaciones subjetivas de fatiga.

Shirreffs, Merson, Fraser y Archer (2004) indagaron sobre los sentimientos subjetivos, comparando un grupo con restricción de líquidos (FR) de 13, 24 y 37 h., con otro en euhidratación. Aparte de los efectos fisiológicos que resultaron de las muestras de orina y sangre para el grupo FR: pérdida de masa corporal ( $-2,7 \pm 0,6 \%$ ), aumento de las concentraciones de osmolaridad plasmática y descenso del volumen plasmático, los sujetos de este grupo sólo informaron de dolor de cabeza y reducción de su capacidad de concentración y estado de alerta.

Autores como Ritz y Berrut (2005) muestran que incluso una deshidratación moderada, en adultos saludables, produce daños en procesos importantes de la función cognoscitiva como pueden ser la concentración, la vigilancia y la memoria a corto plazo. No obstante, debido a la falta de herramientas convenientes para la valoración del estado de hidratación, sus efectos en otros aspectos de salud diaria y bienestar permanecen sin ser demostrados.

Szinnai, Schachinger, Arnaud, Linder y Keller (2005), que estudiaron la función cognitivo-motriz de 16 sujetos (8 hombres y 8 mujeres), a través de diversas pruebas, con condiciones de privación y no privación de agua, concluyeron que la función cognoscitivo-motriz se conservaba durante la restricción de agua en los humanos jóvenes en un nivel de deshidratación moderada equivalente al 2,6% de pérdida de PC. En relación con la variable género, el tiempo de reacción en condiciones de privación de agua era mayor en las mujeres.



Petri, Dropulic y Kardum (2006) aplicaron una serie de pruebas psicológicas para evaluar si existía deterioro en la capacidad mental y psicomotriz durante 24 horas de suspensión de la toma de líquido voluntaria. Los resultados mostraron que producía el deterioro de parámetros objetivos de los procesos psicológicos, no siendo así en otros subjetivos, como el humor. Para D'Anci, Constant y Rosenberg (2006) pueden producirse alteraciones significativas en la función cognoscitiva en los adultos jóvenes con un nivel de deshidratación leve, del 1 al 2 % de pérdida de PC. En los niños, la deshidratación aparece asociada a confusión, irritabilidad y letargo, pudiéndose producir decrementos en la actuación cognitiva.

Dado que la deshidratación y la conmoción cerebral son relativamente comunes en el rendimiento deportivo, algunos expertos han especulado sobre si la deshidratación puede influir negativamente en el rendimiento en las pruebas de uso común para la evaluación de la conmoción cerebral. Patel, Mihalik, Notebaert, Guskiewicz y Prentice (2007) abordaron esta línea determinando cómo la deshidratación afectaba a los signos y síntomas del rendimiento neuropsicológico, la estabilidad postural y la conmoción cerebral; los resultados sugieren que la deshidratación moderada ( $-2,5 \pm 0,63$  % PC) influyó significativamente en el autoinforme de síntomas comúnmente asociados con conmoción cerebral. La deshidratación se tradujo en un deterioro de la memoria visual y aumento de la fatiga. A pesar de estos resultados, la deshidratación no afectó a otras medidas de pruebas objetivas de estabilidad neuropsicológica y postural de conmoción cerebral.

Tomporowski et al. (2007) estudiaron los efectos de la deshidratación inducida por el ejercicio y la ingestión de fluidos sobre la actuación cognoscitiva. El tiempo de elección de respuesta durante el test decrecía después del ejercicio, independientemente del nivel de deshidratación. Los errores en la elección de respuesta se incrementaban en el siguiente ejercicio, pero sólo en pruebas que exigían movimiento.

Por otro lado, Baker, Conroy y Kenney (2007) se centraron en los efectos de la deshidratación en la vigilancia atencional en jugadores de baloncesto, concluyendo que la adecuada hidratación permitía un mantenimiento en la concentración y la realización de las tareas. Para ellos la reposición de fluidos es esencial en deportes de alto contenido dinámico.

Ante la escasa información sobre la problemática que supone adquirir la adhesión necesaria para llevar a cabo un programa de ejercicio y salud y estado físico general, Peacock, Stokes y Thompson (2011) investigaron el estado de hidratación inicial, el equilibrio de líquidos y las respuestas asociadas a una sesión típica de ejercicios recreativos en adultos sanos. Determinaron que los adultos físicamente activos que iniciaron sus sesiones en estado de hipohidratación, manifestaron más cambios psicológicos negativos en respuesta a su siguiente período de sesiones que los sujetos que se ejercitaron en euhidratación.

Recientemente, ha habido un considerable debate sobre si la deshidratación leve tiene un efecto significativo sobre los aspectos de la función cognitiva. Gran parte de la incertidumbre es resultado de los estudios mal diseñados, por confusión a la hora de elegir los métodos para inducir la deshidratación o por extraer medidas insensibles de la función cognitiva. Este era el estado de pensamiento de Ganio et al. (2011) cuando realizaron un estudio que evaluó los efectos de la deshidratación leve en el rendimiento cognitivo y el estado de ánimo de los hombres jóvenes. Los resultados revelaron que la deshidratación leve sin hipertermia en los hombres induce cambios adversos en la vigilancia y la memoria de trabajo y, además, el aumento de la tensión, ansiedad y fatiga. Los autores advierten que aunque los efectos sobre los estados de rendimiento cognitivo y los estados de ánimo son generalmente pequeños, pueden ser suficientes para tener consecuencias funcionales importantes durante los períodos en los que se sufra estrés.

En la misma línea, Adan (2012) revisa los principales hallazgos de los estudios publicados hasta la fecha sobre el examen de las habilidades cognitivas. Admite que la deshidratación, aunque sea leve, no es una condición deseable porque hay un desequilibrio en la función homeostática del medio interno, pudiendo afectar negativamente el rendimiento cognitivo de toda la población. Afirma que estar deshidratado tan sólo -2% PC perjudica el rendimiento en tareas que requieren atención, psicomotricidad y habilidades de la memoria inmediata, así como la evaluación del estado subjetivo. Opuestamente, se mantienen en estado normal la realización de tareas a largo plazo, la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas, sobre todo si la deshidratación es causada por el ejercicio físico moderado. Coincide con sus colegas del párrafo anterior en que hay que hacer un esfuerzo por estandarizar los métodos para los estudios futuros, sobre todo unificando criterios respecto a la evaluación del desempeño

cognitivo, el método utilizado para causarla deshidratación y las características de los participantes.

Coincidiendo con los anteriores autores, pero con un enfoque mucho más crítico, Sécher y Ritz (2012) sólo sostienen que existe un vínculo entre la clínica severa de deshidratación y el rendimiento cognitivo. Dudan de los estudios iniciales que sugieren que, con pérdidas rápidas y severas de agua inducida por ejercicio físico y/o estrés por calor, hubo alteraciones en la memoria a corto plazo y la función cognitiva relacionada con la visión, pues estudios más recientes no han confirmado todos estos datos. Los que se tienen sobre los niños los cuestionan al basarse en un pequeño número de niños. En general, opinan que por la heterogeneidad metodológica en los estudios, no pueden apoyar la relación entre la deshidratación leve y el rendimiento cognitivo.

Hacia finales de este mismo año, Lieberman (2012), en un intento de unificar criterios metodológicos, propone: la elección de un método apropiado de generar un nivel consistente de deshidratación, la determinación y eficacia empleando medidas apropiadas y sensibles del estado cognitivo y el control adecuado de los muchos factores de confusión que interfieren con la evaluación de la función cognitiva. Concluye su artículo conminando a los investigadores a sopesar cuidadosamente los beneficios y desventajas de los métodos y procedimientos que decidan elegir y aplicar para sus futuras investigaciones.

Ely, Sollanek, Chevront, Lieberman y Kenefick (2013) abordaron un complejo estudio cuyo propósito era determinar el impacto de la exposición aguda a una gama de temperaturas ambiente (10-40°C) en hipohidratación y euhidratación sobre la cognición, el estado de ánimo y el equilibrio dinámico. Los resultados demostraron la resistencia cognitiva en respuesta a los déficits de fluidos corporales.

Perry, Rapinett, Glaser y Ghetti (2015), en un estudio con niños de 9-12 años, han comprobado que una hidratación adecuada en el tiempo puede ser clave para la mejora del rendimiento cognitivo de los niños.

Aranceta et al. (2017) advierten que “el consumo de agua afecta la estructura y las funciones del cerebro y tal vez el rendimiento cognitivo, particularmente cuando involucra habilidades motoras. Un mejor estado de hidratación podría ayudar a mejorar estado de ánimo, atención y niveles de concentración mental” (p. 2).

## 2.6. DESHIDRATACIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICO-DEPORTIVA

Vamos a iniciar este apartado delimitando los términos más empleados en esta materia, dado que por su sutil semántica pudiesen prestarse a interpretaciones erróneas. Para ello contamos con el pronunciamiento de la American College of Sport Medicine (ACSM) realizado por Sawka et al. (2007): el término *euhidratación* se refiere al contenido de agua corporal considerado “normal”; los términos *hipohidratación* e *hiperhidratación* se refieren al contenido de agua corporal deficiente o en exceso fuera de las fluctuaciones normales, respectivamente; con el término *deshidratación* se hace referencia a la pérdida de agua corporal.

En el terreno de la actividad física, hay que especificar que el tipo de deshidratación que se produce por la realización de ejercicio físico es la hipovolemia hiperosmótica (o sea, hipohidratación hipertónica), al ser el sudor hipotónico respecto al plasma; es posible que se produzca una hipovolemia iso-osmótica en casos en los que se ingieran medicamentos diuréticos, ante una exposición continuada al frío, o por hipoxia (Sawka et al. 2007).

Antes de presentar la información específica de este apartado, conviene que distingamos las tres situaciones posibles en las que se pueden perder líquidos durante el ejercicio (Rosés y Pujol, 2006, p. 71):

- a) En primer lugar, la deshidratación aparece cuando la pérdida de líquido a consecuencia del ejercicio excede la ingesta de líquido.
- b) En segundo lugar, la hipohidratación ocurre cuando los individuos se deshidratan antes del inicio de una competición debido a una restricción de la ingesta de líquido, práctica de un ejercicio de precalentamiento, uso de diuréticos o exposición a sauna.
- c) Por último, la hiponatremia aparece como resultado de la práctica de un ejercicio prolongado con abundante sudoración y una ingesta excesiva de líquido, superior a la pérdida por el sudor y la orina, o por la ingesta de líquidos con bajo contenido en sodio.

Kleiner (1999) establece que a partir de una reducción de al menos el 1% del PC, el deportista entra de forma paulatina en un proceso de deshidratación.

### **2.6.1. Influencia de los factores ambientales sobre la deshidratación**

A simple vista, parece clara la relación existente entre el estado de deshidratación y las condiciones ambientales. Palacios et al. (2008) afirman que la contracción muscular libera en su proceso alrededor de un 80% de energía en forma de calor metabólico. Este se transfiere de los músculos activos a la sangre y de ahí pasa al núcleo interno del organismo y, como consecuencia de ello, aumenta la T<sup>a</sup>C central y se activan los ajustes fisiológicos que facilitan la transferencia de calor del núcleo interno a la piel, donde se puede disipar al ambiente (Sawka et al., 2007). Este intercambio de calor entre la piel y el ambiente se ve afectado por las propiedades físicas marcadas por la T<sup>a</sup>, la humedad relativa (HR), el movimiento del aire, la radiación del cielo y la tierra y la vestimenta o equipación (Casa et al. 2005).

Así, podemos determinar como principales factores que afectan sobre el ambiente: la T<sup>a</sup> y la HR del mismo. El clima cálido aumenta el porcentaje de deshidratación, pero si este clima cálido va acompañado de una mayor HR, aumenta el riesgo de acumulación interna de calor. Del mismo modo, si el clima cálido va acompañado de una baja HR el mayor riesgo es la deshidratación y pérdida de electrolitos (Sawka et al., 2007).

Shapiro et al. (1982) determinaron el efecto que las condiciones ambientales y el tipo de ropa tienen sobre la producción de sudor, y para ello estudiaron a 34 sujetos divididos en cuatro grupos simulando diferentes situaciones de T<sup>a</sup>, ejercicio físico y tipo de ropa durante 120 minutos de ejercicio. De los resultados se planteó una fórmula que predice la pérdida de sudor para cargas de trabajo específicas según el clima y el tipo de vestimenta.

Caldwell et al. (1984) comprobaron cómo se obtenían similares pérdidas de PC en sujetos que tomaron una sauna, tomaron diuréticos o realizaron un test submáximo de ejercicio. Los resultados se indicaron que la recuperación del PC perdido era más rápida en los sujetos que habían realizado el ejercicio que en el resto de pruebas.

Para determinar los efectos de la deshidratación y la realización de ejercicio en ambiente templado (20°C) o cálido (45°C), Sawka et al. (1984) realizaron un estudio donde se observó cómo el volumen plasmático aumentaba hasta un 4% en sujetos hidratados y cómo este descendía otro 4% en sujetos deshidratados. De igual forma, las diferencias eran mayores al comparar los resultados del clima templado al caluroso.

Neufer, Young y Sawka (1989) estudiaron los efectos de la  $T^a$  sobre el ejercicio y la relación sobre la velocidad de vaciado gástrico en función del grado de deshidratación en que se encuentren los sujetos. Se halló que el ejercicio en temperatura extrema cálida ( $45^{\circ}\text{C}$ ) reducía el vaciado gástrico y, además, en sujetos deshidratados la tasa de vaciado gástrico se reducía en cualquiera de los ambientes, ya fuese cálido ( $35^{\circ}\text{C}$ ) o templado ( $18^{\circ}\text{C}$ ).

Nielsen, Savard, Richter, Hargreaves y Saltin (1990) comprobaron que el aumento de la  $T^{\text{aC}}$  puede producir de forma anticipada la fatiga física, posiblemente debido al efecto la mayor temperatura sobre el funcionamiento del cerebro. Esta relación ha sido llamada por distintos autores como “fenómeno de inhibición central”, e intentó ser demostrada por Febbraio, Parkin, Baldwin, Zhao y Carey (1995), haciendo pedalear a un grupo de sujetos hasta el agotamiento a tres temperaturas diferentes ( $3^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$ .), evidenciando que sus altas temperaturas internas provocaban un retroceso en el rendimiento. Se pudo comprobar que los sujetos mantuvieron suficiente glucógeno muscular remanente, sin apreciarse alteraciones metabólicas, y se concluyó que la causa más probable para explicar estos resultados es la inhibición central debido a las altas temperaturas.

Shapiro et al. (1995), para comprobar el efecto de diferentes ambientes cálidos, analizaron la sudoración de individuos expuestos a dos situaciones de clima cálido y seco ( $T^{\text{a}}$ :  $31^{\circ}\text{C}$  y HR: 40% y  $40^{\circ}\text{C}$  y 20%), al aire libre y en días soleados. Se observó cómo se produce una relación casi lineal ( $r = 0,99$ ) entre el aumento de la sudoración y la incidencia a la exposición solar en la piel de los sujetos. Se concluyó que a mayor radiación mayor sudoración.

O'Brien et al. (1998) estudiaron los efectos de la hipohidratación en la termorregulación durante la exposición al frío. La hipohidratación no afectaba al balance del calor corporal durante dos horas de exposición moderada al frío, aunque los efectos de la hipertonicidad asociada a la deshidratación sí pueden ser importantes durante una exposición más severa al frío.

En el contexto concreto de la relación entre deshidratación y resistencia, Sawka et al. (2001), analizaron, en una revisión sobre el efecto que el ambiente ejerce sobre la deshidratación, cómo el ejercicio aeróbico actúa a modo de acelerador de la pérdida de

líquidos cuando se ejercita en ambiente cálido. Maughan et al. (2012) han examinado la influencia de la HR en el rendimiento del ejercicio de resistencia en un ambiente cálido. En general, los resultados del estudio sugieren que la capacidad de ejercicio a una intensidad moderada en un ambiente cálido se deteriora progresivamente a medida que la HR aumenta.

En el ámbito del tenis competitivo, Bergeron (2014) alerta sobre la necesidad de realizar mucha más investigación sobre el alcance de la deshidratación y deformación térmica que puede afectar a jóvenes y adultos para minimizar el riesgo de enfermedades causadas por el calor por esfuerzo y mejorar la seguridad del jugador, el bienestar y el rendimiento en cancha.

### **2.6.2. Efectos de la deshidratación en el organismo por ejercicio físico**

Mountain y Coyle (1992) ya anunciaron que durante un ejercicio de dos horas con una intensidad del 60 %  $VO_{2máx}$ , el aumento de la  $T^{\circ}C$  y de la FC se relacionaba directamente con el porcentaje de deshidratación alcanzado durante el ejercicio.

Armstrong et al. (1997a) estudiaron los posibles efectos e interacciones que pudieran producirse entre los estados de hidratación inicial, la deshidratación inducida por el ejercicio físico y la rehidratación en ambiente caluroso, apreciando que el estrés térmico era distinto dependiendo de la hidratación pretest y la ingestión de agua durante el ejercicio. El protocolo: hipohidratación + no ingesta de agua, indicó mayor estrés fisiológico que con otros protocolos de ensayo. En este sentido, González, Mora, Below y Coyle (1997) han indicado que la hipertermia unida a la deshidratación durante el ejercicio provoca una reducción del rendimiento cardíaco y afectan a la tensión arterial (TA).

Chevront y Haymes (2001), primero, y Coyle (2004), después, demostraron cómo una pérdida del 1% del PC puede aumentar la FC de 5 a 8 latidos por minuto (lpm), disminuyendo significativamente el volumen sanguíneo, y por tanto, provocar un aumento de la  $T^{\circ}C$  de 0,2 a 0,3°C. Por otro lado, Chevront et al. (2003), Casa et al. (2005) e Institute of Medicine (2005), han concluido que si la deshidratación supera la pérdida del 2 % del PC, disminuirá el rendimiento cognitivo y de la actividad aeróbica con temperaturas de templadas a cálidas. Así pues, parece ser que la cifra crítica a partir de la cual el grado de rendimiento va reduciéndose, se sitúa en la pérdida del 2% del PC

por sudor y estará ligada a la  $T^a$ , el tipo de ejercicio y las características biológicas del individuo, principalmente la tolerancia a la deshidratación. Así lo manifestaron Cheuvront et al. (2003), cuando indicaron que la deshidratación produce alteraciones de la función cardiovascular, termorreguladora y metabólica y del sistema nervioso central. Cuando la deshidratación excede del 2% del PC, una o más de estas alteraciones perjudican el rendimiento en ejercicios de resistencia, acentuándose con el estrés térmico. Para compensar las consecuencias negativas del déficit de agua, se recomienda ingerir líquidos suficientes para reducir la deshidratación por debajo del 2% del PC.

Según Sawka et al. (1996) y Sawka y Young (2005), los sujetos aclimatados al calor mantienen más estable su  $T^c$  porque tienen aumentada su capacidad de alcanzar TS más altas si son requeridas. Ya lo apuntaron Allan y Wilson (1971) al afirmar que la aclimatación al calor produce mejoras en la capacidad de reabsorber sodio y cloruro, lo cual permite que los individuos tengan concentraciones más bajas de sodio en sudor (hasta una reducción > 50%) para cualquier TS.

Partiendo de que la sudoración es el mecanismo principal para refrescar el cuerpo manteniéndolo en la temperatura adecuada, hay que decir que la TS mínima para provocar el enfriamiento por evaporación en ejercicios de alta intensidad es de 1,2 L/h (Sawka et al., 2007). Cuando el cuerpo gotea el sudor, hace falta mayor cantidad de sudoración para provocar el enfriamiento deseado por evaporación (Sawka, Wenger y Pandolf, 1996; Cheuvront et al., 2004). Pero si existe viento incrementando el movimiento del aire, se reducirá al mínimo el sudor desperdiciado por goteo y facilitará la evaporación disminuyendo la  $T^c$  (Cheuvront et al., 2004).

Watson, Head, Pitiot, Morris y Maughan (2010) se propusieron cuantificar los cambios en el volumen cerebral en hombres con deshidratación inducida por ejercicio en ambiente caluroso, pero los resultados demostraron que el volumen del cerebro se mantiene sin cambios en respuesta a la hipohidratación moderada y la presencia de hiperosmolalidad en suero, lo que sugiere que existen mecanismos para defender el volumen cerebral.



### **2.6.3. Efectos de la deshidratación sobre el rendimiento deportivo**

Numerosos autores han investigado los efectos que la deshidratación puede provocar sobre el rendimiento y la salud de los deportistas. Cambios mínimos en el contenido del ACT pueden ser motivo de una reducción significativa en la capacidad de resistencia y, sin una adecuada reposición de líquidos, la tolerancia al ejercicio sufre una pronunciada reducción debido a la pérdida de agua, fundamentalmente por el sudor.

Respecto a los efectos que la deshidratación tiene sobre el rendimiento deportivo, Murray (1996) aporta datos interesantes pero que se ciñen exclusivamente al apartado condicional y, en concreto, casi todos los efectos están relacionados con la cualidad de la resistencia: descenso de la capacidad de absorción de oxígeno y, en consecuencia, disminución del rendimiento en resistencia y de la capacidad de resistencia al agotamiento, ligera disminución de la potencia aeróbica y de la capacidad anaeróbica; respecto a la velocidad puede producir una disminución de la velocidad máxima y del tiempo de respuesta.

Sin embargo, los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento en pruebas más breves y menos aeróbicas son menos sensibles. Los ejercicios que sólo duran unos segundos, en los que el ATP se genera principalmente por los sistemas ATP-PC y glucolítico, el rendimiento no parece verse afectado. Aunque sin un consenso unánime de los investigadores, la mayoría de ellos están de acuerdo en que la deshidratación tiene un efecto mínimo sobre el rendimiento en las pruebas breves, explosivas o predominantemente anaeróbicas (Wilmore y Costill, 2010).

González-Alonso et al. (2004) indican que la pérdida del 3% del PC causa contracturas y calambres musculares y aumento del riesgo de lipotimia ( $T^{\text{aC}}$ ,  $38^{\circ}\text{C}$ ); la pérdida del 5% del PC ocasiona un mayor riesgo de lesiones musculotendinosas ( $T^{\text{aC}}$ ,  $39^{\circ}\text{C}$ ); la pérdida del 8% del PC provoca la contracción sostenida del músculo sin posibilidad de relajación ( $T^{\text{aC}} > 39,5^{\circ}\text{C}$ ); por último, la pérdida del 10% del PC comporta un riesgo vital.

Shirreffs, Aragón, Chamorro, Maughan, Serratos y Zachwieja, (2005a) afirman que la deshidratación combinada con el estrés por calor disminuye el rendimiento físico como resultado de la incapacidad del sistema cardiovascular de cumplir con las demandas que le impone el cuerpo. La pérdida de líquido corporal incrementa el riesgo

de que aumente excesivamente la T<sup>a</sup>C, haciendo que la ejercitación resulte más dificultosa en condiciones de calor. Shirreffs (2005b) añade, en relación al efecto que distintas temperaturas ejercen sobre el rendimiento, que algunas personas pueden tolerar pérdidas de agua del cuerpo que ascienden al 2% del PC sin riesgo significativo para el bienestar o la rendimiento físico cuando el ambiente es frío (5-10°C) o templado (20-22°C). Sin embargo, en el ejercicio en un ambiente caluroso (30°C o más), la deshidratación de un 2% del PC afecta el rendimiento del ejercicio y aumenta la posibilidad de sufrir una lesión en el calor.

Otros autores se han centrado en la incidencia sobre la musculatura, como Rosés y Pujol (2006), que resaltan cómo la estructura de las proteínas contráctiles y del colágeno se alteran debido al aumento de la temperatura muscular que genera la deshidratación, con el consiguiente riesgo de lesiones músculo-tendinosas.

Para Goulet (2012) el campo de la investigación que examina la relación entre la deshidratación y el rendimiento de resistencia se halla en un punto de inflexión. Tras revisar las evidencias más recientes, apunta algunos hitos que pueden ayudar a que los atletas competitivos desarrollen estrategias de hidratación que optimicen su rendimiento. Así, dado que el rendimiento de resistencia posterior puede disminuir con una pérdida de PC aguda antes del ejercicio del o por encima del 3%, se les recomienda iniciar el ejercicio bien hidratados (ingerir 5-10 ml/kg de agua durante las 2 horas previas). Si la actividad dura hasta una hora, la deshidratación no disminuye el rendimiento de resistencia y suele bastar con enjuagarse la boca, pero si excede de la hora (teniendo líquido fácilmente disponible), los impulsos de la sed maximizan el rendimiento de resistencia. En general, se recomienda programar la ingesta de líquidos para mantener una pérdida de peso en torno al 2-3%.

En la tabla 13, se ofrece un compendio de las conclusiones a las que han llegado distintos autores sobre estos efectos, relacionándolos con el % de pérdida del PC.

Tabla 13.

*Relación entre el porcentaje de peso corporal perdido durante la práctica deportiva y efectos adversos en el rendimiento deportivo. Compilación de autores. (Adaptado de: Castillo, 2014, p. 27).*

<b>% pérdida de peso corporal</b>	<b>Efectos</b>
1%	Incremento del trabajo cardíaco en calor (Sawka y Coyle, 1999) y disminución del rendimiento aeróbico en climas cálidos (Cheuvront et al., 2003; Casa et al., 2005; Institute of Medicine, 2005; Sawka et al., 2007). Umbral de la sensación de sed (Iglesias et al., 2011).
2%	Sed más intensa, malestar vago, pérdida de apetito (González y Villa, 2001; Iglesias et al., 2011). Descenso de la capacidad termorreguladora (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004a; Palacios et al., 2008). Disminución del rendimiento mental y cognitivo en ambientes cálidos o templados. (Cheuvront et al., 2003; Casa et al., 2005; Institute of Medicine, 2005; Sawka et al., 2007).
3%	Disminución en el volumen sanguíneo (hemoconcentración) (González y Villa, 2001). Aumento del riesgo de contracturas, calambres y lipotimias, y aumento de la temperatura corporal hasta 38°C (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; Palacios et al., 2008; Roses y Pujol, 2006). Reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva (Broad et al., 1996). Disminución del rendimiento de resistencia (Goulet, 2012). Boca seca, incremento hemoconcentración, reducción de la excreción renal (Iglesias, et al., 2011).
4%	Mayor esfuerzo para los trabajos físicos, náuseas, contracturas, cefaleas y disminución de la fuerza muscular (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; Palacios et al., 2008). Reducción (20-30%) del rendimiento físico (Iglesias et al., 2011).
5%	Incremento temperatura corporal hasta 39° (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; Palacios et al., 2008). Rápida disminución del rendimiento (Sawka et al., 2007). Alto riesgo de lesiones músculo-tendinosas (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; Palacios et al., 2008). Dificultad de concentración, impaciencia (Iglesias et al., 2011).
6%	Disminución y fallo de los mecanismos de termorregulación (González y Villa, 2001; Palacios et al., 2011) y una deficiente coordinación motriz (González, Sánchez y Mataix, 2006). Incremento ritmo respiratorio durante el ejercicio y hormigueo en extremidades (Iglesias et al., 2011).
7%	Posible colapso si el ejercicio se combina con calor (Iglesias et al., 2011).
10%	Riesgo vital (González-Alonso et al., 2004).

En los siguientes apartados vamos a revisar la literatura científica sobre la deshidratación en distintos deportes. Conscientes de que abarcar tan amplio campo de estudio es complicado, hemos decidido organizar la información exponiéndola desde la que tiene un perfil más diferente y genérico (por el tipo de deporte, por las características fisiológicas de los esfuerzos que exigen y por la edad de la población que lo practica), hasta la que hemos escogido para llevar a cabo este estudio (el fútbol en la infancia). Además, tenemos que advertir que se ha obviado toda información relativa a la deshidratación obtenida a través de los marcadores urinarios (que al ser más específica al objeto de nuestro estudio, se ha reservado para exponerla en un apartado propio y específico), tratando en el que continúa de modo más genérico, pero no menos importante, toda aquella información relacionada con la deshidratación en la actividad físico-deportiva obtenida con el resto de técnicas de medida, haciendo especial hincapié en la derivadas de la pérdida de PC.

#### **2.6.4. Deshidratación y deportes individuales**

##### ***Deportes de esfuerzos prolongados.***

Con lo anteriormente expuesto se puede considerar que las actividades físicas y deportes que contienen altas exigencias de la resistencia predominantemente aeróbica, están sometidas a una mayor influencia negativa en el rendimiento por deshidratación. Aunque los resultados de los estudios realizados en estas modalidades deportivas (que son muchos) distan de poder ser relacionables con el objeto específico del nuestro, creemos oportuno acercar al lector, a modo de ejemplo, a algunos de ellos.

Weitkunat, Knechtle, Knechtle, Rast y Rosemann (2012) han descrito diferencias entre hombres y mujeres nadadoras de ultra-resistencia en aguas abiertas en los cambios de composición corporal y el estado deshidratación.

En ciclismo, la deshidratación progresiva sobre el metabolismo del músculo esquelético, se manifiesta en una peor oxidación de carbohidratos y glucogénesis muscular, quizá debido al aumento de la temperatura del músculo y del núcleo (Logan-Sprenger, Heigenhauser, Killian y Spriet, 2012).

Los corredores de ultra-resistencia tienden a no satisfacer sus necesidades energéticas, lo que se traduce en un descenso de su rendimiento (Glance et al., 2002), pero observando las directrices generales de consenso para el rendimiento de resistencia, se pueden mantener

estables los niveles de nutrición e hidratación salvaguardando su rendimiento (Dempster, Britton, Murray y Costa, 2013).

En triatletas Ironman se ha observado una relación lineal entre los cambios porcentuales de PC y la  $[Na^+]$  en suero, pero no con las temperaturas más altas (Sharwood, Collins, Goedecke, Wilson y Noakes, 2002), así como que parecen ser bien toleradas las condiciones cálidas (Laursen et al., 2006). Se sabe que se pierde, además de masa grasa, masa muscular esquelética, posiblemente debido a un agotamiento del glucógeno muscular intramiocelular almacenado y de los lípidos (Knechtle, Baumann, Wirth, Knechtle y Rosemann, 2009; Knechtle, Wirth, Knechtle, Rosemann y Senn, 2011; Mueller, Anliker, Knechtle, Knechtle y Toigo, 2013). Se ha comprobado que el aumento del ritmo supone elevar la  $T^{\circ}C$ , que conlleva a una disminución de la  $[Na^+]$  en sangre, que suele preceder a la aparición de calambres musculares (Laursen, Watson, Abbiss, Wall y Nosaka, 2009; Schwellnus, Drew y Collins, 2011).

### ***Deportes de combate.***

En estos deportes, donde el PC marca la categoría de cada individuo para competir, existe la exigencia de intentar hacerlo en la de más bajo peso, por razones obvias. Ello supone tener que aplicar estrategias de ajuste de PC, que en ocasiones pueden producir eventos adversos innecesarios para la salud. Quizá el método más usado para reducir el PC antes del pesaje previo obligatorio (24 horas antes de la competición) sea el de la eliminación de líquidos corporales, provocando el consiguiente estado de deshidratación.

Para determinar la exactitud de las pruebas de hidratación en la detección y cuantificación de la deshidratación hipertónica, debido a que a veces se violan los supuestos utilizados en su evaluación en luchadores federados, Bartok, Schoeller, Sullivan, Clark y Landry (2004) evaluaron a veinticinco luchadores masculinos, en condiciones bien controladas de euhidratación y deshidratación, a través de la restricción de líquidos, alimentos y ejercicio físico, en un ambiente caliente. El estudio concluyó apoyando una gravedad (densidad) específica de la orina (USG) de corte de 1,020 g/L para la identificación de deshidratación hipertónica, e instando a que las investigaciones futuras deberían comprobar el punto de corte los valores establecidos en este estudio y explorar la relación entre la deshidratación y la proteína en la orina.

Jetton et al. (2013) caracterizaron la magnitud de la deshidratación antes del pesaje y la ganancia aguda de peso previa a la competición de artes marciales. En general, los luchadores ganaron PC y la USG disminuyó significativamente durante el período de rehidratación de aproximadamente 22 horas. Ante esta situación, recuerdan que existen directrices de gestión de peso para evitar la deshidratación aguda en luchadores de artes marciales mixtas.

Petterson y Berg (2014) realizaron un estudio para evaluar la prevalencia de la hipohidratación durante la competición entre los luchadores de élite en cuatro deportes de combate diferentes, y cómo el consumo de agua y el tiempo de pesaje oficial se relacionan con el estado de hidratación. Se llegó a la conclusión que los períodos desde el pesaje hasta la competición resultan insuficientes para compensar la deshidratación inducida previa al pesaje.

### ***Deportes de raqueta.***

Los deportes de raqueta (especialmente el tenis), tienen algunos rasgos de esfuerzos y movimientos que pueden asemejarse a los del fútbol, siendo conocidos y aceptados ciertos niveles de transferencia positiva entre ambos, por lo que consideramos que, de los deportes individuales, es el que más relación con nuestro estudio pudiese tener a la hora de trasladar datos relativos a la deshidratación.

Lott y Galloway (2011) evaluaron el equilibrio de líquidos, las pérdidas de sodio, y la intensidad del esfuerzo durante partidos de tenis en pista cubierta. Estos supusieron ejercicios de baja intensidad. Encontraron que los jugadores ingirieron suficiente líquido para reemplazar las pérdidas de sudor. Sin embargo, ante la amplia gama de datos obtenidos destaca la necesidad de orientar el reemplazo de fluidos de forma individualizada.

Con el propósito de identificar el nivel de deshidratación en jugadores de bádminton de élite, Abián-Vicén, Del Coso, González-Millán, Salinero y Abián (2012) hicieron un estudio en el que se analizaron setenta partidos del Campeonato Nacional de Bádminton Español, aplicándose un plan de ingesta individualizado. Los resultados revelaron que, en consonancia con la escasa TS, los jugadores se mantenían adecuadamente hidratados durante el partido, lo que condujo a nivel de deshidratación bajo.

### **2.6.5. Deshidratación y deportes de equipo**

Distintos autores (Abt, Zhou y Weatherby, 1998; Welsh, Davis, Burke y Williams, 2002), coinciden en que en los deportes de equipo puede existir un deterioro de las destrezas motrices con la deshidratación, afectando el rendimiento de los jugadores, especialmente en la fase final de los partidos. En concreto, Welsh et al. (2002) aplicaron test físicos y de habilidad mental a cinco jugadores de deportes de equipo, pudiendo comprobar que aquellos jugadores que mejor se habían hidratado obtenían mejores resultados tanto en el test físico de intensidad intermitente como en el test de habilidad mental.

Durante el desarrollo de los deportes de equipo, especialmente cuando se trata de partidos importantes, es habitual que se alternen esfuerzos de muy alta intensidad con períodos de recuperación. Es frecuente alcanzar niveles muy bajos de glucógeno muscular al final de la competición (Burke y Hawley, 1997), por lo que el rendimiento durante el ejercicio intermitente de alta intensidad puede verse beneficiado con la suplementación de carbohidratos en las bebidas hidratantes. Balsom, Wood, Olsson y Ekblom (1999) sugieren que gran parte de la mejora en el rendimiento de deportes colectivos se debe a la ingesta de carbohidratos.

Como se sabe, en muchos casos, las pretemporadas (período preparatorio del plan anual de entrenamiento) de disciplinas de equipos deportivos de oposición/cooperación, se desarrollan con temperaturas templadas, a veces calurosas, y en algunas ocasiones muy calurosas (como es el caso de los países mediterráneos y zonas del continente americano). Sabiendo que los jugadores de fútbol americano (Godek et al., 2005) pierden de 3,5 a 5 kg de PC durante los entrenamientos dobles (mañana y tarde) de pretemporada debido a la sudoración excesiva, la restitución de las pérdidas de líquido que eso supone parece difícil y, además, implica que probablemente, durante el período de entrenamientos, los deportistas estén hipodratados. En este contexto, describieron el estado de hidratación con jugadores universitarios, midiendo el PC, tomando muestras de sangre y orina antes y después de las prácticas en los días 2 al 8 del entrenamiento de la pretemporada. Asimismo, se recogieron muestras de referencia, previamente, estando los sujetos euhydratados. Los resultados que dieron el PC, el volumen plasmático, la USG y el sodio en orina indican que los deportistas se deshidrataron a partir del segundo día de entrenamiento y así se mantuvieron hasta el octavo.

Newell, Newell y Grant (2009) realizaron un estudio cuyo objetivo fue investigar el equilibrio de líquidos y electrolitos en jugadores de élite del fútbol gaélico, durante una sesión de entrenamiento. Los resultados apuntan a que los jugadores no beben suficiente líquido para compensar su TS ( $p < 0,001$ ). Los autores rechazan una estrategia de hidratación única para todo un equipo aunque esté basada en las directrices publicadas, debido a las variaciones individuales en las TS.

El caso del Hockey sobre hielo es, cuando menos, curioso. Por un lado, se desarrolla en un ambiente frío alejándolo de los factores que predisponen al efecto nocivo del calor y la deshidratación (puede ser este el motivo de la escasa atención que ha recibido en los estudios de investigación), pero, por otro, utilizan equipos de protección, múltiples capas de ropa y la intensidad de los esfuerzos pueden predisponer a estos deportistas a la disminución significativa en la hidratación y el aumento de la T<sup>3</sup>C central. Así, Batchelder, Krause, Seegmiller y Starkey (2010) realizaron un estudio con el que determinaron que, efectivamente, se produce hipohidratación durante los entrenamientos de hockey sobre hielo, dando lugar a un aumento de la temperatura gastrointestinal y una pérdida de PC significativa. Pese a lo aparentemente contradictorio, alertan sobre la puesta en práctica de estrategias de prevención y de rehidratación para reducir de esta población la posibilidad de una enfermedad relacionada con el calor.

No se puede negar que existía una controversia considerable respecto a la reposición de líquidos durante el ejercicio. Esto propició que Godet et al. (2010a) diseñaran un estudio en el que comparaban los efectos que sobre la deshidratación se producían entre 8 jugadores de la NFL (National Football League), que entrenaban mañana (2,25 h) y tarde (1h) y podían beber agua y bebidas deportivas *ad libitum*, con otros 8 jugadores de la NCAA (National Collegiate Athletic Association) División II, que también entrenaban mañana y tarde (2,25 h cada sesión), pero sólo podían beber agua y en los descansos de los entrenamientos. Se les midió el consumo de líquidos, la TS, la pérdida total del sudor y el porcentaje de pérdida de sudor reemplazado. Tan sólo hubo diferencias en las pérdidas de sudor y en el líquido consumido, entre las que se encontró correlación ( $r = 0,79$ ;  $p < 0,001$ ). Meses más tarde, el mismo equipo (Godet et al. 2010b) comprobaron que la [Na<sup>+</sup>] en sudor y las pérdidas diarias de sodio variaban considerablemente, dependiendo de las diferencias en los esfuerzos que durante los entrenamientos marcan las distintas demarcaciones tácticas de los jugadores.



En una revisión, Maughan y Shirreffs (2010a) repasan las evidencias que sobre los efectos de la deshidratación pesan para los atletas de alta intensidad y los deportes con esfuerzos intensos repetidos, para poder desarrollar estrategias para optimizar su rendimiento. De forma muy sintetizada, proponen que una estrategia adecuada para beber tendrá en cuenta, a ser posible de forma individualizada, el estado de hidratación previo al ejercicio, de electrolitos y de sustratos necesarios antes, durante y después del ejercicio.

Como la  $[Na^+]$  en sangre de tetrapléjicos durante el ejercicio no se había investigado, un estudio de Black, Huxford, Perry y Brown (2013) tuvo como objetivo medir los cambios de sodio en sangre en relación con la ingesta de líquidos y el confort térmico durante el entrenamiento de rugby en silla de ruedas. Encontraron que el consumo excesivo de líquidos como medio de atenuar el malestar térmico parece ser la causa principal de la baja  $[Na^+]$  en sangre en deportistas tetrapléjicos, con el consiguiente peligro de sufrir los efectos de un proceso hiponatémico.

La hipótesis de que el ejercicio de resistencia muscular se traducirá en una mayor prevalencia de exceso de beber, mientras que durante una sesión aeróbica beber poco será lo más habitual ha generado un estudio de Cosgrove et al. (2014), con el propósito de descubrir si realmente existe la necesidad de articular diferentes estrategias de ingesta de líquidos según el contenido de trabajo de las sesiones de entrenamiento. Para ellos la conclusión parece clara: la ingesta de fluido parece diferir en función de la naturaleza de la sesión de ejercicio, confirmando la hipótesis.

Existen pocos datos sobre la conducta de ingerir líquidos, la pérdida de sudor y la intensidad del ejercicio en un torneo de balonmano competitivo de élite femenino. Para relacionar el estado de hidratación con las exigencias físicas, Cunniffe, Fallan, Yau, Evans y Cardinale (2015) han llevado a efecto un estudio en el que las pérdidas de líquidos y electrolitos parecen condicionar la intensidad de los esfuerzos y las jugadoras parecen capaces de reemplazar los líquidos perdidos dentro de un entorno competitivo.

### ***Fútbol Sala.***

Siguiendo la línea de revisión de nuestro estudio, desde las situaciones deportivas generales hacia las más específicas, llegado este punto creemos oportuno destacar un

pequeño apartado dedicado al fútbol sala, pues, siendo un deporte diferente al fútbol, no deja de compartir la peculiaridad que les hace especial/distinto al resto de los deportes colectivos: la prohibición del uso de brazos y manos, prevaleciendo el de los pies.

Barbero, Castagna y Granda (2006) llevaron a efecto un estudio con un equipo profesional en partidos oficiales y nos ofrecen datos como (media  $\pm$  SD): porcentaje de pérdida de PC ( $1,7 \pm 0,5$  %; con intervención:  $1,1 \pm 0,9$  %; con ingesta *ab libitum*:  $2,1 \pm 0,7$  %), TS ( $13,1 \pm 5,4$  ml/min =  $0,8 \pm 0,3$  L/h), de lo que se desprende lo oportuno de ingerir cantidades determinadas de líquido para reducir la deshidratación manteniéndola en niveles leves.

Hamouti, Estévez, Del Coso y Mora (2007), en un estudio sobre el balance hídrico en jugadores de élite de cuatro deportes de equipo (fútbol sala, baloncesto, balonmano y voleibol) tras un entrenamiento, obtuvieron porcentajes de pérdida de peso de  $1,2 \pm 0,3$  % y una media de 800 ml de líquidos ingeridos.

Especialmente relevantes son los estudios que desde la UM se han llevado a cabo, que abren luz sobre algunas de las incógnitas entorno a la deshidratación en este deporte.

García-Pellicer (2009) estudió la reposición hídrica y su efecto sobre la pérdida de PC y deshidratación en 12 jugadores senior del equipo profesional ElPozo Murcia Turística Fútbol Sala, durante 6 jornadas consecutivas jugando en “casa”, correspondiente a la temporada 2005/06 de la División de Honor de la LNFS. Considerando que la participación en el juego fue de (media  $\pm$  SD)  $50 \pm 6$  minutos, incluyendo 30 minutos de calentamiento, los resultados obtenidos fueron: PC perdido ( $801 \pm 796$  g), porcentaje de PC perdido ( $3,07 \pm 0,89$  %) e ingesta de líquidos ( $1539 \pm 276$  ml). La conclusión es clara: los jugadores terminaron los partidos en un nivel de deshidratación no recomendable deportivamente no pudiendo compensarlo con una cantidad de ingesta adecuada. García-Jiménez y Yuste (2010), en un estudio muy parecido, en este caso con 9 jugadores, hallaron los siguientes resultados (media  $\pm$  SD): % de PC perdido:  $0,99 \pm 1,12$ %, ingesta de líquido:  $1635,21 \pm 785,04$  ml., TS:  $43,83 \pm 14,70$  ml/min. García-Jiménez, Yuste, García-Pellicer y Hellin (2015), aplicando a todo el equipo un nivel correcto de ingesta de líquidos, registraron un déficit de masa corporal del 1,04% ( $s = 1,06$ ), lo cual no se considera que afecte a su rendimiento.

García-Jiménez (2009) reveló resultados relativos a las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego: los porteros perdieron  $1,02 \pm 0,49$  kg de PC ( $2,87 \pm 0,70$  % de PC), los defensas  $0,45 \pm 0,79$  kg ( $2,55 \pm 0,70$  % de PC) y los delanteros  $0,98 \pm 0,80$  kg ( $3,49 \pm 0,87$  % de PC). García-Jiménez, Yuste y García-Pellicer (2011) compararon la diferencia de deshidratación entre porteros y jugadores de campo, hallando que la deshidratación en porteros ( $1,27 \pm 0,60$ % PC perdido) fue mayor que en los jugadores de campo ( $1,00 \pm 1,15$ %). García-Jiménez, Yuste y García-Pellicer (2014) estimaron diferencias en el porcentaje de pérdida de PC entre defensas ( $0,59 \pm 1,10$ %) y delanteros ( $1,23 \pm 1,10$ %), también una diferencia significativa en la pérdida de sudor en relación con la posición de juego y, además, una correlación significativa entre el tiempo de juego y la pérdida de PC.

#### **2.6.6. Deshidratación y fútbol.**

El estudio de Maughan y Leiper (Fluid replacement requirements in soccer, 1995) puede ser el punto de inflexión en la investigación sobre hidratación y deshidratación en el fútbol, ya que establece con claridad sus propuestas globales sobre este tema, definiendo hacia dónde interesa enfocar los esfuerzos de la investigación futura. Así, en él nos informan de que el fútbol es un deporte de resistencia con esfuerzos moderados intercalados con ráfagas intermitentes de alta intensidad, dando lugar a altas tasas de producción de calor metabólico. Incluso en frío, se producirá una pérdida significativa de sudor, lo que lleva a un grado de deshidratación que perjudica el rendimiento. La ingesta de líquidos antes y durante el juego proporcionará agua para reducir el grado de deshidratación y también puede suministrar carbohidratos para complementar las limitadas reservas del cuerpo. Diluirlos con electrolitos en las bebidas es lo más eficaz para la rehidratación. La formulación óptima variará entre los individuos y también dependerá de las condiciones climáticas. Los jugadores deben ser alentados a experimentar con la ingesta de líquidos durante el entrenamiento para identificar el tipo de bebida y la cantidad y frecuencia de las bebidas que mejor se adaptan a sus necesidades.

Casi al mismo tiempo, Hawley, Dennis y Noakes (1994) informaron de que la suplementación con CHO durante los partidos de fútbol suponía ahorrar glucógeno muscular (39%), traduciéndose en poder recorrer mayores distancias en la segunda

mitad de los partidos, en comparación con el consumo exclusivo de agua. Por lo tanto, la recomendaron para antes, durante y después de los partidos. Asimismo, consideraron que existía suficiente evidencia para recomendar sin reservas la incorporación de electrolitos a las bebidas que los jugadores ingieren durante los partidos con pérdidas de sudor < 4% del PC.

McGregor, Nicholas, Lakomy y Williams (1999) comprobaron cómo un estado de deshidratación inducido generaba déficits significativos sobre el rendimiento en pruebas técnicas en futbolistas semi-profesionales. Por los resultados de este estudio, los autores sugieren que los jugadores de fútbol deben consumir líquidos a lo largo de los partidos para ayudar a prevenir el deterioro en sus acciones técnicas.

Un estudio de Maughan, Merson, Broad y Shirreffs (2004b) evaluó el equilibrio de líquidos durante una sesión de entrenamiento de pretemporada de 90 minutos en el primer equipo de un club de fútbol inglés de la Premier League. La pérdida de sudor se evaluó a partir de los cambios en el PC después de la corrección de líquidos y orina ingeridos, y la composición del sudor se midió por la recolección de parches adheridos a la piel en 4 sitios. Los datos indicaron que las pérdidas de sudor de agua y solutos fueron sustanciales, pero varían mucho entre los jugadores, incluso con el mismo ejercicio y condiciones ambientales. La ingesta de líquidos voluntaria también muestra una gran variabilidad inter-individual y es, por lo general, insuficiente para igualar las pérdidas de líquido.

Al año siguiente, Maughan, Shirreffs, Merson y Horswill (2005) replicaron el estudio anterior, pero en condiciones ambientales diferentes, ya que existían pocos datos en la literatura publicada sobre la pérdida de sudor y la conducta de beber en el entrenamiento de los deportistas en un ambiente fresco. Los resultados de pérdida de sudor son similares a los registrados en los jugadores de élite que se someten a una sesión de entrenamiento similar en ambientes cálidos, pero el volumen de líquido ingerido es menor.

En la misma línea, Shirreffs et al. (2005a) también estudiaron la respuesta de la sudoración al entrenamiento de los jugadores profesionales de fútbol de élite en el calor. Los resultados indicaron que no bebieron el suficiente volumen de líquidos para reemplazar las pérdidas por sudor, lo que está en concordancia con los datos publicados en la literatura científica en otros futbolistas y en otras disciplinas deportivas. Los

autores subrayan que estas mediciones permiten una individualización de la estrategia de la hidratación.

El estudio que desarrollaron Al-Jaser y Hasan (2006), durante 5 partidos de fútbol de pretemporada con 10 jugadores de élite kuwaitíes, es significativo dadas las condiciones climatológicas en el que se realizó. Evaluaron la pérdida de líquidos y el estado de hidratación, resultando que no hubo diferencias significativas entre el primer y el segundo tiempo ( $P > 0,05$ ). Si la hubo en la USG media al final de los partidos. Concluyeron que los sujetos no consumen suficiente líquido para compensar la pérdida de líquidos.

Debido a la escasa información sobre la deshidratación por sudoración que se produce en los futbolistas, y tras constatar que existen coincidencias con los datos extraídos de otros deportes, Shirreffs, Sawka y Stone (2006) nos indican que parece razonable la generalización de que la reducción de la masa corporal un 2% sea el límite aceptable de pérdidas por sudor, sin perjuicios significativos en el rendimiento. Identifican el  $\text{Na}^+$  como el principal electrolito perdido en el sudor y los datos disponibles indican una variabilidad considerable en las pérdidas de  $\text{Na}^+$  entre los jugadores, que en algunos casos puede quedar garantizada su sustitución. Esto conlleva a la conveniencia de impulsar una vigilancia individual que determine el agua y los requerimientos de electrolitos como parte esencial de la estrategia nutricional de un jugador.

Edwards et al. (2007) quisieron comprobar si la pérdida moderada de agua (aproximadamente 1,5 a 2% del PC) representa una reducción significativa en el rendimiento durante los partidos de fútbol. Los resultados lo demostraron, sin embargo no quedó claro si podría ser atribuible a la pérdida de agua en sí mismo o a las asociaciones psicológicas negativas derivadas de una mayor percepción del esfuerzo en esa condición.

Maughan y Shirreffs (2007a) informaron que las diferencias en las necesidades nutricionales entre géneros son más pequeñas que las diferencias entre los individuos, por lo que los principios desarrollados por jugadores masculinos también se aplican a las mujeres. La prevalencia de deficiencia de hierro en las mujeres en general es alta, pero parece ser alarmante en las jugadoras de fútbol, por lo que todas deben adoptar hábitos alimenticios que garanticen la ingesta adecuada de hierro.

Edwards y Noakes (2009) plantearon una cuestión con la que titulan su artículo, que no ha pasado desapercibida en el mundo del fútbol: ¿es la deshidratación causa de la fatiga o signo de la estimulación en el fútbol de élite? Admitiendo que las actividades que exige el alto rendimiento en el fútbol de élite son una amenaza para la homeostasis, los niveles de deshidratación que han sido registrados en las investigaciones sobre el tema no suponen una alarma extrema, y esto es así porque un complejo sistema (central) metabólico de control asegura que nadie utilice al máximo el sistema fisiológico (periférico), con el cual los jugadores conductualmente modulan esfuerzos de acuerdo a una estrategia subconsciente. En resumen, para ellos, la deshidratación es solamente un resultado del complejo control fisiológico (en funcionamiento en base a un plan de estimulación individual), y ningún factor metabólico por si solo es causa de la fatiga en el fútbol de élite.

Kurdak et al. (2010) también han abordado la cuestión de la respuesta de la hidratación y la sudoración a la competición de fútbol en clima cálido. Los resultados de su estudio indicaron que compitiendo en condiciones de calor se puede producir pérdidas de líquido sustanciales por el sudor y producirse un déficit de sodio en muchos jugadores, aunque tengan líquidos a su disposición. Shirreffs (2010), como co-autor del estudio anterior, lógicamente corrobora estas conclusiones y propone que, por la magnitud de las pérdidas de sodio en algunos jugadores, puede ser que su sustitución se justifique para estos jugadores, advirtiendo que los requerimientos de electrolitos debe ser una parte esencial de la estrategia de nutrición de un jugador. Ozgünen et al. (2010) también comprobaron que el estrés por calor puede contribuir a la disminución del rendimiento en los partidos de fútbol cuando se juegan con calor extremo.

Con los datos que se desprenden de estos estudios, de los que es partícipe, Maughan et al. (2010b), también nos informan de que el fútbol jugado con calor plantea un desafío y los efectos sobre algunos aspectos del rendimiento se hacen evidentes a medida que aumenta la  $T^a$  por encima de aproximadamente 12 a 15°C. La aclimatación previa reducirá el impacto de las altas  $T^a$  y puede proporcionar una protección limitada cuando la HR es también alta. La ingestión de líquidos es eficaz para limitar los efectos perjudiciales sobre el rendimiento: las bebidas con carbohidratos y electrolitos añadidos son en general más eficaces que simplemente agua y, además, las bebidas pueden ser más eficaces si se toman frías que si se hace a temperatura ambiente.

Hasta la fecha no nos ha surgido ningún estudio que no se saliera de determinar los efectos de la deshidratación sobre parámetros fisiológicos del futbolista, pero el siguiente que vamos a referir versa sobre los efectos de las estrategias de ejercicio, calor, enfriamiento y rehidratación sobre la función cognitiva en los jugadores de fútbol. Bandelow et al. (2010), genéricamente, nos informan de que la deshidratación de leve a moderada durante el ejercicio en el calor (hasta 2,5% PC perdido), no tiene ningún efecto claro sobre la función cognitiva. En cambio, mayores niveles de glucosa se relacionan con un rendimiento más rápido y menos preciso, mientras que la elevación de la T<sup>a</sup>C central tuvo el efecto contrario, pudiéndose producir con ello la estabilización del rendimiento cognitivo por sus efectos opuestos.

Si bien la figura del árbitro deportivo tiene una imagen confusa en tanto que deportista (en el fútbol además es controvertida), pues no participa de la acción directa del juego, la consideración como tal hay que concedérsela. Así lo hicieron Silva, Fernandes y Fernández (2011), convirtiéndolos en los protagonistas de un estudio que tuvo como objetivo determinar el efecto del volumen y la composición de la reposición de líquidos en su rendimiento físico, en el que se observó un alto porcentaje de movimientos a baja velocidad (74,1%) cuando se ingiere agua mineral *ad libitum*, pero se redujo significativamente al 71% con agua mineral y al 69,9% con solución electrolítica de hidratos de carbono.

La investigación de Duffield, McCall, Coutts y Peiffer (2012) examinó la relación entre la intensidad de los entrenamientos y los cambios en el estado de hidratación, la T<sup>a</sup>C central, la TS y la composición y equilibrio de líquidos en jugadores de fútbol en el calor. Para los autores, la rehidratación individualizada debe establecerse tras el entrenamiento, para poder definir las diferencias en la TS y pérdidas de electrolitos en respuesta a la intensidad y la actividad general dentro de una sesión.

Owen, Kehoe y Oliver (2013) realizaron un interesante estudio con el objetivo de examinar el efecto de la ingesta de líquidos y la deshidratación sobre la técnica del fútbol y el rendimiento en carrera intermitente de alta intensidad, después de 90 minutos de ejercicio intermitente (Prueba de Loughborough), y parece ser que la ingesta de líquidos durante la prueba ha limitado la deshidratación moderada y, por otro lado, los efectos sobre la técnica (pases y disparos) y el rendimiento en carrera intermitente de alta intensidad en un ambiente templado son inconsistentes.

Recientemente un estudio de Kingsley, Peñas-Ruiz, Terry y Russell (2014), comparaba los efectos de tres estrategias de hidratación con hidratos de carbono sobre la concentración de glucosa en la sangre, el rendimiento físico y el estado de hidratación durante un partido de fútbol amistoso. Las conclusiones de los investigadores apuntan que la combinación de la alta disponibilidad de carbohidratos con cafeína influyó negativamente en el estado de hidratación en comparación con geles con solución de carbohidratos y electrolitos o geles con solución sólo de electrolitos.

Con una perspectiva más longitudinal, Mascherini, Gatterer, Lukaski, Burtscher y Galanti (2015) han relacionado los cambios en el estado de hidratación durante toda una temporada con el rendimiento de la resistencia. Los resultados indican que se producen ganancias de líquidos durante la pretemporada, posiblemente debido a la expansión del volumen plasmático y un mayor almacenamiento de glucógeno, acompañado de mejoras en el rendimiento de resistencia. Durante la temporada competitiva se identifican pérdidas de líquidos y un aumento en la masa celular corporal sin efectos sobre el rendimiento. Al final de la temporada, cuando el volumen y la intensidad del entrenamiento se reducen, aumentan los fluidos corporales de nuevo.

Mención aparte merecen los estudios que han determinado la influencia de la deshidratación distinguiendo las distintas demarcaciones que ocupan los jugadores en el terreno de juego, ya que ello, al delimitar sus funciones, de alguna manera los agrupa al desarrollar esfuerzos parecidos.

Purvis y Cable (2002) desarrollaron un estudio sobre deshidratación con porteros de fútbol (n=7) simulando juego real durante 45 minutos, obteniendo un porcentaje de PC perdido de 0,8 %. Salum y Fiamoncini (2006) en un estudio sobre el control del PC para medir la deshidratación de 23 jugadores profesionales de fútbol tras un entrenamiento de dos horas y media de duración, encontraron unas pérdidas medias de porcentaje de PC perdido de  $1,28 \pm 0,25$  %, y atendiendo a las distintas demarcaciones ocupadas en el terreno de juego obtuvieron para los porteros 1,78 %, para los defensas 1,04, 1,42, para los centrocampistas y para los atacantes 0,76%.

Castillo (2009) en un estudio sobre hábitos de reposición hídrica en función de la posición ocupada en el terreno de juego en un partido oficial de fútbol (n=12) y en un entrenamiento (n=10), con jugadores amateurs de la Tercera División española, encontró, a través de parámetros derivados de la pérdida de PC, que en partidos (pérdida



de sudor:  $1.790 \pm 321,8$  ml; PC perdido:  $1,20 \pm 0,45$  kg; porcentaje de PC perdido:  $1,60 \pm 0,56$ ) se sufre mayor deshidratación que en entrenamientos (pérdida de sudor:  $1.047 \pm 260,4$  ml; PC perdido:  $0,60 \pm 0,21$  kg; porcentaje de PC perdido:  $0,77 \pm 0,30$ ), y que tanto en uno como en otro en los delanteros se agudiza algo más que en las demás demarcaciones el proceso de deshidratación. Para facilitar la lectura y comparación en relación a las distintas demarcaciones ocupadas en el terreno de juego con los nuestro estudio esponemos sus resultados en la tabla 14.

Tabla 14.

*Resultados de las variables de deshidratación estudiadas en un entrenamiento y un partido de fútbol (Castillo, 2009).*

<b>Variable</b>	<b>Porteros</b>	<b>Defensas</b>	<b>Centrocampist</b>	<b>Delanteros</b>
<b>Entrenamiento</b>				
Perdida líquido por sudor (ml)	1000	$1.181 \pm 265,57$	$1.091 \pm 276,10$	$780 \pm 183,85$
PC perdido(kg)	0,40	$0,50 \pm 0,17$	$0,70 \pm 0,27$	$0,70 \pm 0,14$
% PC perdido	0,47	$0,67 \pm 0,22$	$0,85 \pm 0,37$	$0,93 \pm 0,29$
<b>Partido</b>				
Perdida líquido por sudor (ml)	1.184	$1.861 \pm 208,21$	$1.778 \pm 369,29$	$1.978 \pm 69,30$
PC perdido(kg)	0,70	$1,0 \pm 0,30$	$1,20 \pm 0,24$	$2,0 \pm 0,35$
% PC perdido	0,84	$1,34 \pm 0,40$	$1,61 \pm 0,34$	$2,50 \pm 0,13$

### **2.6.7. Deshidratación y actividad físico-deportiva en la edad escolar**

En relación con la edad, los estudios sobre la deshidratación en la actividad física y el deporte se han centrado principalmente en adultos, aunque en la última década se ha dedicado algo más de atención a la infancia y la juventud, como luego nos dirán Montfort-Steiger y Williams (2007). En general, se han centrado preferentemente en la composición de las bebidas para contrarrestar la deshidratación voluntaria propia de estas edades. Por otro lado, también se han abordado algunos estudios relacionados con los efectos que produce la intervención educativa (IE) sobre la deshidratación en niños y jóvenes. En menor medida se han realizado investigaciones de campo, en deportes concretos, en los que se han estudiado variables específicas de deshidratación, muchas

de ellas utilizando marcadores urinarios, por lo que consideramos oportuno trasladar esa información al apartado correspondiente de este documento.

En la línea de investigaciones sobre composición y sabor de las bebidas, Meyer, Bar-Or, Salsberg y Passe (1994) estudiaron, con niños de 13 años de edad, los cambios en la sed de los niños y las preferencias de bebidas durante la hipohidratación inducida por el ejercicio y su rehidratación espontánea durante una recuperación de 30 minutos en la que tomaban distintas bebidas de sabores distintos. Aunque se produjo una rehidratación completa con todas las bebidas, la magnitud fue mayor con mosto de uva y zumo de naranja que con agua y zumo de manzana.

También Wilk y Bar-Or (1996) evaluaron la influencia del sabor de las bebidas y su composición sobre el consumo voluntario y el estado de hidratación en doce niños que se ejercitaron de forma intermitente, donde tras cada descanso de 25 minutos tomaban tres bebidas diferentes. Los autores llegaron a la conclusión de que, si bien los aromatizantes añadidos al agua reducen la deshidratación voluntaria en niños, la adición de un 6% más de carbohidratos y de 18 mmol/L de NaCl la evita por completo.

Corroborando lo anterior, Wilk, Kriemler, Keller y Bar-Or (1998), volvieron a incidir en la prevención de la deshidratación y los resultados indicaron que el tomar bebidas con sabor a uva y con NaCl era suficiente para prevenir la deshidratación en los niños durante la exposición repetida al ejercicio físico en ambiente caluroso, atribuyendo este efecto a una posible combinación entre mecanismos fisiológicos y comportamentales.

Rivera-Brown, Gutiérrez, Frontera y Bar-Or (1999) determinaron que una bebida con sabor, más carbohidratos y electrolitos, previene la deshidratación voluntaria en niños entrenados aclimatados al calor haciendo ejercicio en un clima tropical, a pesar de sus grandes pérdidas de sudor. Sin embargo, en una investigación más reciente con niñas, Rivera-Brown, Ramírez-Marrero, Wilk y Bar-Or (2008) llegaron a la conclusión de que el sabor del agua y la adición de un 6% de hidratos de carbono más 18 mmol/L de NaCl (CNA) no impiden la hipohidratación leve en las niñas capacitadas, aclimatadas al calor, con altas TS, aunque existe una tendencia hacia una mayor retención de líquidos con la bebida CNA.

Bergeron, Waller y Marinik (2006) compararon las diferencias de la ingesta de líquidos *ad libitum* entre una bebida al 6% de carbohidratos y electrolitos (CHO-E) y el

agua, asociándolas con la T<sup>a</sup>C central y otras respuestas fisiológicas y perceptuales en tenistas adolescentes durante el entrenamiento en calor. Comprobaron que la T<sup>a</sup>C media en cada ensayo no se asoció con la ingesta de líquidos, retención de líquidos, pérdida de sudor o cambio porcentual de PC. Concluyeron que el consumo de una bebida de CHO-E *ad libitum* puede ser más eficaz que el agua para minimizar el déficit de fluidos y la media de las respuestas básicas de T<sup>a</sup>C durante el tenis u otro deporte similar en adolescentes.

Montfort-Steiger y Williams (2007) en una revisión nos informan de que la mayor parte de las recomendaciones de nutrición deportiva dadas a los niños y adolescentes atléticos están basadas en los hallazgos de adultos, debido a la deficiencia en la información específica de la edad en los atletas jóvenes. Al caracterizarse por estar en una etapa de resistencia a la insulina durante ciertos períodos de maduración, tener diferentes respuestas glucolíticas durante el ejercicio, una tendencia a una mayor oxidación de grasas durante el ejercicio y mostrar diferentes mecanismos de disipación de calor en comparación con los adultos, recomiendan que las bebidas deportivas pueden necesitar ser adaptadas para niños con necesidades específicas, en concreto referido a los carbohidratos.

Con la intención de determinar si el saborizante de las bebidas y su composición estimularían la ingesta de bebida voluntaria para prevenir la deshidratación y mantener el rendimiento aeróbico, Wilk, Timmons y Bar-Or (2010) llevaron a cabo un estudio de laboratorio con adolescentes varones (n= 8; edad: 13,7 ± 1,1 años), aclimatados al calor, que se ejercitaron en calor y encontraron que pueden medir adecuadamente la ingesta de líquidos, independientemente del tipo de bebida a su disposición, lo que redonda positivamente en la consistencia en el rendimiento del ejercicio aeróbico.

Palmer, Logan y Spriet (2010) comprobaron que con una sola prueba de campo del sudor durante los entrenamientos en jugadores juveniles de hockey sobre hielo masculino, es suficiente para evaluar el equilibrio de líquidos y electrolitos.

En relación con la educación de niños y jóvenes en hábitos y comportamientos relacionados con una correcta hidratación, especialmente cuando realizan actividades físico-deportivas, Decher et al. (2008) observaron durante un campamento deportivo de 4 días que los 67 jóvenes (chicos y chicas) de entre 12 y 15 años se mantenían en un grado de deshidratación significativa y, también fue estadísticamente significativo (P <

0,05), que los sujetos reconocían cuándo estaban haciendo una buena o mala hidratación. Los investigadores coinciden en que la hidratación en los campamentos de deportes de verano es una preocupación y deben hacerse esfuerzos especiales para ayudar a los jóvenes a desarrollar estrategias de hidratación.

En investigaciones de campo anteriores no se han identificado las TS, el consumo de líquidos (CL) o la eficacia de una IE para jóvenes durante un campamento de fútbol americano, así que McDermott, Casa, Yeargin, Ganio, López y Mooradian (2009) estudiaron estas variables y encontraron que, aunque los sujetos se mantuvieron deshidratados durante el tiempo libre, las pérdidas de líquido se equipararon con el CL durante las actividades de fútbol. Respecto a la IE, no reveló un claro cambio estable en el estado de hidratación.

La eficacia de la educación en la modificación de los comportamientos de hidratación en los atletas adolescentes no estaba clara para Cleary, Hetzler, Wasson, Salarios, Stickley y Kimura (2012), así que para dar más luz sobre esta situación compararon el efecto de una sesión de IE con el de una intervención de hidratación prescrita. Hay que decir que ninguno de las participantes experimentó deshidratación grave en cualquiera de las condiciones y que una sola sesión de IE no tuvo éxito en el cambio de comportamientos de hidratación. Sin embargo, la prescripción de un protocolo de hidratación individualizado mejoró la hidratación de los adolescentes entrenados en un ambiente cálido y húmedo.

Sobre la tolerancia al calor de los niños, en un estudio que es prácticamente una isla en el tiempo de la investigación sobre este objeto de estudio, Bar-Or, Dotan, Inbar, Rotshtein y Zonder (1980) indagaron sobre la deshidratación en niños para determinar si se deshidrataban voluntariamente al ejercitarse en un clima con alta temperatura, y si tal deshidratación afectaba su bienestar y termorregulación. Se observó que los niños se deshidratan progresivamente mientras se ejercitan cuando no se les obliga a beber, concluyendo que, a iguales niveles de porcentaje, la pérdida de PC de los niños supone un mayor aumento de temperatura rectal que la de los adultos.

Bergeron (2009) advierte del desafío que supone para los jóvenes ejercitarse en ambientes calurosos con seguridad y eficacia, mayor aún cuando un joven atleta tiene que competir varias veces en el mismo día, con sólo un corto período de descanso entre

rondas de juego, durante un torneo en clima caliente. Está demostrado que esta situación aumenta la tensión cardiovascular y térmica y la percepción de esfuerzo en actividades posteriores, además de poder disminuir el rendimiento y alterar el resultado de la competición. Termina reconociendo que los deportistas jóvenes son capaces de tolerar el calor y la realización razonablemente bien y con seguridad en una variedad de ambientes calientes si se preparan bien, administran la hidratación con criterio y tienen la oportunidad de recuperarse adecuadamente entre las competiciones.

En la misma línea, de Aragón-Vargas, Wilk, Timmons y Bar-Or O (2013) nos informan de que el PC de niños (9-13 años) y adolescentes (14-17), atletas de ambos sexos de Costa Rica, cambia durante una competición de triatlón con clima cálido, sin embargo, pueden tolerar de leves a moderados niveles de deshidratación sin efectos perjudiciales para la salud. Martins et al. (2007) en un estudio sobre deshidratación en 6 jóvenes jugadores de fútbol-sala (15-18 años) después de un entrenamiento de 90 minutos, encontraron pérdidas de porcentaje de PC de tan sólo  $0,43 \pm 0,41$  %.

#### **2.6.8. Deshidratación y fútbol en la edad escolar**

Dado que, en definitiva, este es el apartado más específico en relación a la temática del presente trabajo, tenemos que adelantar que no se ha encontrado ningún estudio que nos aporte información relativa al contenido del mismo, en concreto en cuanto a la edad prepuberal y en la modalidad de fútbol-7.

La referencia más remota la encontramos en Bar-Or y Unnithan (1994), donde se habla de requerimientos dietéticos del joven futbolista, abogando por una aplicación más estricta de la hidratación. Para facilitarlos, recomiendan aumentar la palatabilidad de líquidos de acuerdo a las preferencias individuales del niño. También informan de que la eficacia y seguridad de “la carga de carbohidratos” no habían sido estudiadas aún en los niños. Rico-Sanz et al. (1996) estudiaron con jugadores (aclimatados al calor) de fútbol de élite jóvenes ( $17 \pm 0,6$  años), el efecto de una mayor ingesta de líquidos (hiperhidratación) sobre la regulación de la T<sup>a</sup>C y el rendimiento de estos. Los resultados sugieren que durante un partido de fútbol el consumo de agua adicional aumentó las reservas corporales de agua, y la regulación de la T<sup>a</sup>C mejoró sin ningún efecto significativo en la disminución en el rendimiento específico de fútbol.

Guerra, Chaves, Barros y Tirapegui (2004), realizaron un estudio de campo con el objetivo de verificar los efectos de una bebida de carbohidratos y electrolitos jugando al fútbol. El principal hallazgo de este estudio indica que la suplementación con una bebida de carbohidratos y electrolitos durante un partido de fútbol es beneficiosa para ayudar a prevenir el deterioro en el rendimiento. Martins et al. (2007) en un estudio sobre deshidratación en 6 jóvenes jugadores de fútbol-sala (15-18 años) después de un entrenamiento de 90 minutos, encontraron pérdidas de porcentaje de PC de tan sólo  $0,43 \pm 0,41$  %.

Shirreffs y Maughan (2008) evaluaron el balance de agua y el equilibrio de sal en futbolistas juveniles entrenando durante el Ramadán, y no encontraron diferencias entre los jugadores con ayuno y los jugadores sin ayuno. Los datos mostraron grandes variaciones individuales en todos los parámetros medidos, con relativamente poca diferencia en los parámetros de sudor entre un grupo y otro.

Por otro lado, Williams y Blackwell (2012), con jugadores jóvenes de fútbol ( $17,1 \pm 0,7$  años de edad), registraron unos porcentajes medios de PC perdido durante una sesión de entrenamiento en un ambiente frío del 1,7 %, donde 14 de los jugadores analizados iniciaron la sesión de entrenamiento hipohidratados, dato que destacan los autores para llamar la atención sobre la necesidad de comenzar la actividad con unos niveles de hidratación adecuados.

Castillo (2014), en su tesis doctoral, ha desarrollado un estudio sobre deshidratación con futbolistas de diferentes selecciones autonómicas, de distintas categorías de formación (infantiles, cadetes y juveniles), durante partidos oficiales, con la intención de describir el líquido ingerido y perdido, el PC perdido y el porcentaje de PC perdido en función de la categoría y la posición ocupada en el terreno de juego, correlacionándolo con el tiempo total de juego. En la tabla 15 se puede apreciar que los jugadores juveniles acusan niveles de deshidratación más acentuados que las otras categorías.

Tabla 15.

Resultados de las variables de deshidratación estudiadas en partidos de fútbol distinguiendo distintas categorías (Castillo, 2014).

Variable	Total de la muestra	Infantiles	Cadetes	Juveniles
Perdida líquido por sudor (ml)	1.104 ± 555	847 ± 375	1.003 ± 399	1.475 ± 663
PC perdido(kg)	0,7 ± 0,45	0,60 ± 0,25	0,50 ± 0,37	1,0 ± 0,53
% PC perdido	1,0 ± 0,63	0,9 ± 0,40	0,8 ± 0,56	1,4 ± 0,74

Por otro lado, en la tabla 16 exponemos los resultados desprendidos atendiendo a las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego, que conllevan a concluir que tan sólo existe mayor probabilidad de pérdidas de volúmenes de líquido, de PC y de porcentajes de PC en defensas respecto a delanteros.

Tabla 16.

Resultados de PC perdido y % de PC perdido en fútbol por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego en distintas categorías (Castillo, 2014).

Variable	Porteros	Defensas	Centrocampistas	Delanteros
Total de la muestra				
Perdida líquido por sudor (ml)	1.108 ± 0,46	1.311 ± 0,61	1.055 ± 0,50	888 ± 0,51
PC perdido(kg)	0,40 ± 0,15	0,90 ± 0,38	0,70 ± 0,49	0,50 ± 0,45
% PC perdido	0,50 ± 0,19	1,2 ± 0,50	1,0 ± 0,70	0,80 ± 0,62
Infantiles				
Perdida líquido por sudor (ml)	623 ± 125	888 ± 375	894 ± 425	774 ± 370
PC perdido(kg)	0,40 ± 0,07	0,60 ± 0,26	600 ± 031	500 ± 0,12
% PC perdido	0,60 ± 0,12	1,0 ± 0,39	1,0 ± 0,51	0,90 ± 0,18
Cadetes				
Perdida líquido por sudor (ml)	1.145 ± 275	1.187 ± 461	881 ± 356	864 ± 314
PC perdido(kg)	0,40 ± 0,07	0,80 ± 0,40	0,30 ± 0,30	0,30 ± 0,16
% PC perdido	0,4 ± 0,09	1,2 ± 0,58	0,60 ± 0,51	0,50 ± 0,27
Juveniles				
Perdida líquido por sudor (ml)	1.555 ± 305	1.958 ± 498	1361 ± 570	1.030 ± 806
PC perdido(kg)	0,50 ± 0,28	1,2 ± 0,17	1,0 ± 0,54	0,70 ± 0,74
% PC perdido	0,6 ± 0,35	1,6 ± 0,26	1,5 ± 0,75	1,0 ± 1,0

## **2.7. LA VALORACIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN A TRAVÉS DE LOS INDICADORES DE LA ORINA EN EL ÁMBITO FÍSICO-DEPORTIVO.**

Una vez definidos los principales indicadores en orina utilizados para medir el estado de hidratación, hay que hacer notar que son numerosos los estudios que han utilizado estos parámetros en el ámbito físico-deportivo, bien de forma única bien junto con otros parámetros.

Los estudios realizados han ido encaminados a la valoración del estado de hidratación en profesionales militares, deportistas individuales (luchadores, atletas, deportistas recreativos) y deportes de equipo. Otros estudios han relacionado estos indicadores con otros parámetros, como el grado de masa muscular o la formulación de bebidas. En menor medida hemos podido aportar información sobre la etapa infanto-juvenil, y menos aún del objeto de nuestro estudio: la deshidratación en la infancia en partidos de fútbol, medida con marcadores urinarios.

### **2.7.1. En adultos**

#### ***Actividades y deportes individuales.***

Acercas de los trabajos realizados con sujetos en condiciones climáticas extremas, Hackney, Coyne, Pozos, Feith y Seale (1995) trataron de identificar los índices de orina y sangre del estado de deshidratación durante una expedición en alta montaña en la zona sub-ártica, donde se realizaban tramos de esquí durante 10-15 horas y tareas con cargas pesadas. Los parámetros urinarios medidos fueron la USG y la Uosm y en las medidas post-expedición se encontraron aumentos significativos en ambos parámetros.

En una línea parecida, O'Brien, Freund, Sawka, McKay, Hesslink y Jones (1996), para cuantificar la magnitud de la deshidratación, examinaron la composición corporal, el ACT, así como la sangre y otros parámetros urinarios. Estos últimos indicaron, junto con los sanguíneos, que a pesar de la disminución del ACT no se produjo deshidratación, sugiriendo que en clima frío el ejercicio en el terreno militar, a pesar de los niveles de actividad alta y de un balance energético negativo, el balance de fluidos corporales puede mantenerse cuando se presta especial atención a la ingesta de líquidos.



Stover, Petri, Passe, Holwild, Murray y Wildman (2006a) midieron la USG antes y después del ejercicio en una amplia muestra de deportistas recreativos y su relación con factores como la hora del día, la ubicación geográfica y el género. A pesar de las distintas climatologías, no se encontraron diferencias en las medias de USG en relación con la ubicación geográfica o la hora del día. Sobre la base de las normas utilizadas para los atletas, el 46% de los deportistas se encontraban en los valores establecidos para atletas por distintas asociaciones norteamericanas ( $USG \geq 1,020$  g/L).

Sobre deportes y actividades de ultrarresistencia, Knechtle, Duff, Schulze y Kohler (2008) realizaron un estudio sobre las variaciones del ACT en 10 sujetos participantes en una Carrera de 17 días y 1200 kms, evaluando el estado de hidratación a diario a través de la USG, obteniendo unos valores medios pre-actividad de  $1,013 \pm 0,007$  g/L. Se constató que al sexto día de carrera había incrementado su valor medio a  $1,023 \pm 0,005$  g/L. Knechtle, Knechtle, Kaul y Kohler (2009) evaluaron el estado de hidratación en 16 nadadores masculinos de ultrarresistencia que participaron en un evento de 12 horas de duración, encontrando valores medios de USG pre-actividad de  $1,020$  g/L y de  $1,010$  g/L post- actividad, lo que sugiere que los competidores emplearon las técnicas adecuadas de rehidratación durante la prueba. Knechtle, Baumann, Wirth, Knechtle y Rosemann (2010a), con una muestra de triatletas no profesionales, encontraron valores similares (pre- actividad:  $1,010$  g/L; post-actividad:  $1,022$  g/L). También Knechtle, Kenetchle, Rossemann y Senn (2009) determinaron, en una muestra de ciclistas de montaña de ultra-maratón, que se producía un incremento de un 0,4 % de la USG, concluyendo que se producía pérdida de masa corporal y esquelética pero no deshidratación. Knechtle, Knechtle, Rosemann y Senn (2010b), en un estudio con 53 participantes en un triple Iron Man en Alemania, también evaluaron el estado de hidratación pre y post actividad a través de la USG, obteniendo pre:  $1,013 \pm 0,007$  g/L y post:  $1,017 \pm 0,007$  g/L. Posteriormente, et al. (2011), utilizaron, entre otras medidas, la USG en corredores de ultra-resistencia, obteniendo un aumento de sus valores desde  $1,012$  a  $1,022$  g/L.

Hornery, Farrow, Mujika y Young (2007) describieron las respuestas fisiológicas producidas durante los partidos de tenis en torneos internacionales en relación con las condiciones ambientales imperantes, las notaciones de los partidos y las habilidades que sustentan su desempeño. Se registró una USG media previa a los partidos de  $1,022 \pm$

0,004 g/L, lo cual indica que los comenzaron en mal estado de hidratación. Concluyeron que las condiciones fisiológicas adversas pueden afectar al rendimiento.

Kutlu y Guler (2006) evaluaron el estado de hidratación durante un campamento de entrenamiento de luchadores de taekwondo. Se midieron la Uosm, USG y Ucol en la primera muestra de la mañana, al inicio del campamento, 5 días más tarde y un día antes de la competición, así como también se midió la masa corporal. Un número significativo de los atletas acudieron ya en un estado de hipohidratación. No hubo diferencias significativas en ninguno de los parámetros de análisis de orina durante el estudio ( $P > 0,05$ ), y se consideró que cada uno de estos aportó esencialmente la misma estimación del estado de hidratación de los atletas.

Dado que el ejercicio físico induce a alteraciones hemodinámicas renales y estimula la excreción de electrolitos, Afshar et al. (2009) llevaron a cabo un estudio para evaluar la excreción de sodio y potasio en competiciones de kárate, tomándose muestras de sangre y orina antes y después de la competición. Determinaron que debido a la corta duración y la naturaleza anaeróbica del karate, parece que la competición no contribuye a una excesiva excreción de electrolitos urinarios.

En el ya citado estudio de Jetton et al. (2013), los luchadores de artes marciales ganaron PC y la USG disminuyó significativamente ( $p < 0,001$ ) durante el período de rehidratación de aproximadamente 22 horas. Petterson y Berg (2014), abordaron cómo el consumo de agua y el tiempo de pesaje oficial se relacionan con el estado de hidratación. En la mañana del día de competición, el 89% presentaron hipohidratación ( $USG \geq 1,020$  g/L), y la hipohidratación grave ( $USG \geq 1,030$  g/L) fue frecuente. Un mayor consumo de agua, de líquidos y alimentos sólidos, en la noche antes del día de la competencia no se asoció con un estado de hidratación más favorable a la mañana siguiente. Se concluyó que los períodos de los que se dispone desde el pesaje hasta la competición resultan insuficientes para compensar la deshidratación inducida previa al pesaje.

### ***Actividades y deportes colectivos.***

En lo que se refiere a estudios realizados con deportistas de equipo, se han centrado fundamentalmente en conocer el estado de hidratación, el planteamiento de estrategias

que se pueden implementar para mejorar la hidratación de los jugadores, así como en la educación de la percepción de una correcta hidratación en los jugadores.

Godek et al. (2005), en un trabajo con jugadores de fútbol americano, evaluaron el estado de hidratación a través de diversos indicadores, entre ellos la USG y el  $\text{Na}^+$  en orina, en la fase de pretemporada, en la cual los jugadores se ejercitaban dos veces al día, durante seis días, hallando valores progresivamente aumentados para la USG. En cuanto a la media diaria de  $\text{Na}^+$  urinario, disminuyó desde el inicio hasta el día 2, permaneciendo baja en los días 3, 4 y 6. También Stover, Zachwieja, Stofan, Murray y Horswill (2006b) evaluaron el riesgo de déficit de líquidos en jugadores de fútbol americano de educación secundaria, cuando entrenaban dos veces al día, para lo cual se realizaron mediciones de la USG pre y post entrenamiento, durante cinco días, oscilando los valores hallados entre 1,022 a 1,024 g/L. Otra parte de la investigación consistió en la implementación de una estrategia de hidratación, con la que la media de la USG disminuyó de 1,021 a 1,016 g/L.

En otro estudio, Hamouti et al. (2010) compararon índices urinarios en dos grupos: jugadores de rugby y corredores, realizando mediciones durante seis días. Los resultados mostraron que un alto porcentaje de jugadores de rugby podían ser catalogados como hipohidratados de forma errónea, determinando que la especificidad de la USG, como parámetro de medida, se reduce en los atletas con gran masa muscular.

O'Hara, Jones, Tsakirides, Carroll, Cooke y King (2010), determinaron el estado de hidratación en jugadores de la Super Liga inglesa de rugby. Destaca que las pérdidas de masa corporal no se compensaron con una ingesta adecuada de líquidos. Los datos mostraron que la gran variabilidad inter e intraindividual recomienda una futura evaluación de carácter individual.

Intentando ir más allá, Lee, O'Hara, Till y King (2014), evaluaron el balance de líquidos y  $\text{Na}^+$  en jugadores de rugby profesionales de primer nivel durante 4 semanas, distinguiendo entre partidos, entrenamientos de campo y gimnasio. Los resultados de la Uosm y el PC demostraron que los jugadores llegaron adecuadamente hidratados, que la ingesta de líquidos fue excesiva en comparación con la pérdida de líquidos y que algunos jugadores estuvieron en riesgo de desarrollar hiponatremia.

El estudio que Osterberg, Horswill y Baker (2009) llevaron a cabo pretendía determinar la relación entre la USG previa al partido y el volumen de líquido consumido por los jugadores en un partido de baloncesto profesional (NBA). La USG se midió para cada jugador en 2 ocasiones, que tuvieron acceso *ad libitum* al líquido durante cada partido, y para evaluar la pérdida de sudor se les registró el PC antes y después de los partidos. Las conclusiones indican que aproximadamente la mitad de los jugadores comenzaron los partidos en un estado de hipohidratación, según lo indicado por USG. Por lo tanto, se destacó que las estrategias de hidratación, tanto antes y durante el partido, como la disponibilidad de bebidas y educación de los jugadores no estaban relacionadas con la respuesta que los jugadores ofrecen a esta problemática.

Brandenburg y Gaetz (2012), evaluó el estado de equilibrio de líquidos de jugadoras de baloncesto femenino de élite antes y durante dos partidos internacionales, midiéndose el nivel de hidratación antes del partido por USG, el cambio en el PC, la ingesta *ad libitum* de agua o bebida deportiva y las pérdidas sudoríparas estimadas. Los autores concluyeron considerando que es posible que a las jugadoras que experimentaron los mayores niveles de deshidratación les supusiera algún grado de deterioro al jugar.

MacLeod y Sunderland (2009), con el propósito de evaluar la pérdida de sudor, las prácticas de hidratación y los niveles de hidratación, 18 jugadoras de hockey sobre hierba de élite (selección de Inglaterra, Sub-21), fueron evaluadas de los cambios en el PC, completaron un cuestionario para evaluar los hábitos de hidratación y se les tomó muestras de orina antes y después de los partidos. Se comprobó que, con condiciones moderadas, sustituciones regulares y un sólido conocimiento de la práctica correcta de hidratación, el buen estado de hidratación se mantuvo a pesar de jugar dos partidos consecutivos.

### ***Fútbol.***

Maughan, Watson, Evans, Broad y Shirreffs (2007b) determinaron el equilibrio de fluidos y las pérdidas de electrolitos del sudor, con jugadores pertenecientes a la English Premier League Reserve. Se midió la pérdida de sudor, la ingesta de líquidos, la Uosm pre-partido y la  $[Na^{+}]$  en sudor. De la gran variabilidad individual en el estado de hidratación, las pérdidas de sudor y los comportamientos de consumo en un partido de fútbol competitivo disputado en un ambiente fresco, los autores destacan la necesidad

de una evaluación individualizada del estado de hidratación para optimizar las estrategias de reemplazo de líquidos.

El estudio de Aragón-Vargas, Moncada-Jiménez, Hernández-Elizondo, Barrenechea y Monge-Alvarado (2009) evaluó el estado de hidratación previo al juego, el estrés por calor y el equilibrio de líquidos durante la competición profesional de fútbol en ambiente caluroso, midiéndose la USG inicial y la pérdida de PC, la pérdida de sudor y la ingesta de líquidos. Los registros que se pudieron hacer de la temperatura del núcleo fueron  $\geq 39,0^{\circ}\text{C}$ . Los resultados demostraron una considerable deshidratación en los jugadores, agravada por la previa. Recomendaron estrategias de hidratación para entrenamiento pre y post partido.

López-Mata et al. (2012) evaluaron los cambios químicos y el sedimento urinario en futbolistas varones universitarios. En relación a los datos que más nos interesan, encontraron un aumento significativo en la USG y el pH al comparar el antes y el después de la competición. Los autores consideraron que estos cambios pudieron haber estado influenciados por un aumento en la reabsorción renal de líquidos.

Castro-Sepúlveda et al. (2015), partiendo de la hipótesis de la prevalencia de deshidratación que sufren los jugadores profesionales de fútbol antes de entrenar, testearon un total de 156 jugadores de seis clubes profesionales chilenos, con el objetivo de evaluar el estado de hidratación bajo condiciones “reales”. No se hicieron recomendaciones previas de hidratación ni de ingesta de alimentos. Se evaluó la masa corporal, la talla y la USG antes de sus sesiones de entrenamiento. Se observó que el 98% de los futbolistas sufrían deshidratación entre moderada y grave antes de los entrenamientos, lo que supone posibles mermas del rendimiento e incremento del riesgo de lesiones relacionadas con el calor.

### **2.7.2. En la edad escolar**

Uno de los primeros estudios que se realizaron en el ámbito de la actividad físico-deportiva lo llevaron a cabo Zambraski et al. (1975), los cuales analizaron el estado de hidratación en luchadores de escuelas estatales, durante las temporadas de 1973 y 1974, utilizando para ello los siguientes indicadores urinarios: USG, Uosm, pH, sodio y potasio, así como proteínas y cetonas. Los resultados obtenidos confirmaron que, tras la

competición, la Uosm y la USG eran significativamente menores que en las mediciones de antes del partido, mientras que el pH se mantuvo sin cambios.

López (1997) estudió las repercusiones urinarias del ejercicio intenso (entrenamiento) en nadadores adolescentes (11-17 años). Del amplio espectro de medidas tomadas extraemos, en la tabla 17, los resultados que más nos interesan por similitud a las de nuestro estudio.

Tabla 17.

*Valores bioquímicos urinarios: basales y postesfuerzo.  
(Elaborado a partir de: López, 1997).*

<b>Parámetros</b>	<b>Basal</b>	<b>A los 30'</b>
<b>Sodio</b> (mEq/min)	0,09 ± 0,04	0,18 ± 0,17
<b>Potasio</b> (mEq/min)	0,019 ± 0,01	0,043 ± 0,02
<b>Densidad</b> (g/L)	1,017 ± 6,6	1,014 ± 9,2
<b>pH</b>	6,3 ± 0,7	6,1 ± 0,6

El estudio concluye considerando que en nadadores los cambios iónicos en la orina son menos manifiestos que en otros deportes, posiblemente debido a que la exposición al frío y la inmersión en agua producen un aumento relativo de volumen del líquido extracelular, que intensifica la pérdida de Na<sup>+</sup>. Respecto al pH urinario, pese a que suele descender con el ejercicio respecto a la situación basal (Peter-Contesse et al., 1985), en su estudio no encontró cambios significativos en el mismo, encontrando un pH medio en el nivel de acidez.

Higham, Naughton, Burt y Shi (2009), compararon los niveles de hidratación de nadadores competitivos adolescentes con otros menos activos durante cuatro días seguidos. El análisis de orina reveló un constante déficit de líquidos (USG > 1,020 g/L; color de la orina ≥ 5) independientemente del grupo de actividad, sexo y día de la prueba (hipohidratación en 73-85% de las muestras; p > 0,05). A pesar de la escasa pérdida de líquidos durante las sesiones individuales de entrenamiento (< 2% de masa corporal), este déficit aumentó significativamente las necesidades de líquidos para jóvenes nadadores durante el día escolar. Adams et al. (2016), en un reciente estudio con adolescentes (n = 46; 12,8 ± 2,3 años) nadadores durante un entrenamiento de dos horas, con disponibilidad de líquido *ad libitum*, han determinado un PC sin cambios y

una valoración de la sed similar antes y después de la práctica, pero, curiosamente, la Uosm pospráctica se redujo significativamente en comparación con el valor de la práctica (630 vs 828 mmol/kg,  $p = 0,001$ ). Con esto alertan sobre los marcadores de hidratación de la orina después de la natación podrían reflejar con menos precisión el estado de hidratación.

Bergeron, McLeod y Coyle (2007) quisieron evaluar la temperatura central del cuerpo (TC), la pérdida de sudor, así como el estado de hidratación antes y después de jugar un campeonato nacional de tenis para jugadores adolescentes de élite en un clima cálido. Ocho jugadores de sexo masculino sanos de edad:  $13,9 \pm 0,9$  años, fueron examinados durante los individuales de primera ronda y cinco de esos mismos jugadores también fueron evaluados durante un mismo día en partido de dobles. La USG pre-individuales se asoció fuertemente ( $p = 0,005$ ) con la TC final de los jugadores durante los partidos de dobles ( $4,37 \pm 0,35$  horas después de individuales), y la pérdida total de sudor tendía a ser mayor antes y durante los dobles, en comparación con los individuales. Para los autores, en este caso, los jugadores de tenis junior comienzan los partidos mal hidratados y a medida que avanzan los partidos (al crecer la tensión térmica), aumenta el riesgo de lesiones por calor.

Otros trabajos han utilizado los indicadores urinarios para estudiar los efectos en el estado de hidratación de otros parámetros y situaciones. Así, Jones, Cleary, López, Zuri y López (2008), utilizaron los indicadores de la orina junto a otros parámetros para estudiar los efectos de la deshidratación en la potencia anaeróbica.

Según Rivera-Brown y De Félix-Dávila (2012), los judocas adolescentes que entrenan en climas tropicales pueden estar en un continuo estado de deshidratación, debido a que con frecuencia limitan la ingesta de líquidos durante las sesiones diarias de entrenamiento para mantener o reducir su PC. Esto hizo que quisieran determinar su estado de hidratación antes, después y 24 h más tarde de una sesión de entrenamiento para luego comparar entre los sujetos que, por la edad, estaban mediada la pubertad, (MP) y la pubertad tardía (LP). La única diferencia fue que MP perdieron menos PC que LP. Con estos datos del estado de hidratación, los autores admiten que se puede comprometer la calidad del entrenamiento y del bienestar general.

Rivera, Sánchez, Escalante y Caballero (2008) llevaron a cabo un estudio que se realizó con deportistas infantiles y juveniles, de 9 a 17 años, de uno y otro sexo, que

realizaban un promedio de dos horas de entrenamiento diarias y pertenecientes a distintas disciplinas como esgrima, atletismo, fútbol, gimnasia, taekwondo y natación. Además de los parámetros propios del estado de deshidratación, se midieron también los conocimientos y actitudes de los sujetos acerca de los hábitos de hidratación. Los resultados mostraron valores promedio de USG de  $1,030 \pm 0,017$  g/L para los niños, y de  $1,018 \pm 0,015$  g/L para las niñas. El Ucol fue más oscuro en los niños que en las niñas. El estudio indicó la necesidad de que los niños posean un mejor conocimiento, hábitos y actitudes hacia el estado de hidratación y consumo de agua. Se comprobó que el 62,22% de la población estudiada no estaba en condiciones óptimas para llevar a cabo el entrenamiento, y el 57,77 % no poseían conocimientos, hábitos y actitudes adecuados sobre una adecuada hidratación.

Aragón-Vargas et al. (2013), en su estudio con niños y adolescentes costarricenses triatletas, obtuvieron un valor medio de USG post-actividad de 1,014 g/L, lo que indica que pueden tolerar de leves a moderados niveles de deshidratación sin efectos perjudiciales para la salud. Wilk, Meyer, Timmons y Bar-Or (2014), con una muestra de 9 niños de 10 a 12 años, evaluaron los efectos de una deshidratación del 1 al 2% de pérdida de PC en un entrenamiento de ciclismo intermitente de alta intensidad, sometiendo a tres sesiones con distinto grado de deshidratación. Los valores obtenidos para la USG antes de cada sesión (0% deshidratación:  $1,015 \pm 0,003$  g/L; 1%:  $1,013 \pm 0,002$  g/L; 2%:  $1,015 \pm 0,002$  g/L).

Martínez (2015), ha estudiado los niveles de deshidratación alcanzados por un grupo de duatletas de ambos sexos en edad escolar (13 niñas y 8 niños de  $11,2 \pm 1,3$  años de edad), durante una prueba no oficial compuesta por dos tramos de carrera y uno de ciclismo intercalado, mediante la utilización de parámetros urinarios, en concreto, los mismos que en nuestro estudio, lo que supone una referencia inevitable para el marco teórico, pues nos permitirá posteriormente establecer relaciones más afines con nuestros resultados. Los valores medios encontrados se sitúan dentro de los establecidos por diversos autores como umbral de la deshidratación, aunque se aprecia una tendencia hacia la deshidratación. Por la afinidad que este estudio tiene con el nuestro, reproducimos a continuación (tabla 18), los resultados ( $M \pm SD$ ) de las distintas variables urinarias obtenidos antes y después de la prueba.



Tabla 18.

*Resultados de las variables urinarias registradas antes y después de una prueba de duatlón en niños-as (Elaborado a partir de: Martínez, 2015).*

<b>Variabes</b>	<b>Antes (M±SD)</b>	<b>Después (M±SD)</b>
pH	5,66 ± 0,45	5,38 ± 0,38
USG (g/L)	1,011 ± 0,004	1,019 ± 0,005
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	25,23 ± 16,31	79,04 ± 58,38
Uosm (mOmol/kg)	182,47 ± 64,43	471,23 ± 267,18

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm.: osmolalidad de la orina.

Arnaoutis et al. (2015), han estudiado el estado de hidratación de atletas jóvenes de élite de diferentes deportes (baloncesto, gimnasia, natación, correr y piragüismo), durante un día normal de entrenamiento (~ 90 min.), pudiendo consumir líquidos *ad libitum* a lo largo de su práctica. La toma de datos se llevó a cabo en el mismo momento del día, con la misma temperatura ambiental y la humedad media en el momento de las mediciones. Concluyeron que la prevalencia de la hipohidratación entre los atletas jóvenes de élite es muy alta, como indican los resultados de la USG ( $\geq 1,020$ ) y los valores de Ucol ( $> 4$ ). La mayoría de los atletas estaban hipohidratados durante todo el día y aún más durante la práctica a pesar de la disponibilidad de fluido.

En el ámbito de los deportes de equipo, Decher et al. (2008), en un trabajo realizado con niños y niñas de 12 y 13 años, comprobaron que los valores medios de la USG y de la Uosm, tomada en las dos sesiones diarias de entrenamiento, oscilaban desde un grado mínimo a un grado moderado de deshidratación, si bien los niños/as, a través de una autoevaluación y un cuestionario tenían conocimiento de cuándo estaban realizando el trabajo bien hidratados y cuándo no.

Contamos con algunos estudios con jugadores adolescentes de fútbol americano: para determinar el impacto de una estrategia de ingesta de líquido aguda sobre la consistencia de la alta densidad de la orina cuando llevaban a cabo entrenamientos dobles, Stover et al. (2006b) sometieron a los jugadores a un protocolo agresivo de ingesta de agua durante un período similar de entrenamiento, con el que se había constatado su estado de deshidratación continuo. En relación con la estrategia, la media

de PC aumentó ( $p < 0,01$ ) y la de USG disminuyó ( $p < 0,01$ ). Así, la implementación de una estrategia de beber pareció mejorar el estado de hidratación. McDermott et al. (2009) midieron, en una muestra de 33 niños en edad escolar, durante un campamento de fútbol, la Uosm, entre otros parámetros, hallándose valores promedio de  $796 \pm 293$  mOsm/kg, concluyendo que llegaban al inicio del campamento en estado de hipohidratación, aunque los niños eran conscientes de cuándo realizaban una práctica bien hidratados. Yeargin et al. (2010), analizaron las respuestas de termorregulación e hidratación de jugadores aclimatados al calor durante 10 días de entrenamientos de pretemporada, El promedio de la Uosm indicó que los participantes experimentaron generalmente hipohidratación de mínima a moderada antes y después de cada entrenamiento, como resultado de la sustitución de aproximadamente dos tercios de sus pérdidas de sudor durante el ejercicio, pero inadecuada entre las prácticas. La edad no afectó a la mayoría de las variables, sin embargo, la TS fue menor en los participantes más jóvenes que en los participantes de mayor edad.

Ante la escasez de estudios sobre la relación entre el estado de hidratación del niño en situaciones de la vida libre y su rendimiento físico, Kavouras et al. (2012) plantearon la hipótesis de que la facilitación de la toma de agua conduciría a una mejora significativa en las pruebas de campo. Por lo tanto, el propósito del estudio fue investigar el efecto de un programa de intervención educativa nutricional, enfatizando el consumo de agua en la prevención de la deshidratación y, además, estudiar los efectos de mejorar la hidratación en el rendimiento físico de los atletas jóvenes que se ejercitan con calor. Los resultados indicaron que el estado de hidratación mejoró significativamente en el grupo que recibió intervención, y que el rendimiento en una carrera de resistencia (tiempo de 600 metros) se correlacionó con los resultados del estado de hidratación. Así pues, mejorar el estado de hidratación por el consumo *ad libitum* de agua mediante un programa de intervención educativa puede aumentar el rendimiento en los jóvenes que se ejercitan en calor.

### **2.7.3. En la edad escolar en fútbol**

Silva et al. (2011) han investigado el estado de hidratación, la ingesta de líquidos y la pérdida de sudor en jugadores de fútbol de élite masculinos brasileños adolescentes (edad:  $17,2 \pm 0,5$  años), en tres días consecutivos antes de cada entrenamiento. Los jugadores comenzaron los días de entrenamiento ligeramente hipohidratados (USG >

1,020 g/L) y la ingesta de líquidos no coincidió con la pérdida de líquidos, siendo ésta significativamente mayor ( $P < 0,001$ ), en comparación con los días 2 y 3. Los datos también indican (y esto es importante para los autores) una correlación significativa entre el grado de pérdida de sudor y el volumen de líquido consumido. Al siguiente año, el mismo equipo de investigación (Silva et al. 2012), reprodujeron el diseño del estudio anterior pero durante un partido de competición disputado en calor. En esta ocasión no hubo correlación significativa entre la pérdida de sudor y la ingesta de líquidos ( $r = 0,504$ ;  $p = 0,137$ ), ni tampoco entre la USG y la ingesta de líquidos ( $r = -0,276$ ,  $p = 0,440$ ). Por lo tanto, concluyeron de ambos estudios, se hacen necesarias estrategias eficaces para mejorar la reposición de líquidos para jóvenes jugadores que entrenan o compiten en calor.

Gibson, Stuart-Hill, Pethick y Galia (2012) estudiaron la situación de hidratación pre-entrenamiento, el equilibrio de líquidos y la pérdida de  $\text{Na}^+$  del sudor en jugadoras de fútbol femenino canadiense júnior (edad media:  $15,7 \pm 0,7$  años) de élite en un ambiente fresco. Los datos se recogieron durante dos sesiones de entrenamiento de 90 minutos. Se halló que el 45% de las jugadoras se presentó al entrenamiento en un estado de hipohidratación (USG  $> 1,020$  g/L)). En los hallazgos de este estudio destacan las variaciones individuales que se producen en la gestión de la hidratación en las jugadoras y por lo tanto la necesidad de directrices de hidratación personalizadas.

Arnaoutis et al. (2013) evaluaron durante un campamento de deportes de verano en jóvenes jugadores (11-16 años) de fútbol, el estado de hidratación antes del ejercicio y el balance de agua del cuerpo después de las sesiones de entrenamiento. El estado de hidratación se evaluó a través de la USG, la Ucol y cambios en el PC. Concluyeron que aproximadamente el 90% de los jóvenes jugadores de fútbol que comenzaron el ejercicio en condiciones de clima cálido estaban hipohidratados, mientras que el consumo *ad libitum* durante la práctica no impidió una mayor deshidratación en jugadores ya deshidratados.

Phillips, Sykes y Gibson (2014) han investigado sobre el estado de hidratación y el equilibrio de líquidos de jugadores de fútbol juvenil de élite europeos durante tres sesiones de entrenamiento consecutivas. Fueron evaluados en su estado de hidratación a partir de muestras de la primera orina de la mañana, y antes y después del entreno

utilizando medidas de USG, calculando su balance de líquidos a partir del cambio de PC pre y post-entrenamiento, corregido por la ingesta de líquidos y la diuresis. La mayoría de los participantes estaban hipohidratados al despertar y no hubo diferencias significativas en USG entre la primera muestra de la mañana y la de pre-entrenamiento, y tampoco hubo influencia de la sesión de entrenamiento. Pese a ello, la ingesta continuada de fluidos no afecta significativamente el estado de hidratación, lo que sugiere que consumen suficiente líquido durante el entrenamiento para mantener un estado de hidratación estable y evitar el exceso de pérdida de masa corporal ( $\geq 2\%$ ). Las directrices de ingesta de líquidos actuales parecen aplicables a esta población cuando se entrena en un ambiente fresco.

En relación a lo anterior, Chapelle, Tassignon, Aerenhouts, Mullie y Clarys (2017), en un estudio también con jugadoras juveniles de élite durante ocho días de torneo oficial, midiendo el nivel de hidratación a través de USG y controlando el PC antes y después de cada entrenamiento y partido, han constatado que recibir consejos personales sobre la rehidratación parece tener un efecto positivo.

Gordon et al. (2015), han medido el estado de hidratación y la ingesta de líquidos, además de evaluar el conocimiento de los jugadores ( $15,9 \pm 0,8$  años) con respecto a los requerimientos de líquidos y carbohidratos para el entrenamiento de fútbol, y han encontrado que estaban ligeramente deshidratados antes y después del entrenamiento, aunque algunos estaban muy deshidratados antes (24%) y después del entrenamiento (27%). El porcentaje de pérdida media de PC fue de  $0,7 \pm 0,7\%$ . La mayoría no consumieron fluidos durante la primera (57,0%) y segunda (70,9%) de las sesiones de entrenamiento. Más de 90% afirmó que el agua era el líquido más adecuado para consumir antes, durante y después del entrenamiento, pero muy pocos (5 %) informaron correctamente que los hidratos de carbono se deben consumir antes, durante y después del entrenamiento. Ante estos datos, los autores proclaman la necesidad de un programa de educación nutricional que ayude a los jugadores a considerar la importancia que tiene una correcta ingesta de líquidos y carbohidratos para prevenir la deshidratación.

**3.**

# **MATERIAL Y MÉTODO**



### 3. MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1. PARTICIPANTES

La selección de la muestra se ha realizado mediante muestreo por conveniencia. Los criterios de inclusión comprendieron: que fuerán niños sanos con edades comprendidas entre los 8-10 años (categoría benjamín) y que fueran jugadores de un equipo de fútbol-7 de competición oficial del fútbol base de la ciudad de Córdoba. Los criterios de exclusión fueron: que los participantes no presentaran ningún tipo de patología de base, largos períodos de reposo en cama o la ingesta pautada de alguna medicación que alterara los resultados.

Por la entidad de los equipos y el puesto en las clasificaciones que ocupaban, los jugadores acreditan suficiente experiencia deportiva que asegura un buen rendimiento en los partidos.

El registro de todos los datos se llevó a cabo a lo largo de un sábado (día habitual de disputa de los partidos oficiales) en distintas instalaciones deportivas de la ciudad de Córdoba (España), en tres horarios diferentes (10:00, 13:00 y 17:00). En la tabla 19, describimos los elementos relativos a cada partido de fútbol-7 en los que se han obtenido los datos del estudio.

Tabla 19.

*Nº de jugadores, edad, hora de inicio, descanso y final, y condiciones climatológicas de cada uno de los partidos de fútbol.*

Partido	Nº jug. Edad	Inicio del 1er tiempo	Final del 1er tiempo	Inicio del 2º tiempo	Final del 2º tiempo	Condiciones climatológicas del partido	
						Temperatura (°C)	Humedad relativa
10'00	12 8±0,0	10'05 a.m	10'35	10'45	11'15	12,8	95%
13'00	11 8,4±0,5	13'20 p.m	13'50	14'01	14'35	24,5	52%
17'00	11 8,3±0,5	17'07 p.m	17'39	17'46	18'17	21,4	70%

Se obtuvo consentimiento informado por parte de los padres/madres o tutores/as de los jugadores que participaron en el estudio, así como la aceptación de estos a participar. El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universidad de Córdoba.

### 3.2. INSTRUMENTOS

La siguiente relación contempla los instrumentos utilizados para llevar a cabo el presente estudio:

1. Estación meteorológica OREGON SCIENTIFIC WMR-80 (Oregon®, Hunghom, China), para determinar las condiciones climáticas (temperatura y humedad relativa media) de los tres partidos de fútbol, empleando el valor medio recogido desde el inicio del calentamiento hasta el término de los partidos analizados.
2. Tallímetro TANITA HR 001 (Tanita®, Illinois, USA), para el registro de la talla.
3. Balanza TANITA BC-545 (Tanita®, Illinois, USA), para el registro del peso corporal (precisión: 100 g).
4. Tensiómetro WELCH ALLYN DuraShock DS56, para la toma de la tensión arterial.
5. Termómetro timpánico KENDALL Firsttemp Genius 3000A, para registrar la temperatura corporal.
6. Plicómetro HOLTAIN Skinfold Caliper (Holtain Ltd.®, Reino Unido), para obtener los pliegues grasos corporales y a partir de ellos estimar el % de Grasa Corporal.
7. Cinta métrica HOLTAIN (Holtain Ltd.®, Reino Unido), para la medición de perímetros corporales.
8. Recipiente estéril ATEMPRANA (Atemprana®, Madrid, España), para la recogida de orina y que posteriormente se verterá en la probeta para su medición.
9. Probeta graduada KARTELL PP-1082 (Kartell®, Noviglio, Italia) con capacidad de 1000 ml y calibrada 1000:10, para realizar las mediciones de líquido ingerido y orina excretada.
10. Tubos sin EDTA, para la homogeneización y posterior determinación de los marcadores químicos urinarios.
11. Analizador de los marcadores químicos urinarios MERCK Vitalab Selecta 2.



**Material inventariable**



1. Estación meteorológica  
OREGON SCIENTIFIC  
WMR-80



2. Tallímetro  
TANITA  
HR 001



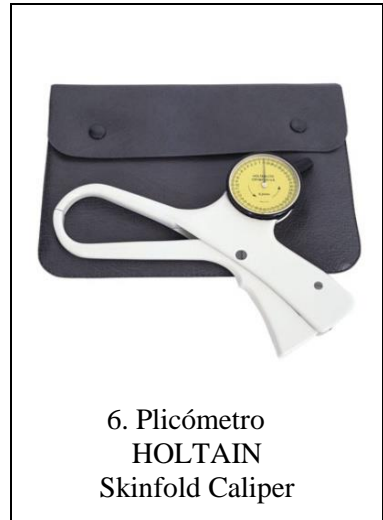
3. Balanza  
TANITA  
BC-545



4. Tensiometro  
WELCH ALLYN  
DuraShock DS56



5. Termómetro timpánico  
KENDALL  
Firsttemp Genius 3000A



6. Plicómetro  
HOLTAIN  
Skinfold Caliper



7. Cinta métrica  
HOLTAIN  
110P

**Figura 2.** Material inventariable utilizado en el estudio para la toma de datos ambientales (1), talla (2), peso corporal (3), tensión arterial (4), temperatura corporal (5), pliegues grasos (6) y diámetros corporales (7).

### 3.3. DISEÑO

#### 3.3.1. Tipo de diseño

Debido a la naturaleza del presente estudio y siguiendo a McMillan, Schumacher y Baidés (2005), el método de esta investigación es cuantitativo, con un diseño no experimental de tipo descriptivo, comparativo y correlacional.

#### 3.3.2. Variables del diseño.

##### *Variables derivadas del peso corporal:*

1. **Peso corporal perdido.** Es la diferencia entre el PC antes y después del partido.
2. **% de peso corporal perdido.** Es la expresión en porcentaje del PC perdido. Suele utilizarse como el marcador de deshidratación universal.
3. **Tasa de sudoración.** Es la relación existente entre la sudoración y una unidad de tiempo. En el ámbito deportivo suele expresarse en L/h.

##### *Variables derivadas de los indicadores bioquímicos de la orina:*

1. **pH.** Es el inverso del logaritmo de la concentración de hidrogeniones (Quesada, Ruiz, Montes y Ortega de Heredia, 2006).
2. **USG.** Se define como la densidad (masa por unidad de volumen) de una muestra de orina en comparación con el agua pura. Se expresa en g/L.
3. **Sodio.** Cation que se encuentra en el organismo humano en una concentración de 1,5 g/kg (Perigard, 2003).
4. **Uosm.** Medida del contenido total de solutos en la orina, se ve afectado por todas las partículas disueltas en un volumen conocido (es decir, la masa) de líquido. Se expresa en mOsm/kg.

##### *Co-variables:*

1. **Demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.** Se refiere a las clásicas cuatro líneas de juego en el fútbol (portero, defensas, centrocampistas y delanteros), también utilizadas en fútbol-7.
2. **Tiempo de participación en el juego.**

### **3.4. PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS.**

Las mediciones y el registro de las diferentes variables se llevaron a cabo antes y después de la celebración de partidos de fútbol-7 oficiales. El protocolo de organización exigido para poder aumentar el número de participantes y, con ello, la potencia de la investigación, fue el de establecer una relación temporal lógica entre el horario de los partidos y las necesidades del investigador para el cumplimiento del rigor científico, de ahí los horarios escogidos (10'00, 13'00 y 17'00 horas).

#### **3.4.1. Procedimientos previos**

El procedimiento se iniciaba con la puesta en marcha del protocolo de hidratación o ingesta de líquidos para garantizar la euhidratación pre-partido. Este exigía a los participantes presentarse una hora y media antes del inicio del partido en las instalaciones deportivas. Hay que tener en cuenta las dificultades que nos encontramos a la hora de la puesta en marcha, evaluación y recogida de datos. El proceso inicial se llevó a cabo con niños de 8 y 9 años, dentro de un pequeño vestuario en la “dinámica” pre-partido habitual (vestimenta, charla del entrenador, ritos previos...). Por su parte, la medición final al término de cada partido presentaba el hándicap que supone de incidencia emocional sobre los jugadores: euforia o decepción, según el resultado.

Una vez que los jugadores se hallaron en el vestuario, se registró la temperatura y la humedad relativa, empleando el valor medio recogido desde el inicio del calentamiento hasta el término de los partidos analizados.

A todos los jugadores se les recomendó que cuatro horas antes de cada uno de los partidos (salvo en el primero, que fueron dos), ingirieran alimentos (manzana y galletas) y líquidos (zumo natural y/o agua). Los protocolos de hidratación previo a la actividad realizados con anterioridad de varias horas, permiten que se produzca la suficiente orina para volver a la normalidad antes del evento deportivo.

Para que los participantes iniciaran la actividad física euhidratados, se siguieron las recomendaciones del American College of Sports Medicine et al. (2007). Así, y una vez que los participantes se encontraban en el vestuario del campo de fútbol, se les facilitó a cada uno de ellos una botella precintada de agua mineral natural de mineralización débil de 500 ml, de la que los jugadores tomaron volúmenes equivalentes a ~5-7 ml/kg de PC,

y de manera lenta. Para calcular estos volúmenes de ingestas, se utilizó una probeta graduada con capacidad de 1000 ml y calibrada 1000:10.

### 3.4.2. Procedimientos para la evaluación de las variables antes y después de los partidos

Los datos referentes a medidas antropométricas fueron recogidos por un antropometrista acreditado ISAK nivel II, siguiendo el protocolo de la ISAK (Marfell-Jones, et al., 2006).

A partir del PC y la talla, se estimó el índice de masa corporal ( $IMC = \text{peso (kg)}/\text{talla}^2 \text{ (m)}$ ); de los pliegues subcutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco, medidos en mm), y se estimó la densidad corporal (DC) mediante la ecuación de Brook (1971):

- Niños:  $DC = 1,1690 - 0,078 \times \log (\Sigma \text{pliegues})$
- Niñas:  $DC = 1,2063 - 0,0999 \times \log (\Sigma \text{pliegues})$

Una vez obtenida la DC, se halló el porcentaje de grasa corporal (% GC) mediante la propuesta de Siri (1961) y Brozek, Grande, Anderson y Keys (1963):

- Siri:  $\% \text{ masa grasa} = (4,95/DC - 4,5) \times 100$
- Brozek et al.:  $\% \text{ masa grasa} = (4,57/DC - 4,142) \times 100$

Para el registro del PC perdido durante los partidos, se procedió al pesaje de los participantes en ropa interior instantes antes del calentamiento, teniendo que haber orinado y defecado aquel que lo desease previamente al pesaje inicial. Antes de la recogida del PC posterior a la actividad, los jugadores tuvieron que secarse el sudor con una toalla las distintas partes del cuerpo (cabeza, brazos, torso, muslos, pineras y pies), no ingerir líquido y proceder al vaciado de orina de la vejiga.

Las fórmulas utilizadas para el peso perdido, tasa de sudoración, tasa de ingesta de líquido y porcentaje de peso perdido durante los partidos fueron:

- PC perdido durante los partidos (kg) = peso antes - peso después.
- % de PC perdido (kg) durante los partidos =  $(\text{peso antes} - \text{peso después (kg)}) \div (\text{peso antes} \times 100)$ .
- TS (L/h) =  $[(\text{peso antes} - \text{peso después (kg)}) + \text{líquido ingerido durante toda la actividad (litros)}] \div \text{tiempo de práctica (hora)}$  (Murray, 1996).

La recogida de muestras de orina, antes y después de los partidos de fútbol, y previo aseo genital por parte de los jugadores, se llevó a cabo por el método de la muestra limpia del chorro medio (Strasinger y Di Lorenzo, 2006), en los aseos de los vestuarios de los distintos campos de fútbol donde se celebraron las competiciones. En cuanto a la orina recogida antes de la actividad física, y tras el protocolo de hidratación previo a los partidos, se hizo entrega a cada jugador de 1 contenedor (con capacidad de 100 ml) estéril e intransferible en el que, 15 minutos antes del partido, se les pidió que vaciaran la vejiga todo lo que pudieran (un mínimo de 30 ml de orina). Por otra parte, y tras finalizar cada uno de los partidos, se procedió a la recogida de la orina con idéntico protocolo que el seguido al previo de la actividad, con la salvedad de que los jugadores debían orinar sin realizar ningún tipo de ingesta de líquido antes de orinar en el nuevo contenedor que se le facilitó tras el partido.

Los contenedores de orina recogidos, antes y después de cada uno de los partidos, se colocaron en hileras dentro de una caja de almacenamiento de plástico con geles refrigerantes y transportados al laboratorio del Hospital Universitario Reina Sofía de la ciudad de Córdoba (España) para el análisis de las variables urinarias indicadas (pH, gravedad específica, sodio y osmolalidad), dentro de los 30 minutos de la recogida de la orina. Para la determinación de los marcadores químicos urinarios, la orina colectada fue previamente homogeneizada y depositada en tubos sin EDTA. Posteriormente se estudiaron en un analizador. Respecto al sedimento urinario, cada muestra fue mezclada y filtrada en tubos de 6 ml, siendo centrifugada a 450 G por cinco minutos en una centrifugadora.

Los valores normales de los distintos marcadores urinarios son:

- **pH.** Para Laso (2002), los valores normales del pH se encuentran entre 5 y 6 (rango de 4,5 a 8,5). Sin embargo, Gerber y Brendler (2011), establecen como valores normales entre 4,6 y 8.
- **USG.** Casa et al. (2000), consideran bien hidratado valores de la USG < 1,010 g/L, deshidratación mínima valores entre 1,010 y 1,020 g/L, deshidratación significativa entre 1,021 y 1,030 g/L, y deshidratación grave >1,030 g/L. Para Laso (2000), la USG oscila entre 1,010 g/L a 1,025 g/L. Oppliger y Bartok (2002), Bartok et al. (2004) y Chevront y Sawka (2005), establecen como punto de corte aceptado como euhidratado < 1,020 g/L.

- **Sodio.** Los valores normales de sodio en adultos es de 40 a 220 mEq/L/día, en una muestra aleatoria, según McPherson y Ben-Ezra (2011) y Gerber y Brendler (2011), y, según Fischbach y Dunning (2009), en niños es de 41 a 115 mEq/día, o mmol/día. Para Pagana y Pagana (2010), en muestra de orina única, el valor normal del sodio es  $> 20$  mmol/L.
- **Uosm.** La Uosm considerada aceptable como punto de corte de un estado euhidratado es  $< 700$  mOsm/kg (Cheuvront y Sawka, 2005). Sin embargo, Gerber y Brendler (2011), establecen como valores normales entre 50 y 1.200.

### 3.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Los valores descriptivos de las variables de orina antropométricas y biológicas se expresan como media y desviación estándar ( $M \pm SD$ ). La normalidad de la muestra se estudio a través de los test de Komolgorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

La comparación de las variables urinarias, las derivadas del PC perdido y la TS entre el estadio basal y la medición realizada tras el partido, se acometió con la T de Student para muestras relacionadas con distribución normal. En el supuesto de no cumplimiento de normalidad, se procedió con los correspondientes estadísticos no paramétricos de Wilcoxon. Para el estudio correlacional entre las diferentes variables estudiadas se interpretó el estadístico R de Pearson y para las no paramétricas la Rho de Spearman.

Se consideró una diferencia significativa para una  $p \leq 0,05$ . El tratamiento estadístico se llevó a cabo con los programas IBM SPSS Statistics 19 para Windows.

**4.**

# **RESULTADOS**





## 4. RESULTADOS

### 4.1. DESCRIPTIVOS DE LOS DATOS ANTROPOMÉTRICOS

En los siguientes apartados se presentan los resultados descriptivos biológicos y antropométricos, que nos informaran de las características corporales de los participantes para poder determinar si éstas se encuadran dentro de los parámetros normales de la población. Fueron seleccionados 34 jugadores (12 en el partido de las 10:00 y 11 jugadores en los restantes), de los cuales 6 eran porteros, 4 defensas, 13 centrocampistas y 11 delanteros.

#### 4.1.1. Generales: antropométricos y biológicos

En principio, en la tabla 20, aparecen los valores descriptivos antropométricos generales referentes a la edad, el peso y la talla corporal y el índice de masa corporal (IMC). A continuación, los valores biológicos basales en reposo de tensión arterial sistólica y diastólica y de frecuencia cardíaca, del total de la muestra del estudio y de los participantes en cada uno de los partidos analizados. Estos valores se encuentran dentro de rangos normales para su edad y sexo, garantizando con ello que la muestra goza de buena salud general y deportiva, y a su vez, que el estudio se puede desarrollar con seguridad. Partiendo de los resultados obtenidos en el IMC podemos clasificar a los participantes como normopeso.

Tabla 20.

*Resultados antropométricos y biológicos en el total de la muestra y de cada partido analizado.*

<b>Variables</b>	<b>Total de la muestra</b>	<b>Partido 10:00 h</b>	<b>Partido 13:00 h</b>	<b>Partido 17:00 h</b>
Edad (años)	8,2 ± 0,41	8 ± 0,00	8,36 ± 0,50	8,27 ± 0,47
Peso (kg)	31,40 ± 6,29	29,76 ± 4,32	31,74 ± 7,39	232,85 ± 7,11
Talla (m)	1,33 ± 0,62	1,32 ± 0,05	1,32 ± 0,07	1,34 ± 0,06
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	17,67 ± 2,42	16,96 ± 1,57	18,06 ± 2,79	18,3 ± 2,82
PAS (mmHg)	11,03 ± 1,11	11,22 ± 1,17	10,82 ± 1,51	11,03 ± 0,57
PAD (mmHg)	6,99 ± 1,20	7,01 ± 0,85	6,67 ± 1,83	7,29 ± 0,64
FC (lpm)	82,85 ± 10,53	86,92 ± 13,14	80,64 ± 7,51	80,64 ± 9,45

IMC: índice de masa corporal; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; FC: frecuencia cardíaca. Los resultados se muestran como M ± SD.

#### 4.1.2. Pliegues cutáneos, sumatorios y porcentaje de grasa corporal

Podemos observar los valores descriptivos tras la medición de los pliegues cutáneos (tabla 21), del total de la muestra y de los participantes en cada uno de los partidos. Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los rangos de normalidad para su edad y sexo.

Tabla 21.

*Valores basales de los pliegues cutáneos del total de la muestra y de los participantes en cada uno de los partidos.*

<b>Variables</b>	<b>Total de la muestra</b>	<b>Partido 10:00 h</b>	<b>Partido 13:00 h</b>	<b>Partido 17:00 h</b>
PCT (mm)	11,33 ± 4,78	10,0 ± 4,88	12,85 ± 4,25	11,27 ± 5,15
PCSUB (mm)	7,27 ± 4,07	6,22 ± 2,42	8,34 ± 5,50	7,34 ± 3,91
PCBB (mm)	6,76 ± 3,26	5,98 ± 2,98	7,31 ± 2,36	7,05 ± 4,30
PCSP (mm)	9,73 ± 6,60	7,98 ± 4,30	10,89 ± 7,35	10,47 ± 4,50
PCSE (mm)	7,57 ± 5,24	6,45 ± 4,39	8,89 ± 6,77	7,47 ± 4,50
PCA (mm)	12,35 ± 7,62	17,09 ± 7,57	14,09 ± 7,57	12,33 ± 7,84
PCM (mm)	19,19 ± 8,49	16,03 ± 6,71	22,42 ± 8,28	19,40 ± 9,80
PCPM (mm)	11,79 ± 5,41	9,32 ± 3,76	14,54 ± 6,03	11,74 ± 5,40

PCT: pliegue cutáneo tricipital; PCSUB: pliegue cutáneo subescapular; PCBB: pliegue cutáneo bicipital braquial; PCSP: pliegue cutáneo suprailíaco; PCSE: pliegue cutáneo supraespinal; PCA: pliegue cutáneo abdominal; PCM: pliegue cutáneo del muslo; PCPM: pliegue cutáneo pierna medial. Los resultados se muestran como M ± SD.

En la tabla 22, observamos los sumatorios (S2 y S4) de los pliegues cutáneos y los porcentajes de grasa corporal (GC), según Siri (1961) y Brozek et al. (1963), para toda la muestra y en los tres partidos disputados.

Tabla 22.

*Parámetros de composición corporal en los diferentes partidos disputados.*

<b>Variables</b>	<b>Total de la muestra</b>	<b>Partido 10'00 h</b>	<b>Partido 13'00 h</b>	<b>Partido 17'00 h</b>
<b>S2 (cm)</b>	18,61 ± 8,53	16,22 ± 7,27	21,20 ± 9,32	18,62 ± 8,99
<b>S4 (cm)</b>	35,10 ± 17,98	30,18 ± 14,45	39,40 ± 18,55	36,14 ± 21,04
<b>% GC Siri</b>	21,19 ± 6,82	19,17 ± 6,18	23,41 ± 5,79	21,16 ± 8,20
<b>% GC Brozek</b>	20,82 ± 6,29	18,95 ± 5,71	22,88 ± 5,34	20,79 ± 7,58

S2: sumatorio dos pliegues (tricipital + subescapular); S4: sumatorio 4 pliegues (tricipital + subescapular + bicipital + suprailíaco); % GC Siri: % de grasa corporal según Siri; % GC Brozek: % de grasa corporal según Brozek et al. Los resultados se muestran como M ± SD.

#### 4.1.3. Diámetros óseos y perímetros corporales

La información descriptiva sobre diámetros óseos y perímetros corporales del total de la muestra y de los participantes en cada uno de los partidos, la encontramos en la tabla 23. Los resultados se hallaban dentro de los rangos normales de crecimiento para la edad y sexo de los participantes.

Tabla 23.

*Diámetros óseos y perímetros corporales.*

<b>Variables</b>	<b>Total de la muestra</b>	<b>Partido 10:00 h</b>	<b>Partido 13:00 h</b>	<b>Partido 17:00 h</b>
DBH (cm)	5,46 ± 0,36	5,32 ± 0,32	5,49 ± 0,39	5,60 ± 0,36
DM (cm)	4,35 ± 0,32	4,27 ± 0,26	4,36 ± 0,38	4,41 ± 0,32
DBF (cm)	8,36 ± 0,60	8,21 ± 0,52	8,41 ± 0,69	8,46 ± 0,60
PBR (cm)	19,67 ± 2,43	18,92 ± 1,94	20,30 ± 2,64	19,86 ± 2,67
PBCF (cm)	21,09 ± 2,37	20,42 ± 1,77	21,51 ± 2,87	21,39 ± 2,46
PPM (cm)	27,33 ± 3,01	27,22 ± 1,61	27,78 ± 2,94	26,98 ± 4,24
PM (cm)	13,05 ± 0,92	12,96 ± 0,68	13,16 ± 0,91	13,08 ± 1,21
PML (cm)	40,48 ± 4,41	39,79 ± 3,22	41,17 ± 4,67	40,54 ± 5,45
PMNC (cm)	61,46 ± 6,05	59,12 ± 4,37	61,73 ± 7,24	63,71 ± 5,96
PAU (cm)	64,37 ± 7,07	62,03 ± 4,94	64,86 ± 9,00	66,43 ± 6,75
PCMX (cm)	70,64 ± 6,56	68,61 ± 4,26	70,83 ± 7,05	72,66 ± 7,93

DBH: diámetro biepicondíleo del húmero; DM: diámetro de la muñeca; DBF: diámetro biepicondíleo del fémur; PBR: perímetro del brazo relajado; PBCF: perímetro del brazo contraído y flexionado; PPM: perímetro de la pierna medial; PM: perímetro de la muñeca; PML: perímetro del muslo; PMNC: perímetro mínimo de cintura; PAU: perímetro abdominal umbilical; PMXC: perímetro máximo de cintura. Los resultados se muestran como M ± SD.

#### 4.1.4. Somatotipo

Los resultados descriptivos pertenecientes al somatotipo (endomórfico, mesomórfico y ectomórfico) del total de la muestra de estudio y de los participantes en cada uno de los partidos analizados (tabla 24), muestran que éstos se encontraban dentro de los rangos normales de crecimiento para su edad y sexo.

Tabla 24.

*Valores descriptivos de los componentes del somatotipo.*

<b>Variables</b>	<b>Total de la muestra</b>	<b>Partido 10:00 h</b>	<b>Partido 13:00 h</b>	<b>Partido 17:00 h</b>
END	3,28 ± 1,52	2,85 ± 1,41	3,79 ± 1,58	3,22 ± 1,57
MES	4,77 ± 0,88	4,56 ± 0,54	5,02 ± 1,08	4,75 ± 0,96
ECT	2,46 ± 1,13	2,73 ± 0,83	2,21 ± 1,23	2,41 ± 1,35
CSX	-0,82 ± 2,50	-0,13 ± 2,06	-1,58 ± 2,68	-0,80 ± 2,77
CSY	3,81 ± 2,01	3,55 ± 1 67	4,05 ± 2,55	3,86 ± 1,90

END: endomórfico; MES: mesomórfico; ECT: ectomórfico; CSX: coordenada somatocarta valor de x; CSY: coordenada somatocarta valor de y. Los resultados se muestran como M ± SD.

## 4.2. ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

En el presente apartado se muestran los resultados de las pruebas de normalidad por Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk de las diferentes variables que van a ser objeto de estudio y comparación. En aquellas variables que se obtenga un resultado significativo serán evaluadas por pruebas no paramétricas, y en las que no se hallen diferencias por pruebas paramétricas.

### 4.2.1. Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal

#### *Atendiendo al total de los participantes*

En la tabla 25, se muestran los resultados de las pruebas de normalidad de las distintas variables derivadas de la pérdida de PC (PC perdido, % PC perdido y TS), del total de los participantes, en las que podemos observar la escasa significatividad, excepto sobre la variable Tasa de Sudoración.

Tabla 25.

*Pruebas de normalidad de las diferentes variables de derivadas de la pérdida de peso corporal del total de los participantes.*

Todos Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido (kg)	0,133	34	0,131	0,967	34	0,389
% PC perdido	0,134	34	0,128	0,956	34	0,185
TS (L/h)	0,150	34	0,052	0,857	34	<b>0,000</b>

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

### *Atendiendo a los participantes por partido analizado*

Los resultados de las pruebas de normalidad de las distintas variables derivadas de la pérdida de PC de los participantes en cada uno de los partidos (tablas 26, 27 y 28), muestran, distribución no normal en la TS, y en % de PC perdido en los partidos de las 13:00 y las 17:00 horas.

Tabla 26.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal y la tasa de sudoración de los participantes del partido de las 10:00 horas.*

Partido 10:00h. Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido (kg)	0,167	12	0,200	0,903	12	0,172
% PC perdido	0,179	12	0,200	0,908	12	0,200
TS (L/h)	0,210	12	0,152	0,845	12	<b>0,032</b>

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

Tabla 27.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal y la tasa de sudoración de los participantes del partido de las 13:00 horas.*

Partido 13:00h. Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido (kg)	0,231	11	0,103	0,900	11	0,187
% PC perdido	0,280	11	<b>0,016</b>	0,775	11	<b>0,004</b>
TS (L/h)	0,259	11	<b>0,038</b>	0,780	11	<b>0,005</b>

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

Tabla 28.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal y la tasa de sudoración de los participantes del partido de las 17:00 horas.*

Partido 17:00h. Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido (kg)	0,273	11	<b>0,022</b>	0,887	11	0,128
% PC perdido	0,232	11	0,100	0,870	11	0,077
TS (L/h)	0,303	11	<b>0,006</b>	0,705	11	<b>0,001</b>

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

#### 4.2.2. Pruebas de normalidad de las variables urinarias, peso y temperatura corporal

##### *Atendiendo al total de los participantes*

Los datos referentes a las pruebas de normalidad de las distintas variables de orina estudiadas (pH, USG, Na<sup>+</sup>, Uosm), el PC y la T<sup>a</sup>C, del total de los participantes, se observan en la tabla 29.

Destaca el hecho de que, en general, existe una distribución no normal en casi todas las variables urinarias. Solamente el PC antes y después de los partidos, y la T<sup>a</sup>C después de los partidos presentaron distribución normal.

Tabla 29.

*Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso y temperatura corporal, del total de los participantes.*

Todos Variables		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,24	34	<b>&lt;0,001</b>	0,83	34	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,30	34	<b>&lt;0,001</b>	0,81	34	<b>&lt;0,001</b>
USG	Antes	0,35	34	<b>&lt;0,001</b>	0,78	34	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,27	34	<b>&lt;0,001</b>	0,82	34	<b>&lt;0,001</b>
Na <sup>+</sup>	Antes	0,26	34	<b>&lt;0,001</b>	0,80	34	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,13	34	0,152	0,92	34	<b>0,022</b>
Uosm	Antes	0,24	34	<b>&lt;0,001</b>	0,70	34	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,13	34	0,117	0,90	34	<b>0,006</b>
PC	Antes	0,13	34	0,152	0,95	34	0,120
	Después	0,15	34	<b>0,038</b>	0,95	34	0,178
T <sup>a</sup> C	Antes	0,18	34	<b>0,006</b>	0,93	34	<b>0,029</b>
	Después	0,11	34	0,200	0,95	34	0,128

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

**Atendiendo a los participantes por partido analizado**

En el partido de las 10:00 horas, el pH y la USG mostraron una distribución no normal; el resto de parámetros estudiados presentan distribución normal. En el de las 13:00 horas, las variables que presentaron una distribución no normal fueron la USG y la Uosm. Con respecto al partido de las 17:00 horas es relevante, pues todas las variables urinarias antes y después del partido mostraron una distribución no normal a excepción de la T<sup>a</sup>C.

En las tablas 30, 31 y 32, se observan los resultados referentes a las pruebas de normalidad de las distintas variables de orina estudiadas (pH, USG, Na<sup>+</sup> y Uosm), el PC y T<sup>a</sup>C, de los participantes en cada uno de los partidos disputados (10:00 h, 13:00 h y 17:00 h), respectivamente.

Tabla 30.

*Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso y temperatura corporal de los participantes en el partido de las 10:00 horas.*

Partido 10:00 h		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Variables		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,33	12	<0,001	0,78	12	<b>0,006</b>
	Después	0,41	12	<0,001	0,71	12	<0,001
USG	Antes	0,36	12	<0,001	0,75	12	<b>0,003</b>
	Después	0,31	12	<b>0,003</b>	0,84	12	<b>0,028</b>
Na <sup>+</sup>	Antes	0,24	12	0,060	0,88	12	0,082
	Después	0,17	12	0,200	0,91	12	0,189
Uosm	Antes	0,21	12	0,153	0,91	12	0,190
	Después	0,21	12	0,149	0,87	12	0,075
PC	Antes	0,17	12	0,200	0,96	12	0,788
	Después	0,14	12	0,200	0,97	12	0,938
T <sup>a</sup> C	Antes	0,17	12	0,200	0,93	12	0,417
	Después	0,25	12	0,036	0,89	12	0,117

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

Tabla 31.

*Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso y temperatura corporal de los participantes en el partido de las 13:00 horas.*

Partido 13:00 h		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Variables		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,28	11	<b>0,015</b>	0,87	11	0,073
	Después	0,20	11	0,200	0,91	11	0,243
USG	Antes	0,25	11	<b>0,049</b>	0,80	11	<b>0,010</b>
	Después	0,19	11	0,200	0,94	11	0,480
Na <sup>+</sup>	Antes	0,23	11	0,111	0,87	11	0,071
	Después	0,19	11	0,200	0,91	11	0,266
Uosm	Antes	0,29	11	<b>0,011</b>	0,81	11	<b>0,012</b>
	Después	0,18	11	0,200	0,91	11	0,222
PC	Antes	0,17	11	0,200	0,94	11	0,560
	Después	0,19	11	0,200	0,94	11	0,578
T <sup>a</sup> C	Antes	0,21	11	0,190	0,92	11	0,301
	Después	0,22	11	0,152	0,90	11	0,172

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

Tabla 32.

*Pruebas de normalidad de las diferentes variables de orina, peso y temperatura corporal de los participantes en el partido de las 17:00 horas*

Partido 17:00 h		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Variables		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,30	11	<b>0,006</b>	0,75	11	<b>0,002</b>
	Después	0,35	11	<b>&lt;0,001</b>	0,65	11	<b>&lt;0,001</b>
USG	Antes	0,41	11	<b>&lt;0,001</b>	0,67	11	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,38	11	<b>&lt;0,001</b>	0,70	11	<b>&lt;0,001</b>
Na <sup>+</sup>	Antes	0,43	11	<b>&lt;0,001</b>	0,45	11	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,38	11	<b>&lt;0,001</b>	0,56	11	<b>&lt;0,001</b>
Uosm	Antes	0,43	11	<b>&lt;0,001</b>	0,45	11	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,35	11	<b>0,001</b>	0,66	11	<b>&lt;0,001</b>
PC	Antes	0,15	11	0,200	0,97	11	<b>&lt;0,001</b>
	Después	0,18	11	0,200	0,96	11	0,777
T <sup>a</sup> C	Antes	0,17	11	0,200	0,92	11	0,339
	Después	0,14	11	0,200	0,96	11	0,833

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.



#### 4.2.3. Pruebas de normalidad de las variables derivadas de la pérdida del peso corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego

Las pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido, realizadas atendiendo a las demarcaciones ocupadas por los jugadores en el terreno de juego, arrojan los siguientes resultados: en los porteros. Las tres variables estudiadas presentan una distribución no normal en los porteros; por otro lado, en el resto de demarcaciones las variables presentan una distribución normal.

En las tablas 33, 34, 35 y 36, se observan los datos referentes a las pruebas de normalidad atendiendo a las demarcaciones ocupadas por los participantes de las variables derivadas del PC perdido (PC perdido, % PC perdido y TS).

Tabla 33.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido de los porteros.*

Porteros Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido	0,392	6	<b>0,004</b>	0,727	6	<b>0,012</b>
% PC perdido	0,320	6	0,054	0,775	6	<b>0,034</b>
TS	0,363	6	<b>0,013</b>	0,620	6	<b>0,001</b>

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

Tabla 34.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido de los defensas.*

Defensas Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido	0,266	4		0,904	4	0,449
% PC perdido	0,221	4		0,956	4	0,756
TS	0,266	4		0,870	4	0,299

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

Tabla 35.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido de los centrocampistas.*

Centrocampistas Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido	0,142	13	0,200	0,951	13	0,614
% PC perdido	0,196	13	0,186	0,925	13	0,292
TS	0,133	13	0,200	0,958	13	0,721

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

Tabla 36.

*Pruebas de normalidad de las variables derivadas del PC perdido de los delanteros.*

Delanteros Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
PC perdido	0,250	11	<b>0,043</b>	0,866	11	0,070
% PC perdido	0,281	11	<b>0,015</b>	0,861	11	0,070
TS	0,195	11	0,200	0,892	11	0,145

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración.

#### 4.2.4. Pruebas de normalidad de las variables de orina, peso y temperatura corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego

Los resultados de las pruebas de normalidad de las variables de orina, peso y temperatura corporal, realizadas atendiendo a las demarcaciones ocupadas por los jugadores en el terreno de juego, son los siguientes: en los porteros, las variables con no presentan una distribución normal son la USG y la Uosm; en los defensas se observa distribución normal en todas las variables; con respecto a los centrocampistas se muestra una distribución no normal en el pH, la USG, el Na<sup>+</sup> y la T<sup>a</sup>C; por último, en los delanteros, las variables que muestran una distribución no normal son el pH, la USG, la Uosm, y el PC.

En las tablas 37, 38, 39 y 40, se observan los datos referentes a las pruebas de normalidad de las variables de orina del total de los participantes, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego, respectivamente.

Tabla 37.

*Pruebas de normalidad de las variables de orina de los porteros.*

Porteros	Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,31	6	0,074	0,80	6	0,065
	Después	0,31	6	0,079	0,77	6	0,029
USG	Antes	0,41	6	<b>0,002</b>	0,64	6	<b>0,001</b>
	Después	0,30	6	0,100	0,85	6	0,161
Na <sup>+</sup>	Antes	0,20	6	0,200	0,93	6	0,572
	Después	0,21	6	0,200	0,94	6	0,632
Uosm	Antes	0,31	6	0,066	0,78	6	<b>0,041</b>
	Después	0,24	6	0,200	0,88	6	0,291
PC	Antes	0,16	6	0,200	0,95	6	0,717
	Después	0,22	6	0,200	0,92	6	0,498
T <sup>a</sup> C	Antes	0,17	6	0,200	0,94	6	0,667
	Después	0,21	6	0,200	0,94	6	0,629

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

Tabla 38.

*Pruebas de normalidad de las variables de orina de los defensas.*

Defensas	Variables	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,26	6		0,83	6	0,161
	Después	0,44	6		0,63	6	0,001
USG	Antes	-	6		-	6	
	Después	0,44	6		0,63	6	<b>0,001</b>
Na <sup>+</sup>	Antes	0,30	6		0,82	6	0,147
	Después	0,17	6		0,98	6	0,932
Uosm	Antes	0,19	6		0,99	6	0,964
	Después	0,29	6		0,91	6	0,475
PC	Antes	0,20	6		0,97	6	0,833
	Después	0,21	6		0,97	6	0,825
T <sup>a</sup> C	Antes	0,24	6		0,94	6	0,650
	Después	0,21	6		0,94	6	0,662

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

Tabla 39.

*Pruebas de normalidad de las variables de orina de los centrocampistas.*

Centrocampistas		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Variables		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,25	13	<b>0,023</b>	0,84	13	<b>0,023</b>
	Después	0,32	13	<b>0,001</b>	0,81	13	<b>0,009</b>
USG	Antes	0,35	13	<b>0,001</b>	0,82	13	<b>0,011</b>
	Después	0,24	13	<b>0,038</b>	0,80	13	<b>0,008</b>
Na <sup>+</sup>	Antes	0,24	13	<b>0,038</b>	0,86	13	<b>0,039</b>
	Después	0,19	13	0,200	0,87	13	0,062
Uosm	Antes	0,18	13	<b>0,020</b>	0,87	13	0,061
	Después	0,20	13	0,176	0,88	13	0,068
PC	Antes	0,18	13	0,200	0,92	13	0,249
	Después	0,17	13	0,200	0,93	13	0,320
T <sup>a</sup> C	Antes	0,22	13	0,098	0,81	13	<b>0,009</b>
	Después	0,16	13	0,200	0,95	13	0,579

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

Tabla 40.

*Pruebas de normalidad de las variables de orina de los delanteros.*

Delanteros		Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Variables		estadístico	gl	Sig.	estadístico	gl	Sig.
pH	Antes	0,23	11	0,117	0,87	11	0,090
	Después	0,32	11	<b>0,003</b>	0,75	11	<b>0,002</b>
USG	Antes	0,28	11	<b>0,014</b>	0,88	11	0,110
	Después	0,21	11	0,178	0,85	11	<b>0,040</b>
Na <sup>+</sup>	Antes	0,19	11	0,200	0,90	11	0,163
	Después	0,13	11	0,200	0,95	11	0,620
Uosm	Antes	0,32	11	<b>0,002</b>	0,79	11	<b>0,008</b>
	Después	0,16	11	0,200	0,93	11	0,385
PC	Antes	0,23	11	0,110	0,87	11	0,079
	Después	0,26	11	<b>0,041</b>	0,87	11	0,089
T <sup>a</sup> C	Antes	0,19	11	0,200	0,97	11	0,062
	Después	0,19	11	0,200	0,88	11	0,119

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

### 4.3. ANÁLISIS COMPARATIVOS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

#### 4.3.1. Variables derivadas de la pérdida de peso corporal

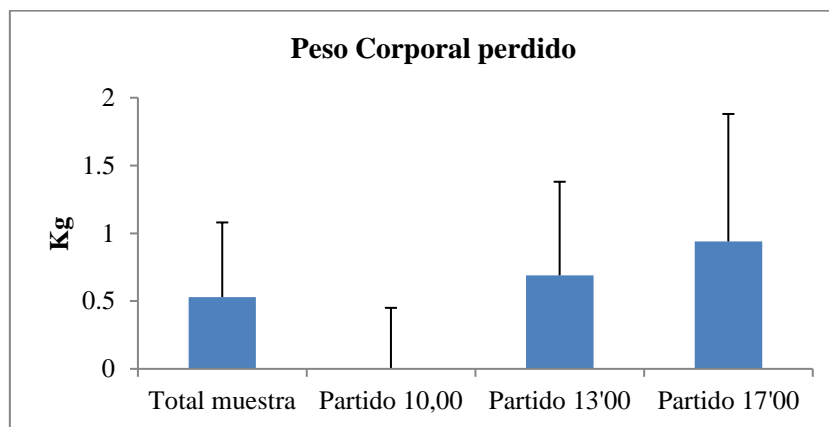
En la tabla 41 se observan los resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC, (PC perdido, % de PC perdido y TS), de todos los participantes y de cada uno de los partidos, al finalizar la competición. Estos resultados determinan que la participación en los partidos de fútbol-7 ha generado un determinado nivel de deshidratación. En el partido de las 10:00 horas, los resultados indican que no se produjo deshidratación alguna, frente a los otros dos en los que sí la hubo, debido a que las modificaciones de los resultados son prácticamente nulas. Por otro lado, en el partido de las 13:00 horas, los resultados indican un nivel de deshidratación considerable, y en el de las 17:00 horas los datos señalan haber alcanzado una deshidratación mayor aún.

Tabla 41.

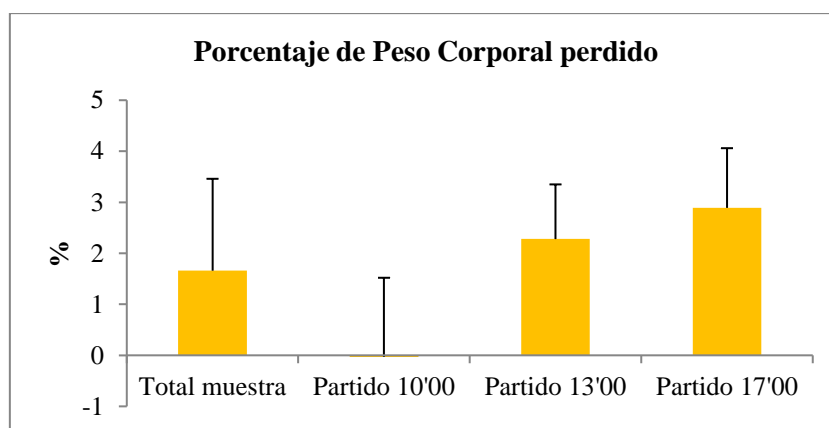
*Valores descriptivos de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal del total de los participantes y de cada uno de los partidos disputados.*

<b>Variables</b>	<b>Total de participantes</b>	<b>Partido 10:00 h</b>	<b>Partido 13:00 h</b>	<b>Partido 17:00 h</b>
PC perdido (Kg)	0,53 ± 0,55	0,00 ± 0,45	0,69 ± 0,25	0,94 ± 0,39
% PC perdido	1,66 ± 1,80	-0,03 ± 1,55	2,28 ± 1,07	2,89 ± 1,17
TS (L/h)	0,68 ± 0,91	-0,03 ± 0,72	0,83 ± 0,38	1,29 ± 1,00

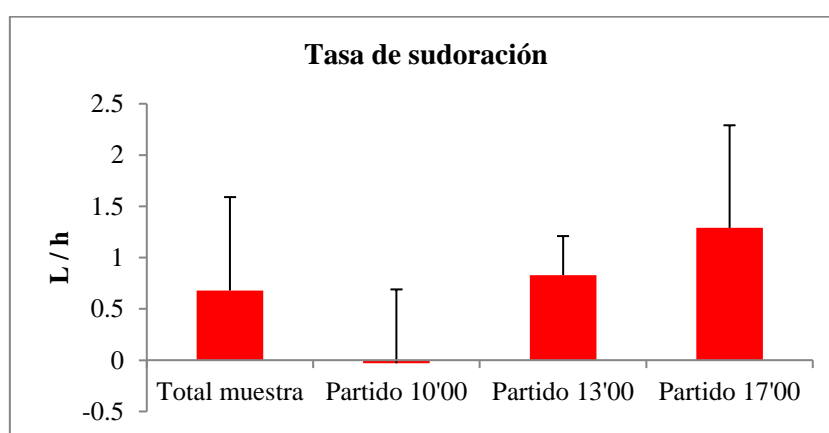
PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración. Los resultados se muestran como M ± SD.



**Figura 4.** Gráfico del PC perdido del total de los participantes y de cada partido



**Figura 5.** Gráfico del porcentaje de PC perdido del total de los participantes y de cada partido



**Figura 6.** Gráfico de la TS del total de los participantes y de cada partido

#### 4.3.2. Variables urinarias (pH, USG, Na<sup>+</sup> y Uosm), del peso y la temperatura corporal

##### *Atendiendo al total de los participantes*

En la tabla 42 se aprecian los resultados de las variables urinarias, del peso y la temperatura corporal de todos los participantes al comparar los niveles antes y después de los partidos. En general, hay que anotar que los niveles de inicio por parte de los participantes se situaron dentro de los rangos normales establecidos, partiendo de un estado euhidratado. Asimismo, los resultados de nuestro estudio indican un incremento significativo en todos los marcadores urinarios analizados. Asimismo, se observa descenso del PC aunque no hay cambios con respecto a la T<sup>a</sup>C. Por variables, encontramos que los niveles de pH recogidos antes y después de los partidos indican un incremento tras los partidos, aunque siempre dentro de los valores normales establecidos por Gerber y Brendler (2011). Los resultados de USG también marcan un

incremento a la finalización del encuentro, siendo  $< 1,020$  g/L, indicándose un proceso activo hacia la deshidratación pero no alcanzado. El incremento en los resultados de excreción de  $\text{Na}^+$  presenta un incremento tras los partidos. Asimismo, el registro de resultados de Uosm, tanto antes como después de los partidos, se enmarcan dentro del estado euhidratado, aunque, al igual que la USG, en proceso hacia la deshidratación.

Tabla 42.

*Resultados de las variables urinarias, del peso y la temperatura corporal de todos los participantes al comparar los niveles antes y después de los partidos.*

<b>Variab</b> les	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>P</b>
pH	5,85 $\pm$ 0,70	6,31 $\pm$ 0,66	<b>0,003</b>
USG (g/L)	1,006 $\pm$ 0,004	1,011 $\pm$ 0,007	<b>&lt;0,001</b>
$\text{Na}^+$ (mmol/L)	40,50 $\pm$ 33,86	88,23 $\pm$ 63,80	<b>&lt;0,001</b>
Uosm (mOsm/kg)	201,42 $\pm$ 187,49	404,73 $\pm$ 284,31	<b>&lt;0,001</b>
PC (kg)	31,40 $\pm$ 6,29	30,88 $\pm$ 6,16	<b>&lt;0,001</b>
T <sup>a</sup> C (°C)	36,90 $\pm$ 0,42	36,74 $\pm$ 0,41	0,066

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina;  $\text{Na}^+$ : sodio de la orina; Uosm.: osmolalidad de la orina; PCkg.: peso corporal en kg.; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal. Los resultados se muestran como M  $\pm$  SD.

### ***Atendiendo a los participantes por partido analizado***

En la tabla 43 se observan los resultados de las variables urinarias se encuadran dentro de los valores normales, tanto antes como después de los encuentros, mostrando incrementos significativos en  $\text{Na}^+$  y Uosm en todos los partidos. Destacan los descensos del PC en los dos últimos partidos. En todos los encuentros los participantes parten de un estado euhidratado.

Analizando por marcadores, encontramos que el pH está incrementado significativamente tras la disputa del partido de las 13:00 horas. Con respecto a la USG, los resultados muestran un incremento significativo tras los encuentros de las 10:00 y 13:00 horas, no hallándose diferencia en el de las 17:00 horas. En relación al  $\text{Na}^+$  y la Uosm, los resultados muestran un incremento significativo en todos los partidos al compararlos con los niveles basales.

En relación al PC, los valores obtenidos muestran un descenso tras la disputa de los partidos de las 13:00 y las 17:00 horas, no hallándose cambios a las 10:00 horas.

Finalmente, al hablar de T<sup>a</sup>C los partidos de las 10:00 y las 17:00 horas mostraron un descenso y el partido de las 13:00 horas un incremento al compararlo con el estadio basal.

Tabla 43.

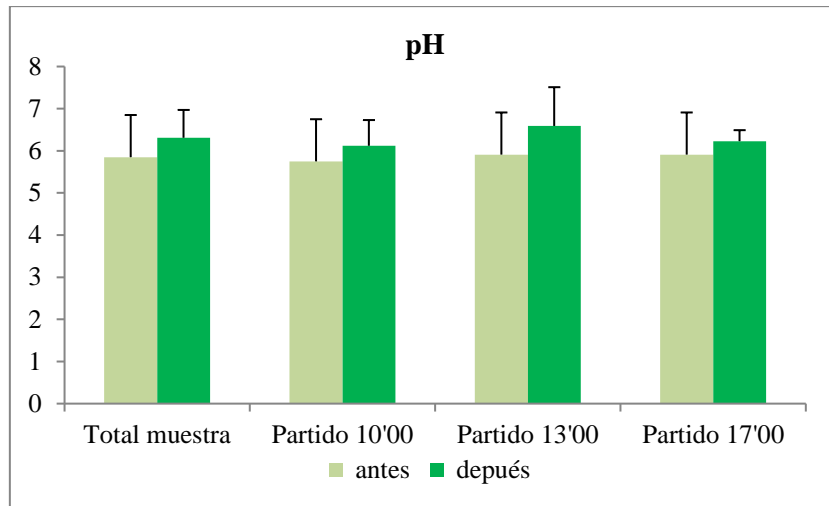
*Resultados de las variables urinarias, del PC (kg) y la T<sup>a</sup>C de todos los participantes al comparar los niveles antes y después de cada partido.*

Variables	Hora	Antes	Después	P
pH	10'00	5,75 ± 0,58	6,12 ± 0,61	0,058
	13'00	5,91 ± 0,66	6,59 ± 0,92	<b>0,044</b>
	17'00	5,91 ± 0,89	6,23 ± 0,26	0,236
USG (g/L)	10'00	1,006 ± 0,002	1,013 ± 0,008	<b>0,007</b>
	13'00	1,009 ± 0,004	1,015 ± 0,008	<b>0,044</b>
	17'00	1,005 ± 0,004	1,007 ± 0,003	0,059
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	10'00	36,89 ± 18,48	82,90 ± 37,39	<b>0,001</b>
	13'00	61,13 ± 39,82	145,83 ± 57,77	<b>0,001</b>
	17'00	23,83 ± 32,16	36,44 ± 43,85	<b>0,003</b>
Uosm (mOsm/kg)	10'00	154,99 ± 47,95	394,66 ± 197,92	<b>0,002</b>
	13'00	341,06 ± 253,86	643,68 ± 277,63	<b>0,004</b>
	17'00	112,44 ± 127,63	176,77 ± 162,73	<b>0,003</b>
PC (kg)	10'00	29,76 ± 4,32	29,76 ± 4,24	1,000
	13'00	31,74 ± 7,31	31,05 ± 7,31	<b>&lt;0,001</b>
	17'00	32,85 ± 7,11	31,92 ± 7,01	<b>&lt;0,001</b>
T <sup>a</sup> C (°C)	10'00	36,97 ± 0,47	36,60 ± 0,47	<b>0,034</b>
	13'00	36,67 ± 0,26	36,93 ± 0,24	<b>0,028</b>
	17'00	37,04 ± 0,43	36,71 ± 0,45	<b>0,002</b>

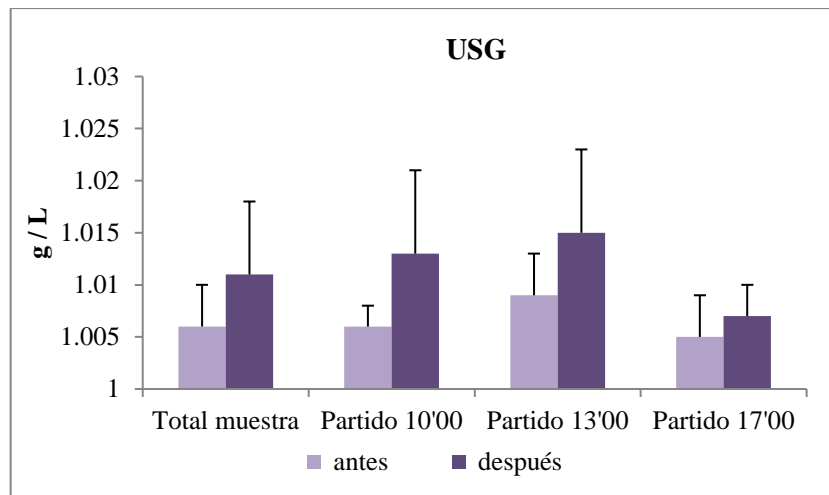
pH: ph de la orina; USG: densidad de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PCkg.: peso corporal en kg.; T<sup>a</sup>C: temperatura corporal.

Los resultados se muestran como M ± SD.

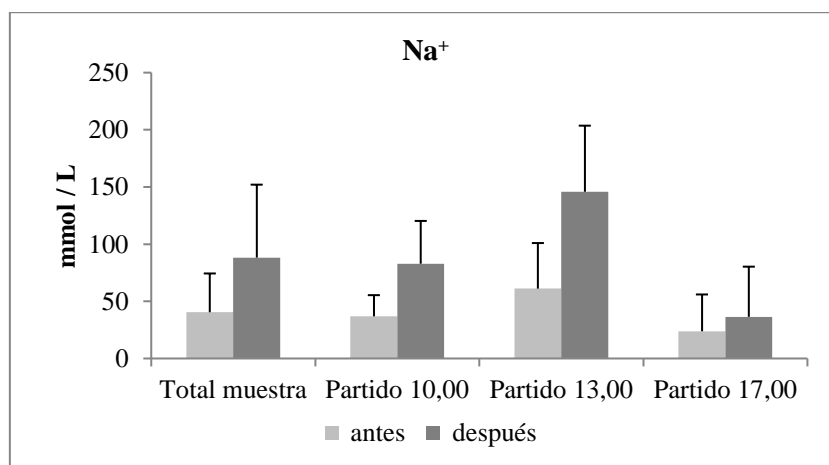




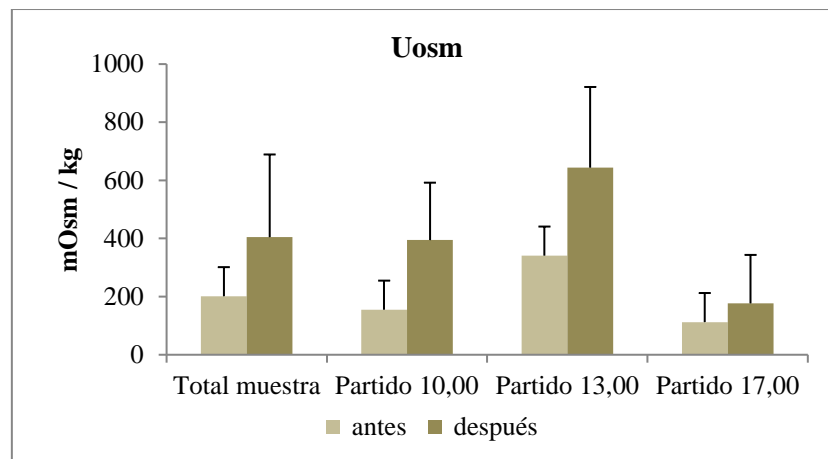
**Figura 7.** Gráfico del pH antes y después del total de la muestra y de cada partido.



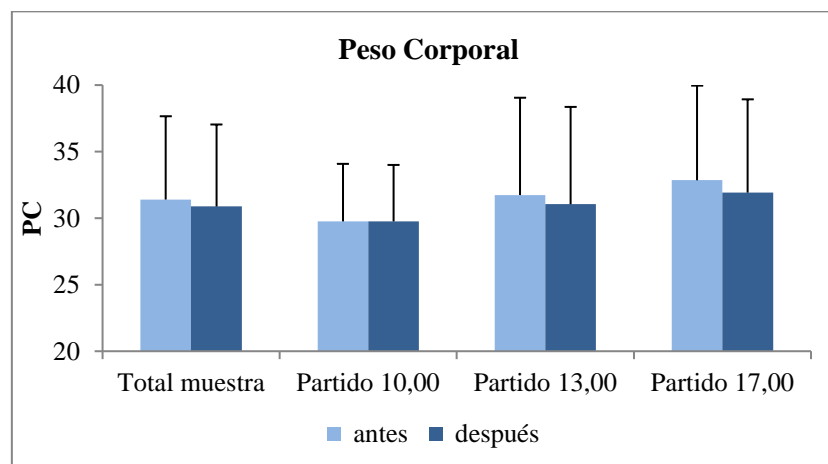
**Figura 8.** Gráfico del USG antes y después del total de la muestra y de cada partido.



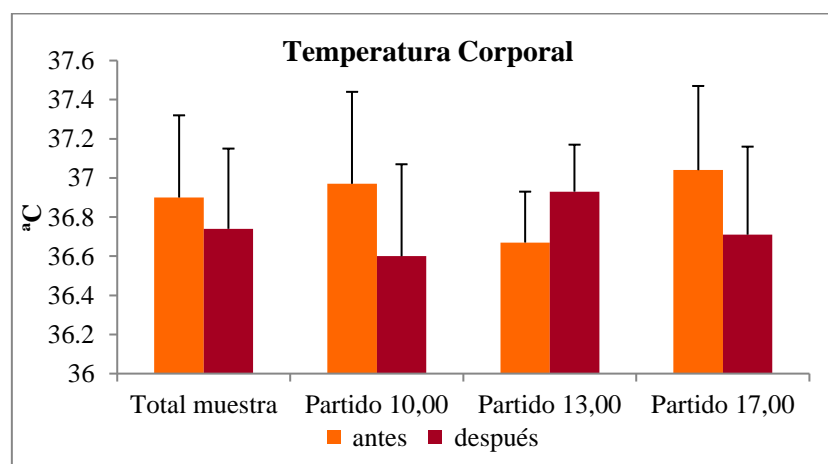
**Figura 9.** Gráfico del sodio antes y después del total de la muestra y de cada partido.



**Figura 10.** Gráfico del Uosm antes y después del total de la muestra y de cada partido.



**Figura 11.** Gráfico del PC antes y después del total de la muestra y de cada partido.



**Figura 12.** Gráfico del T°C antes y después del total de la muestra y de cada partido.

#### 4.3.3. Variables derivadas de la pérdida de peso corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego

Una vez revisados y analizados los resultados de las variables que hemos utilizado para medir el estado de hidratación de los participantes en nuestro estudio, atendiendo al total de los participantes y por partidos, pasamos a realizar el mismo proceso desde la perspectiva de las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.

Previamente al estudio de las diferentes variables, reseñaremos que no hubo diferencias significativas en cuanto al tiempo de participación al comparar entre si las demarcaciones ocupadas por los jugadores, a excepción de la existente entre los centrocampistas y los delanteros donde observamos mayor tiempo de participación por parte de los centrocampistas (tabla 44).

Tabla 44.

*Resultados al comparar el tiempo de participación de las distintas demarcaciones del conjunto de participantes.*

(I) demarcación ocupada	(J) demarcación ocupada	Diferencia entre las medias (I-J)	Std. Error	P
portero	defensa	-13,333	10,386	1,000
	centrocampista	-15,872	7,941	0,329
	delantero	6,394	8,166	1,000
defensa	portero	13,333	10,386	1,000
	centrocampista	-2,538	9,200	1,000
	delantero	19,727	9,395	0,266
centrocampista	portero	15,872	7,941	0,329
	defensa	2,538	9,200	1,000
	delantero	22,266	6,592	<b>0,012</b>
delantero	portero	-6,394	8,166	1,000
	defensa	-19,727	9,395	0,266
	centrocampista	-22,266	6,592	<b>0,012</b>

***Atendiendo al total de los participantes***

En principio, en la tabla 45, presentamos los resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC (PC perdido, % PC perdido y TS), del total de los participantes distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego. No se observaron diferencias entre las distintas posiciones ocupadas con respecto al PC perdido, % PC perdido y la TS.

Tabla 45.

*Resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC del total de los participantes, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.*

<b>Variables</b>	<b>Porteros</b>	<b>Defensas</b>	<b>Centrocampistas</b>	<b>Delanteros</b>
PC perdido (Kg)	0,85 ± 0,58	0,52 ± 0,65	0,51 ± 0,39	0,36 ± 0,64
% PC perdido	2,52 ± 1,67	1,87 ± 2,45	1,57 ± 1,24	1,23 ± 2,23
TS (L/h)	1,30 ± 1,38	0,42 ± 0,59	0,54 ± 0,44	0,59 ± 1,08

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración. Los resultados se muestran como M ± SD.

***Atendiendo a los participantes por partido analizado***

A continuación, en la tabla 46, 47 y 48, los resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC (PC perdido, % PC perdido y tasa de sudoración), de los participantes de cada uno de los partidos analizados, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.

Tabla 46.

*Resultados de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal de los participantes del partido de las 10:00 horas, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.*

<b>Variables</b>	<b>Porteros</b>	<b>Defensas</b>	<b>Centrocampistas</b>	<b>Delanteros</b>
PC perdido (Kg)	0,50 ± 0,00	0,00 ± 0,42	0,10 ± 0,18	-0,50 ± 0,58
% PC perdido	1,59 ± 0,37	-0,10 ± 1,32	0,36 ± 0,66	-1,72 ± 2,03
TS (L/h)	0,66 ± 0,00	0,00 ± 0,56	0,14 ± 0,2	-0,80 ± 1,04

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración. Los resultados se muestran como M ± SD.

Tabla 47.

Resultados de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal de los participantes del partido de las 13:00 horas, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.

Variables	Porteros	Defensas	Centrocampistas	Delanteros
PC perdido (Kg)	0,45 ± 0,07	1,00	0,70 ± 0,20	0,72 ± 0,29
% PC perdido	1,42 ± 0,00	4,40	1,92 ± 0,29	2,43 ± 1,10
TS (L/h)	0,60 ± 0,09	0,80	0,59 ± 0,11	1,07 ± 0,46

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración. Los resultados se muestran como M ± SD.

Tabla 48.

Resultados de las variables derivadas de la pérdida de peso corporal de los participantes del partido de las 17:00 horas, distinguiendo las demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.

Variables	Porteros	Defensas	Centrocampistas	Delanteros
PC perdido (Kg)	1,60 ± 0,14	1,10	0,82 ± 0,23	0,60 ± 0,15
% PC perdido	4,54 ± 1,33	3,30	2,57 ± 0,97	2,18 ± 0,50
TS (L/h)	2,64 ± 2,04	0,88	0,92 ± 0,35	1,17 ± 1,00

PC perdido: peso corporal perdido durante toda la actividad; % PC: porcentaje de peso perdido; TS: tasa de sudoración. Los resultados se muestran como M ± SD.

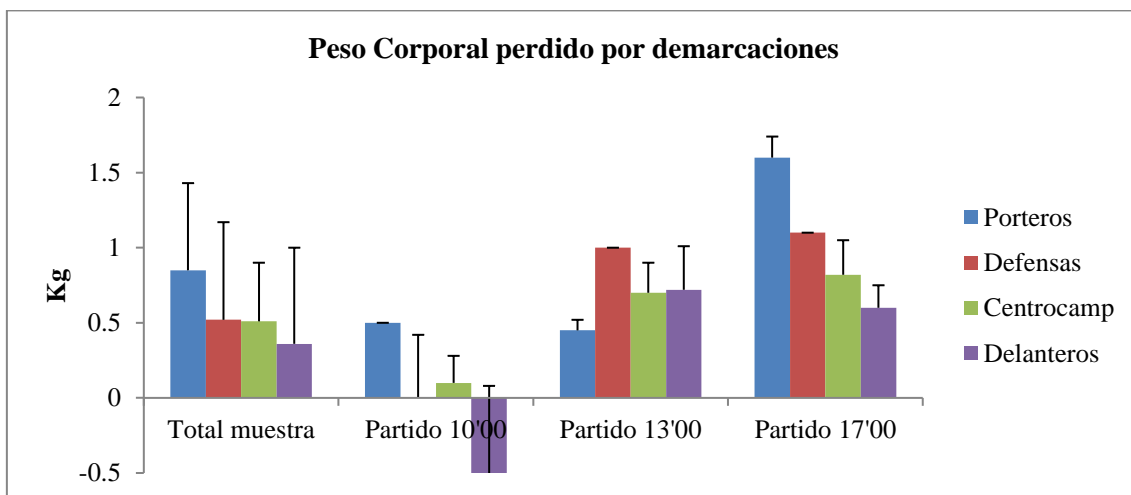
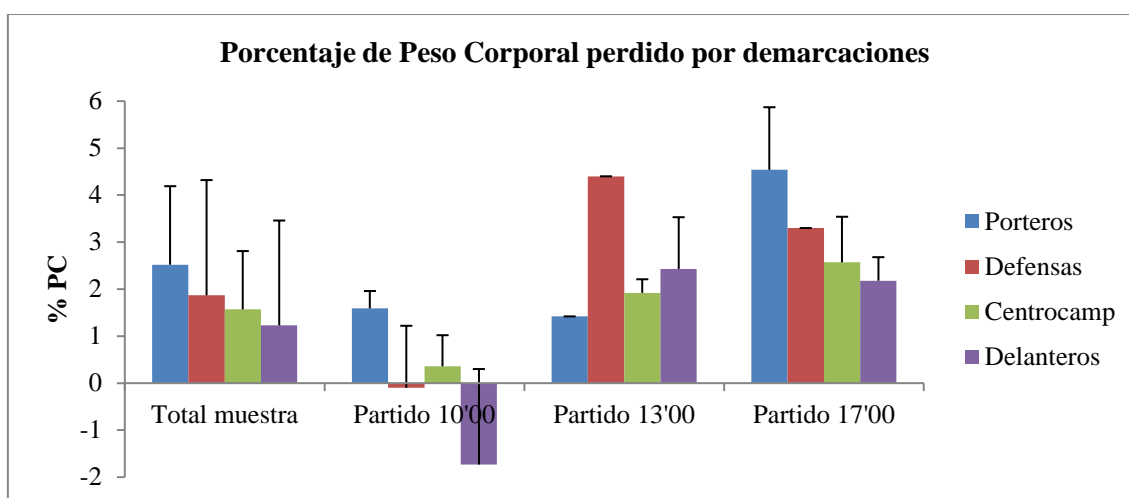
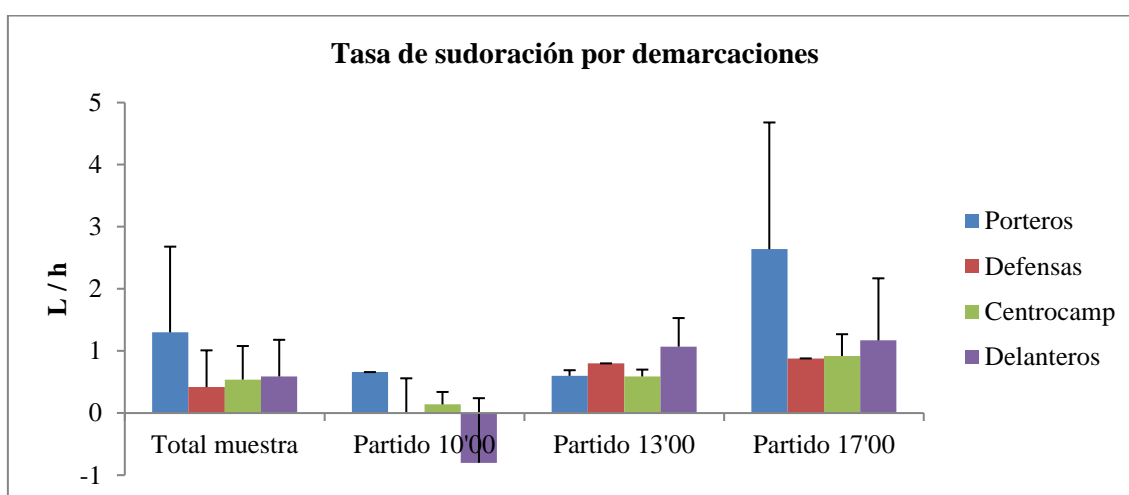


Figura 13. Gráfico del PC perdido por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido



**Figura 14.** Gráfico del % PC perdido por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido



**Figura 15.** Gráfico del TS por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido

**4.3.4. Variables urinarias (ph, densidad, sodio y osmolalidad), peso corporal y temperatura corporal, por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego.**

*Atendiendo al total de los participantes*

Los resultados de los porteros, tanto antes como después, se encuentran dentro de los valores normales, hallándose incrementos en todas las variables urinarias, siendo de carácter significativo el pH, el Na<sup>+</sup> y el PC, aunque la Uosm casi lo alcanza (tabla 49). Igualmente, los resultados de los defensas, tanto antes como después de los partidos, se encuentran dentro de los valores normales, hallándose incrementos en todas las variables, pero ninguno con carácter significativo (tabla 50). Todos los resultados de los centrocampistas, antes y después del partido se encuentran dentro de los valores normales, mostrando incrementos en todas las variables salvo en el caso del pH (tabla 51). En el caso de los delanteros, antes y después de los partidos disputados, se hallan dentro de los valores normales, pero solamente la USG, el Na<sup>+</sup> y la Uosm mostraron incrementos (tabla 52).

En general, los resultados de las variables urinarias y el peso de todos los participantes antes y después de los partidos, arrojan escasas diferencias entre las distintas demarcaciones, manteniéndose siempre dentro de los valores normales, pero indicando actividad en el proceso de deshidratación. Frente a los defensas, en los que no diferencias en los incrementos de los valores urinarios y descenso en el PC, las demás demarcaciones registran resultados con significatividad en distintos marcadores, pero resalta el mayor grado que se presenta en los centrocampistas.

Tabla 49.

*Resultados de las variables urinarias, del PC y la T<sup>o</sup>C de todos los porteros al comparar los niveles antes y después de los partidos.*

<b>Porteros Variables</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>P</b>
pH	5,58 ± 0,66	6,67 ± 0,75	<b>0,041</b>
USG (g/L)	1,007 ± 0,002	1,013 ± 0,010	0,082
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	50,8 ± 38,54	96,88 ± 72,72	<b>0,025</b>
Uosm (mOsm/kg)	205,34 ± 186,75	398,62 ± 393,67	0,054
PC (kg)	33,45 ± 5,75	32,60 ± 5,57	<b>0,016</b>
T <sup>o</sup> C	36,78 ± 0,32	36,75 ± 0,45	0,819

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm.: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>o</sup>C: temperatura corporal. Los resultados se muestran como M ± SD.

Tabla 50.

*Resultados de las variables urinarias, del PC y la T<sup>o</sup>C de todos los defensas al comparar los niveles antes y después de los partidos.*

<b>Defensas Variables</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>P</b>
pH	6,00 ± 0,71	6,12 ± 0,25	0,809
USG (g/L)	1,005 ± 0,000	1,009 ± 0,007	0,391
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	26,42 ± 4,53	71,77 ± 46,17	0,145
Uosm (mOsm/kg)	112,95 ± 19,27	414,24 ± 268,66	0,110
PC (kg)	30,30 ± 5,83	29,77 ± 5,98	0,207
T <sup>o</sup> C	36,47 ± 0,27	36,55 ± 0,48	0,803

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm.: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>o</sup>C: temperatura corporal.

Los resultados se muestran como M ± SD

Tabla 51.

*Resultados de las variables urinarias, del PC y la T<sup>o</sup>C de todos los centrocampistas al comparar los niveles antes y después de los partidos.*

<b>Centrocampistas Variables</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>P</b>
pH	5,81 ± 0,72	6,04 ± 0,63	0,307
USG (g/L)	1,006 ± 0,004	1,011 ± 0,006	<b>0,004</b>
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	24,47 ± 13,90	71,88 ± 58,54	<b>0,004</b>
Uosm (mOsm/kg)	147,61 ± 83,92	350,89 ± 226,76	<b>0,002</b>
PC (kg)	32,38 ± 5,84	31,86 ± 5,70	<b>0,000</b>
T <sup>o</sup> C	37,19 ± 0,42	36,84 ± 0,31	<b>0,009</b>

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm.: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>o</sup>C: temperatura corporal.

Los resultados se muestran como M ± SD

Tabla 52.

*Resultados de las variables urinarias, del PC y la T<sup>o</sup>C de todos los delanteros al comparar los niveles antes y después de los partidos.*

<b>Delanteros Variables</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>	<b>P</b>
pH	6,00 ± 0,74	6,50 ± 0,57	0,076
USG (g/L)	1,007 ± 0,006	1,013 ± 0,008	<b>0,014</b>
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	59,19 ± 44,13	108,82 ± 71,19	<b>0,024</b>
Uosm (mOsm/kg)	295,05 ± 271,03	468,25 ± 329,97	<b>0,045</b>
PC (kg)	29,54 ± 7,40	29,17 ± 7,29	0,089
T <sup>o</sup> C	36,77 ± 0,30	36,69 ± 0,50	0,651

pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm.: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal; T<sup>o</sup>C: temperatura corporal.

Los resultados se muestran como M ± SD



***Atendiendo a los participantes en cada uno de los partidos***

En el partido de las 10:00 horas, se registran valores normales, con incrementos en todas las variables urinarias y decrementos en el PC, en todas las demarcaciones, excepto en el pH de defensas y centrocampistas, existiendo diferencias tan sólo en el Na<sup>+</sup> y la Uosm de los centrocampistas y en el pH de los delanteros presentando un incremento tras la finalización del partido (tabla 53).

En el partido de las 13:00 horas, se registran valores normales, con incrementos en todas las variables urinarias y descensos en el peso en todas las demarcaciones, aunque con carácter significativo tan sólo en el Na<sup>+</sup> de los porteros y delanteros y el PC de los centrocampistas y delanteros. Resaltan los valores después del partido por encima de 700 mOsm/kg de la Uosm de porteros y delanteros, así como los  $1,017 \pm 0,010$  g/L de la USG de éstos últimos (tabla 54).

En el partido de las 17:00 horas, se registran valores normales, con incrementos en todas las variables urinarias y decrementos en el peso en todas las demarcaciones tras el partido, aunque con carácter significativo tan sólo en el PC de los porteros y centrocampistas, y el Na<sup>+</sup>, la Uosm de los centrocampistas. Destacan en todas las demarcaciones los bajos niveles de Na<sup>+</sup> y sus escasos incrementos, así como la Uosm baja en porteros, defensas y centrocampistas (tabla 55).

En general, en el análisis por partidos atendiendo a las distintas demarcaciones ocupadas en el terreno de juego, encontramos escasas diferencias entre ellas en los distintos partidos, prevaleciendo ligeramente los incrementos significativos de los centrocampistas sobre las demás demarcaciones, debido también en gran medida a la baja que presenta la muestra al agruparla por partidos y demarcaciones concretas.

Tabla 53.

Resultados de los marcadores urinarios, peso y temperatura corporal entre la toma basal y tras el partido celebrado a las 10:00 h.

Variables	Porteros		Defensas		Centrocampistas		Delanteros	
	A	D	A	D	A	D	A	D
pH	5,50 ± 0,71	6,50 ± 0,71	6,25 ± 0,35	6,00 ± 0,00	5,90 ± 0,55	5,80 ± 0,48	5,33 ± 0,58	6,50 ± 0,87*
USG (g/L)	1,007 ± 0,003	1,017 ± 0,018	1,005 ± 0,000	1,012 ± 0,011	1,007 ± 0,008	1,013 ± 0,008	1,003 ± 0,003	1,010 ± 0,005
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	50,45 ± 28,78	91,30 ± 48,93	26,90 ± 4,95	91,30 ± 48,93	27,18 ± 10,68	79,98 ± 43,18*	50,70 ± 20,47	77,00 ± 31,76
Uosm(mOsm/kg)	157,37 ± 60,20	310,82 ± 206,35	111,84 ± 55,65	589,32 ± 288,04	162,66 ± 54,17	417,63 ± 188,29*	169,38 ± 51,23	282,49 ± 129,07
PC (kg)	32,35 ± 7,57	31,85 ± 7,57	32,55 ± 5,16	31,85 ± 7,57	29,40 ± 3,12	29,30 ± 3,17	26,76 ± 3,63	27,27 ± 4,10
T <sup>o</sup> C (°C)	36,80 ± 0,42	37,15 ± 0,35	36,40 ± 0,28	36,35 ± 0,64	37,44 ± 0,15	36,74 ± 0,15	36,70 ± 0,17	36,16 ± 0,47

A: toma basal; D: toma tras el partido; pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal. T<sup>o</sup>C: temperatura corporal. Los resultados se muestran como M ± SD. \*: Diferencias < 0,05 al comparar la medición al “antes” y la de “después” en cada posición en el terreno de juego.

Tabla 54.

Resultados de los marcadores urinarios, peso y temperatura corporal entre la toma basal y tras el partido celebrado a las 13:00 h.

Variables	Porteros		Defensas		Centrocampistas		Delanteros	
	A	D	A	D	A	D	A	D
pH	5,50 ± 0,71	7,50 ± 0,00	6,50	6,00	5,33 ± 0,55	6,17 ± 1,26	6,30 ± 0,48	6,60 ± 0,82
USG (g/L)	1,007 ± 0,003	1,015 ± 0,007	1,005	1,005	1,010 ± 0,005	1,015 ± 0,005	1,010 ± 0,006	1,017 ± 0,010
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	88,15 ± 29,06	175,50 ± 22,91*	30,20	83,50	38,37 ± 17,48	137,67 ± 65,24	70,16 ± 50,06	151,32 ± 67,71*
Uosm (mOsm/kg)	389,45 ± 247,34	792,87 ± 322,83	137,27	313,15	240,66 ± 97,72	543,93 ± 236,05	422,70 ± 337,05	709,97 ± 295,61
PC (kg)	31,65 ± 5,02	31,20 ± 4,95	32,80	31,80	36,03 ± 5,08	35,33 ± 4,88*	31,00 ± 8,95	30,28 ± 8,93*
T°C (°C)	37,00 ± 0,28	36,80 ± 0,00	36,30	36,50	36,60 ± 0,00	36,83 ± 0,25	36,66 ± 0,25	37,12 ± 0,08*

A: toma basal; D: toma tras el partido; pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal. T°C: temperatura corporal.

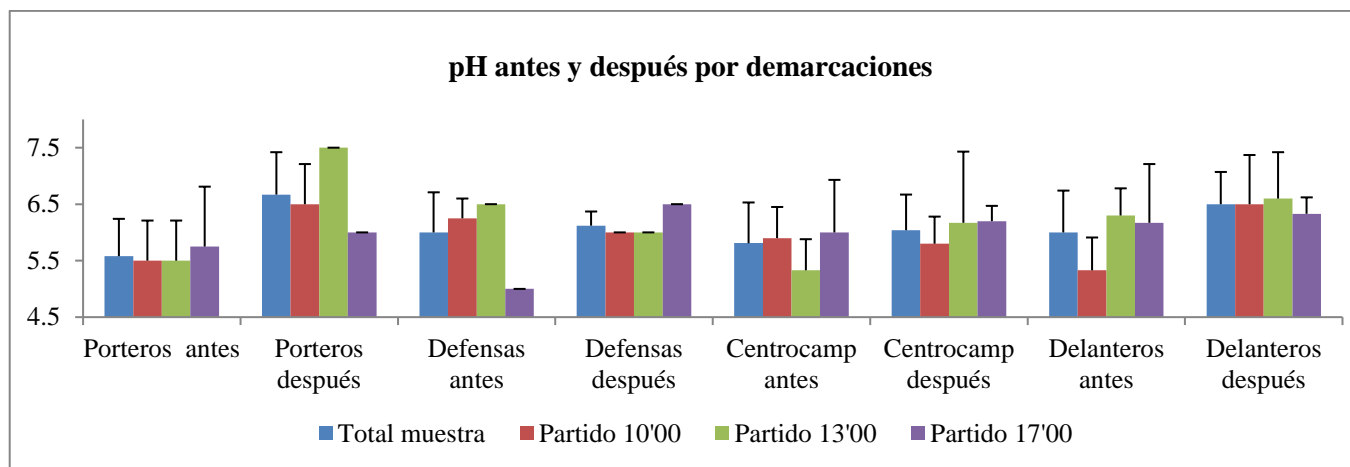
Los resultados se muestran como M ± SD. \*: Diferencias <0,05 al comparar la medición al “antes” y la de “después” en cada posición en el terreno de juego.

Tabla 55.

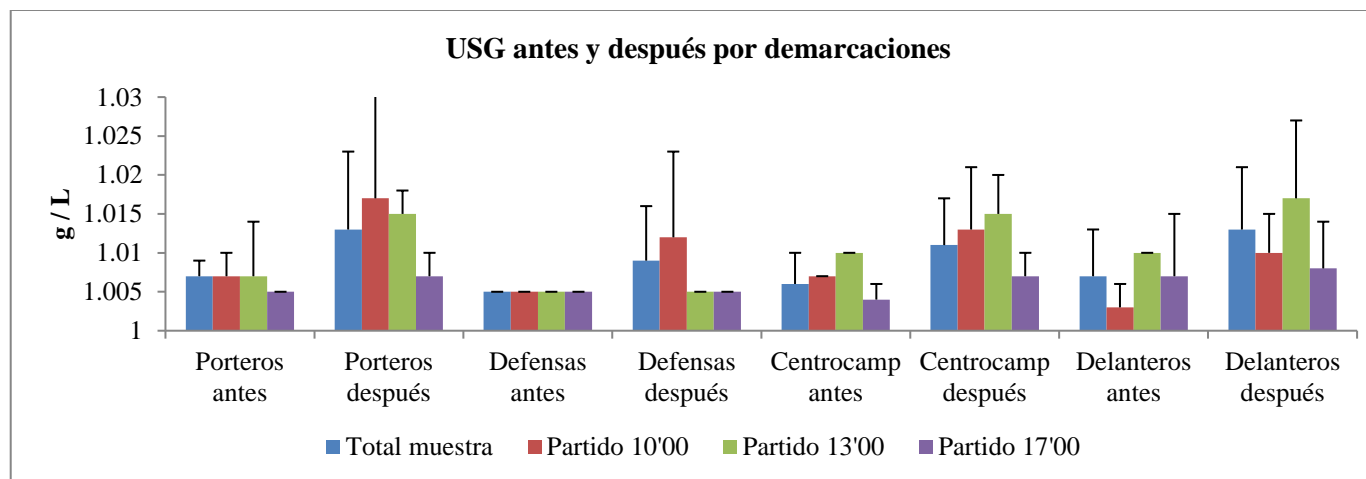
*Resultados de los marcadores urinarios, peso y temperatura corporal entre la toma basal y tras el partido celebrado a las 17:00 h.*

Variables	Porteros		Defensas		Centrocampistas		Delanteros	
	A	D	A	D	A	D	A	D
pH	5,75 ± 1,06	6,00 ± 0,00	5,00	6,50	6,00 ± 0,93	6,20 ± 0,27	6,17 ± 1,04	6,33 ± 0,29
USG (g/L)	1,005 ± 0,000	1,007 ± 0,003	1,005	1,005	1,004 ± 0,002	1,007 ± 0,003	1,007 ± 0,008	1,008 ± 0,006
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	12,55 ± 6,15	23,85 ± 20,72	21,70	22,30	13,42 ± 2,65	24,30 ± 11,49*	49,40 ± 61,28	69,80 ± 82,71
Uosm (mOsm/kg)	69,20 ± 11,11	92,18 ± 38,45	90,87	165,15	76,74 ± 19,14	168,32 ± 125,60*	207,98 ± 248,33	251,14 ± 290,54
PC (kg)	36,35 ± 7,57	34,75 ± 7,71*	33,30	32,20	33,16 ± 7,60	32,34 ± 7,62*	29,87 ± 9,11	29,23 ± 9,00
T <sup>a</sup> C (°C)	36,55 ± 0,21	36,30 ± 0,42	36,80	37,00	37,30 ± 0,39	36,94 ± 0,46*	37,03 ± 0,38	36,50 ± 0,26*

A: toma basal; D: toma tras el partido; pH: ph de la orina; USG: densidad específica de la orina; Na<sup>+</sup>: sodio de la orina; Uosm: osmolalidad de la orina; PC: peso corporal. T<sup>a</sup>C: temperatura corporal. Los resultados se muestran como M ± SD. \*: Diferencias <0,05 al comparar la medición al “antes” y la de “después” en cada posición en el terreno de juego.



**Figura 16.** Gráfico del pH antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido



**Figura 17.** Gráfico del USG antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido

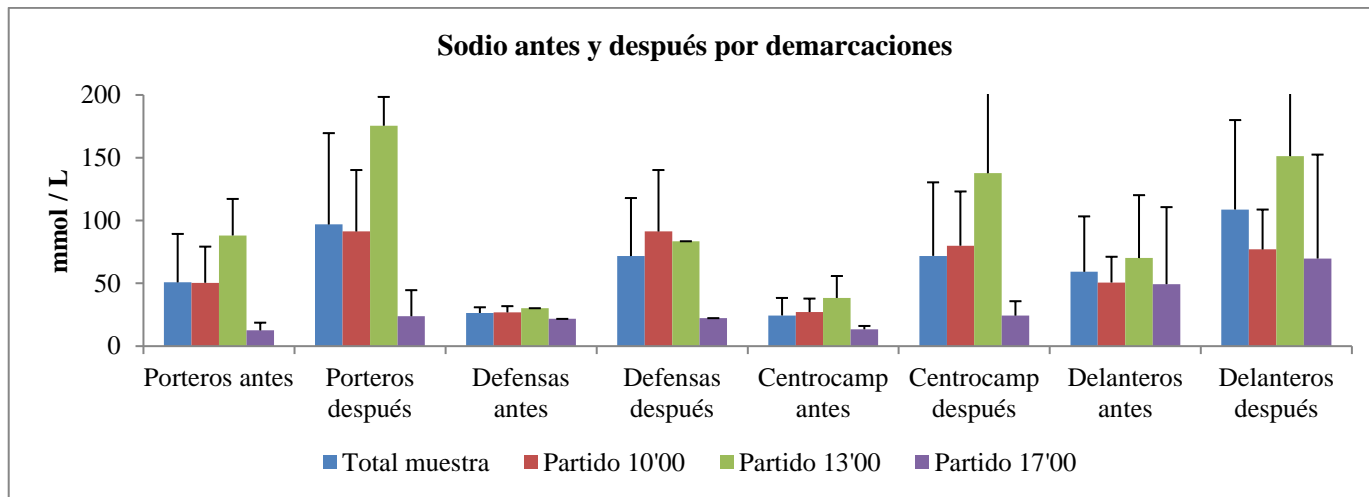


Figura 18. Gráfico del Sodio antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido

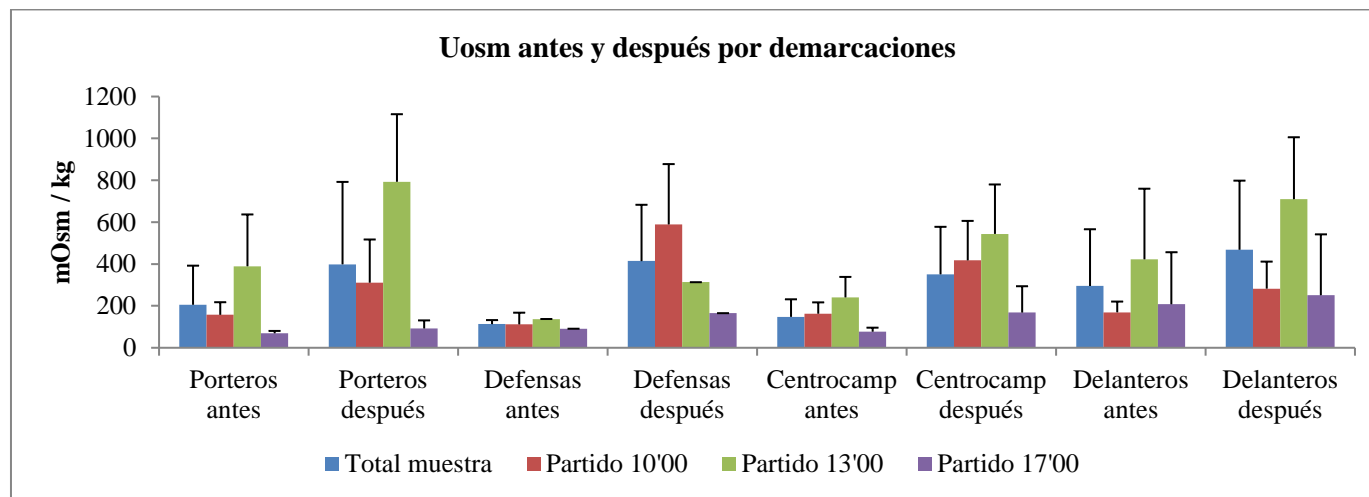
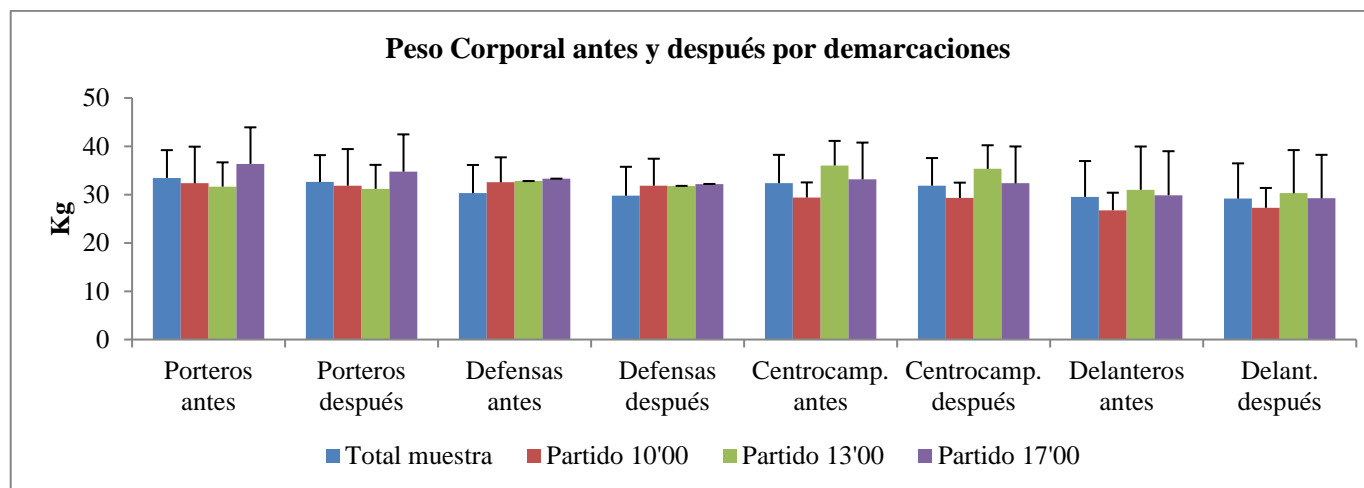
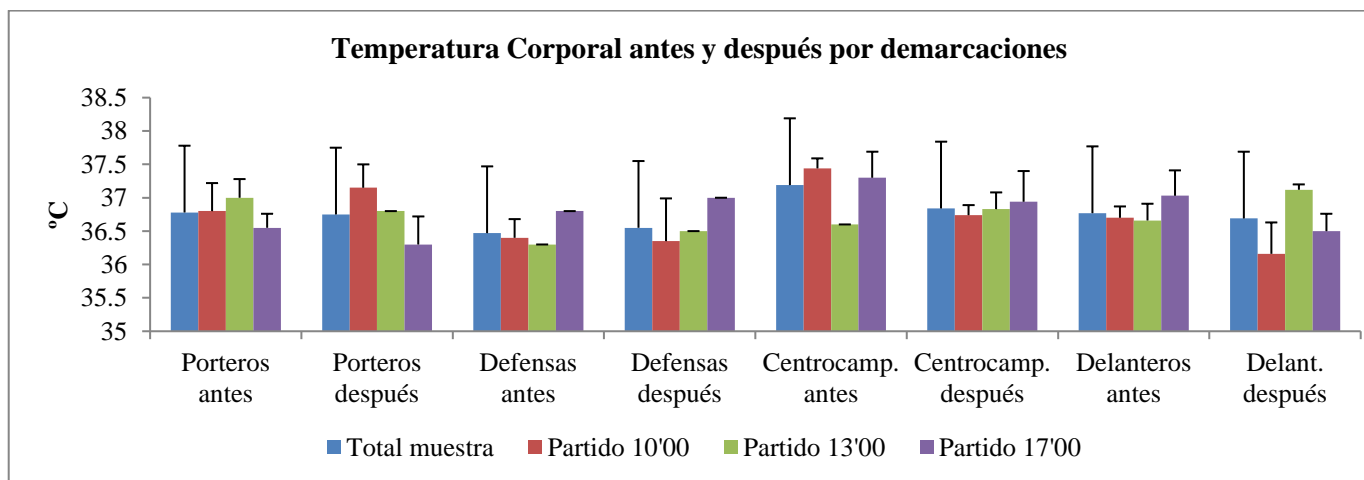


Figura 19. Gráfico del Uosm antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido



**Figura 20.** Gráfico del PC antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido



**Figura 21.** Gráfico del T<sup>°C</sup> antes y después por demarcaciones, del total de la muestra y de cada partido

#### 4.4. CORRELACIONES

En este apartado vamos a proceder a describir los resultados de las correlaciones existentes entre distintas variables y co-variables del estudio, extraídas de la realización de las pruebas de Pearson ( $p$ ) y Spearman ( $r^2$ ).

Antes, tenemos que aclarar que de la multitud de posibilidades de correlaciones posibles, debido a la cantidad de variables presentes en el estudio, hemos descartado las que han resultado negativas y las de una misma variable antes y después de la actividad, reflejando exclusivamente, en la tabla 56, las que por su carácter positivo aportan potencia y significatividad en el análisis de los resultados.

Tabla 56.

*Resultados de las correlaciones existentes entre distintas variables del estudio.*

<b>Variabes correlacionadas</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Sig.</b>
PC perdido - Partido analizado	0,781	0,000
PC perdido - Na <sup>+</sup> orina después de actividad	-0,385	0,024
PC perdido - Uosm después de actividad	-0,387	0,024
PC perdido - TS	0,854	0,000
% de PC perdido - Partido analizado	0,792	0,000
% de PC perdido - USG después de actividad	-0,394	0,021
% de PC perdido - Na <sup>+</sup> orina después de actividad	-0,390	0,023
% de PC perdido - Uosm después de actividad	-0,417	0,014
% de PC perdido - TS	0,799	0,000
TS - Partido analizado	0,708	0,000
USG después de actividad - Na <sup>+</sup> orina después de actividad	0,730	0,000
Na <sup>+</sup> orina después actividad - Partido analizado	-0,420	0,013
Na <sup>+</sup> orina después actividad - Uosm después de actividad	0,932	0,000
Uosm después actividad - partido analizado	-0,392	0,022





**5.**

# **DISCUSSION**



## 5. DISCUSIÓN

Tenemos que recordar, llegado a este punto, que la aportación principal de este estudio es la descripción y análisis del estado de hidratación que se produce tras la disputa de un partido oficial de fútbol-7, con niños de 8-9 años (categoría benjamín).

Hay que subrayar dos peculiaridades del estudio que dificultan su relación con otras investigaciones. Por un lado, existe un gran vacío en cuanto a las evidencias científicas sobre la deshidratación en niños, pertenecientes a la etapa escolar, en el campo de la actividad física y el deporte, siendo más estudiada la etapa puberal y adolescencia. Por otro lado, y como consecuencia de la edad de los sujetos, la modalidad deportiva que les corresponde (Fútbol-7) es lo suficientemente distinta al Fútbol-11 como para tomar con cautela las posibles comparaciones entre ambas modalidades.

Por otro lado, a pesar de que los sujetos pudieron beber líquidos *ad libitum*, los registros de ingesta fueron prácticamente nulos (cuestión nada atípica en niños), y así fue considerado a efectos de formulación.

Vamos a abordar este apartado distinguiendo, por un lado, el análisis de los resultados atendiendo al total de los participantes y, por otro, analizando lo ocurrido en los diferentes partidos de esta investigación, observando los aspectos que en cada uno de ellos se produjo.

### 5.1. ATENDIENDO AL TOTAL DE LOS DE LOS PARTICIPANTES

#### 5.1.1. En relación a la pérdida de peso corporal

##### *Peso corporal perdido (T.P.).*

Veamos los resultados encontrados en la revisión bibliográfica de este parámetro en las distintas categorías que hemos utilizado en nuestro estudio, presentados de menor a mayor especificidad:

En adultos en distintas actividades físicas y deportes, la mayoría de registros son de magnitud superior al de nuestro estudio. Los valores de PC perdido que vayamos a encontrar en la literatura van a estar muy influenciados por el tipo de deporte practicado, tales como:  $1,9 \pm 0,8$  kg en triatletas que practicarán un Ironman (Mueller

2013),  $1,1 \pm 0,3$  kg en un entrenamiento de hockey-hielo (Batchelder et al., 2010),  $1,0 \pm 0,7$  kg en partidos de baloncesto femenino de élite (Brandenburg y Gaetz, 2012),  $1,3 \pm 0,7$  kg en partidos de rugby (O'Hara et al., 2010), o  $0,8 \pm 0,8$  kg en partidos oficiales de fútbol-sala profesional (García-Pellicer, 2009).

En los estudios con profesionales del fútbol, los resultados con los que contamos también son superiores al de nuestro estudio, sea en entrenamiento:  $1,10 \pm 0,43$  kg (Maughan et al., 2004),  $1,23 \pm 0,50$  kg (Shirreffs et al., 2005), o en partido:  $2,58 \pm 0,88$  kg (Aragón-Vargas et al., 2009). El estudio de Castillo (2009), con jugadores amateurs españoles, corroboró las diferencias de pérdida de PC entre partido y entrenamiento, ofreciendo unos datos de  $1,20 \pm 0,45$  kg y  $0,60 \pm 0,21$  kg, respectivamente, suponiendo el doble de uno sobre otro, igual que lo visto con profesionales. Es por ello que, si nos basamos en los hallazgos que han tenido lugar en los diferentes deportes, parece observarse una mayor pérdida en situaciones de competición que de entrenamiento. Por tanto, el tipo de práctica podría considerarse como uno de los factores influyentes en los resultados obtenidos. Hay que tener en cuenta que, por su edad (8-9 años), los participantes en nuestro estudio tienen un PC bajo ( $31,40 \pm 6,29$  kg), lo que hace que el registro del PC perdido en términos absolutos puede parecer también bajo respecto de otros sujetos de mayor edad y peso, pero al convertirlo en porcentaje veremos la verdadera magnitud que representa tal pérdida de PC a nivel de deshidratación.

Las escasas investigaciones con niños y adolescentes en fútbol nos ofrecen resultados dispares. Si hablamos de adolescentes, Guerra et al. (2004) halló diferencias al evaluar el PC perdido tras la disputa de un partido dependiendo del tipo de líquido que los participantes hubieran ingerido. Aquellos que tomaron un líquido carbohidratado obtuvieron  $1,14$  kg de pérdida de PC frente a  $1,75$  kg en el caso del tipo no carbohidratado, siendo ambas cifras superiores a la de nuestro estudio. Sin embargo, si lo comparamos con los resultados obtenidos tras la realización de un entrenamiento ( $0,40$  kg), comprobamos que los resultados que obtuvieron son similares o ligeramente inferiores a nuestro estudio (Phillips et al., 2014). Por lo tanto, parece reafirmarse la hipótesis de que la práctica competitiva presenta un mayor efecto sobre la pérdida de PC, aunque como podemos observar en un estudio llevado a cabo por Castillo (2014), con matices y diferencias dependiendo del tipo de categoría:  $0,60 \pm 0,25$  kg en categoría infantil,  $0,50 \pm 0,37$  kg en cadetes o  $1,00 \pm 0,53$  kg en juveniles.

Hay que señalar que los resultados del estudio de Castillo (2014), siendo los más afines a nuestro estudio por producirse en condiciones parecidas (aunque no iguales), superan los obtenidos por nuestros participantes, excepto en la categoría cadete que son prácticamente iguales.

#### ***Porcentaje de peso corporal perdido (T.P.).***

Al igual que ocurrió con la pérdida de PC, las investigaciones que tratarán sobre el porcentaje de PC perdido en niños futbolistas es escaso, centrándose éstas generalmente en adultos. A modo informativo, podemos destacar que los resultados encontrados en los diferentes trabajos llevados a cabo en competición muestran generalmente porcentajes más bajos que los de nuestro estudio, tales como:  $0,4 \pm 0,5$  % de PC en hombre que practicaron bádminton (Abián-Vicén, 2012);  $0,7 \pm 0,8$  % en mujeres que practicaron baloncesto (Brandenburg y Gaetz, 2012); o  $1,0 \pm 0,7$  % tras un encuentro de rúby (Lee et al., 2014). Tan solo en un estudio con adultos triatletas Ironman se hallaron (Laursen et al., 2006) valores superiores a los mostrados en el presente trabajo. Por lo tanto, en base a lo anteriormente descrito, parece aceptable pensar que el niño se encuentra en una situación más vulnerable a la desnutrición que el adulto, independientemente de la práctica deportiva que este practique a excepción de las pruebas de larga duración.

En las investigaciones con niños y adolescentes en distintas actividades físicas y deportes, los resultados obtenidos suelen estar por debajo de los obtenidos en el presente trabajo, a excepción de un grupo de nadadores adolescentes que presento porcentajes de pérdidas de PC por encima del 2 % (Higham et al., 2009), o  $1,9 \pm 0,5$  % en un grupo de judocas en la pubertad tardía tras un entrenamiento (Rivera-Brown et al., 2012). Por otro lado, en el resto de estudios encontrados observamos resultados por debajo de los obtenidos en nuestro estudio:  $1,2 \pm 0,9$  % (niños de 9 -13 años) y  $1,3 \pm 0,9$  % (niñas de 14 y 17 años) tras una competición de triatlón (Aragón-Vargas et al., 2013)

Cuando nos centramos en partidos de fútbol, en sus diferentes modalidades, la diversidad aumenta, principalmente si nos centramos en partidos de fútbol-sala profesionales, yendo desde estudios en los que la pérdida PC es  $0,99 \pm 1,12$  % (García-Jiménez y Yuste, 2010) a los realizados por García-Pellicer (2009) en los que muestran valores superiores a los hallados en el presente trabajo. En futbolistas amateurs, Castillo (2009) aprecia diferencias entre entrenamiento y partido con unos resultados de  $0,77 \pm$

0,30 % y  $1,60 \pm 0,56$  % respectivamente, siendo prácticamente el mismo que en nuestro estudio. Por último, si nos centramos en fútbol con adultos, Owen et al. (2013) en una investigación de campo llevando a cabo diferentes protocolos de hidratación encontró que el grupo de líquido prescrito igual al sudor perdido obtuvo una pérdida de  $0,3 \pm 0,1$  % de PC, el grupo con ingesta de líquido *ad libitum*:  $1,1 \pm 0,2$  % y el grupo sin hidratación:  $2,5 \pm 0,4$  %, siendo este último muy superior al nuestro. Estos aspectos vienen a reafirmar la idoneidad de llevar a cabo un protocolo adecuado de hidratación para minimizar las posibles pérdidas y que el niño sigue presentando mayor riesgo de deshidratación que el adulto en situación de ingesta similares, como es el caso de *ad libitum*. Por último, si hablamos de entrenamientos reales, los resultados son algo más bajos que los obtenidos por nuestros participantes, así, Maughan et al. (2004) informan sobre una pérdida de  $1,37 \pm 0,54$  %, Shirreffs et al. (2005) de  $1,59 \pm 0,61$  %, y Salum y Fiamoncini (2006) de  $1,28 \pm 0,25$  %. Por su parte, Martins et al. (2007), en entrenamiento de fútbol-sala con varones de 15-18 años  $0,43 \pm 0,41$  % de PC perdido.

Los estudios en niños y adolescentes en fútbol tras la realización de un entrenamiento reflejan resultados por debajo de los hallados en nuestro estudio. Si hablamos de resultados obtenidos en niños, Arnautis et al. (2013) halló una pérdida de PC de  $0,35 \pm 0,04$  %. Por otro lado, Gibson et al., (2012), en adolescentes registró una pérdida de  $0,84 \pm 0,07$  %. Por lo tanto, parece que un entrenamiento presenta una exigencia menor y por ende un pérdida más pequeña que un partido oficial.

En partidos, el estudio de Castillo (2014), con jugadores de Fútbol 11 de distintas categorías, de 13 a 18 años, con toda la muestra determinó un porcentaje de pérdida de PC de  $1 \pm 0,63$  %, en categoría infantil:  $0,90 \pm 0,40$  %, en cadetes:  $0,80 \pm 0,56$  % y en juveniles:  $1,4 \pm 0,74$  %; recientemente, Gordon et al. (2015) con adolescentes de  $15,9 \pm 0,8$  años ha registrado una pérdida de  $0,7 \pm 0,7$  % del PC. Llama la atención que los resultados de estos estudios sean más bajos que los presentes en nuestro estudio, considerando que la modalidad de 11 jugadores, al presentar un terreno de juego con mayores dimensiones, y que todos los sujetos son de mayor edad que los participantes en nuestro estudio, debería generar pérdidas más elevadas.

Considerando que existe una fuerte correlación entre estas variables ( $r^2=0,942$ ), estos resultados demuestran que una pérdida de PC, aparentemente escasa en niños de estas edades, supone realmente (medida en porcentaje) un grado de deshidratación importante

en el desarrollo de la práctica del fútbol, ya que aún con un nivel de deshidratación leve, del 1 al 2 % de pérdida de PC, en los niños puede producir una disminución en la actuación cognitiva (D'Anci et al., 2006; Adan, 2012) y reducción del rendimiento físico (Coyle, 2004; Murray, 2007).

### ***Tasa de sudoración (T.P.).***

Antes de analizar el registro de este parámetro recordamos que los niños a partir de la lactancia y hasta el término de la pubertad (1-13 años), tienen una mayor relación en el área de superficie respecto a la masa corporal, que le ofrece una mayor capacidad de disipación y evaporación, reduciendo la sudoración y permitiendo una mejor conservación del agua que los adultos (Falk y Dotan, 2008).

En la revisión realizada en adultos en distintas actividades físicas y deportes, encontramos que los valores hallados de TS son más elevados que los encontrados en nuestro estudio. Así, Abián-Vicén (2012) en partidos de bádminton de ambos sexos, los hombres tuvieron una TS de  $1,1 \pm 0,4$  L/h y las mujeres  $1,0 \pm 0,6$  L/h; Lott y Galloway (2011) en partidos de tenis en pista cubierta, registraron  $1,1 \pm 0,4$  L/h; Batchelder et al. (2010) en entrenamiento de hockey-hielo, obtuvieron  $0,8 \pm 0,5$  L/h; Cunniffe et al. (2015) tanto en entrenamiento como en partido de balonmano femenino tuvieron  $1,02 \pm 0,07$  L/h; Godek et al. (2010a) en entrenamiento de fútbol americano, los jugadores NFL mostraron una TS de  $2,1 \pm 0,2$  L/h y los jugadores NCA  $1,8 \pm 0,1$  L/h; O'Hara et al. (2010) en partidos de rugby registraron  $2,0 \pm 0,7$  L/h; en partidos oficiales profesionales de fútbol-sala, García-Pellicer (2009) halló  $1,5 \pm 0,7$  L/h y García-Jiménez y Yuste (2010)  $2,6 \pm 0,9$  L/h, siendo el obtenido por Barbero et al. (2006) con un resultado de  $0,8 \pm 0,3$  L/h, el único de esta serie que iguala al de nuestro estudio. Por lo tanto, parece que los adultos, independientemente del deporte que practican, presentan una TS más elevada que los niños.

En la categoría adulta de fútbol, la literatura científica no nos aporta datos concretos sobre la TS, aunque si lo hace de la pérdida de líquidos por sudor, que puede servir de orientación. En cualquier caso, hemos estimado la TS en los estudios que nos ofrecen los datos para establecerla según la fórmula de Murray (1996), resultando ser todas de mayor magnitud que la de nuestro estudio: Maughan et al. (2004) en entrenamiento de 90 minutos, encontraron una TS de 1,38 L/h y Shirreffs et al. (2005) de 1,46 L/h. Aragón-Vargas et al. (2009) obtuvieron en un partido: 2,26 L/h.



En los estudios con niños y adolescentes basados en distintas actividades físicas y deportes, encontramos resultados parecidos a los de nuestro estudio independientemente del deporte estudiado. Yeargin et al. (2010) en entrenamientos de fútbol americano, con adolescentes de  $15 \pm 1$  años, obtuvieron resultados para los más pequeños de  $0,6 \pm 0,2$  L/h, y para los más mayores de  $0,8 \pm 0,1$  L/h; Castillo (2014) también con adolescentes de 13-18 años, en partidos de fútbol, registró una TS en el total de la muestra de  $0,66 \pm 0,31$  L/h, y en las distintas categorías los resultados fueron: en categoría infantil,  $0,60 \pm 0,20$  L/h, en cadetes,  $0,66 \pm 0,15$  L/h, y en juveniles,  $0,78 \pm 0,46$  L/h.

Podemos observar, igual que ocurre con el PC perdido, que la magnitud absoluta de TS es baja, pero teniendo en cuenta la correlación de esta variable con el porcentaje de pérdida de PC ( $r^2=0,799$ ), hay que valorar con cuidado los datos, pues suponen niveles de deshidratación nada despreciables. En cualquier caso, resulta coherente que los resultados en adultos sean de mayor magnitud que los de nuestro estudio y que los de niños y adolescentes en general coincidan.

En general, en relación a los parámetros derivados del PC atendiendo al total de los participantes, hay que decir que el carácter significativo de la pérdida de PC ( $p < 0,001$ ), es considerable en la identificación de la deshidratación producida, y, sobre todo, teniendo en cuenta el porcentaje de pérdida de PC, podemos decir que el grado de deshidratación resultante de la práctica de un partido de fútbol-7 es relevante respecto de los datos recogidos en la revisión (porque los supera en su mayoría, incluidos los estudios con adultos), y además porque el registro medio se sitúa próximo al 2%, y en consecuencia es posible que el rendimiento físico y mental decaiga.

### **5.1.2. En relación a los indicadores urinarios**

#### ***pH (T.P.).***

En principio hay que aclarar que los estudios que miden el pH urinario utilizan este parámetro como indicador del estado de hidratación, además de indicador del grado de acidez del medio interno provocado por pruebas de alta intensidad.

En nuestro estudio, los niveles de pH recogidos antes y después de los partidos siempre han estado dentro de los valores normales establecidos por Gerber y Brendler (2011), entre 4,6 y 8, pero no en los marcados por Laso (2002), entre 5 y 6, aunque escasamente.

Los datos recogidos de otros estudios difieren de los nuestros, pues en todos ellos se produce una disminución del pH después del esfuerzo, por ejemplo, López (1997), que estudió las repercusiones urinarias del ejercicio intenso (entrenamiento) en nadadores adolescentes (11-17 años), halló  $6,3 \pm 0,7$  antes de la prueba y  $6,1 \pm 0,6$  a los 30 minutos de concluir; Abián-Vicén et al. (2012) que midió el pH urinario en 46 hombres y 24 mujeres, todos ellos jugadores de bádminton españoles de nivel nacional, encontró un valor medio en hombres de  $7,20 \pm 0,21$  antes de la actividad y de  $6,25 \pm 0,87$  después de la actividad y en mujeres fueron de  $7,20 \pm 0,08$  antes de la actividad y  $6,28 \pm 0,05$  después; López-Mata (2012) tras un partido de fútbol con jugadores universitarios, obtuvo niveles previos al partido de  $6,0 \pm 0,91$  y al finalizar de  $5,35 \pm 0,60$  ( $p = 0,008$ ); en el estudio de Martínez (2015), habiéndose realizado con 21 niños-as de 11 y 12 años en una prueba de duatlón, se mantuvo esta tendencia con resultados parecidos, antes:  $5,66 \pm 0,45$  y después:  $5,38 \pm 0,38$ .

Dado que la correlación inversa entre el pH después de la actividad y el tiempo de participación en el partido no existe estadísticamente ( $r^2 = -0,263$ ), creemos que el incremento del pH producido en nuestro estudio no puede relacionarse con el escaso tiempo de participación en el partido, sino al carácter anaeróbico del perfil fisiológico de los esfuerzos que desarrollan ya que, en opinión de Moriguchi et al. (2004), se incrementan los niveles de pH urinario tras un ejercicio submáximo, posiblemente causado por la metabolización del  $\text{CO}_2$  en  $\text{HCO}_3$ .

#### **USG (T.P.).**

Recordemos que el resultado de este indicador del estado de hidratación en nuestro estudio se mantuvo antes y después de los partidos por debajo del punto de corte de euhidratación aceptado ( $< 1,020 \text{ g/L}$ ), lo que supone quedar lejos de una deshidratación significativa (Oppliger y Bartok, 2002; Bartok et al., 2004). Aún con ello, se produjo un incremento con carácter significativo ( $p < 0,001$ ).

Por otro lado, si atendemos a la escala de Casa et al. (2000), el registro anterior a los partidos se sitúa dentro del estado euhidratado, por lo que entendemos que el protocolo de hidratación previo a los partidos fue eficaz, lo que permitió establecer el grado de deshidratación producido exclusivamente por la actividad física, anulando con ello el incremento añadido debido a un estado de hipohidratación previo, situación demasiado habitual en los estudios sobre deshidratación en actividades físicas y deportivas: Godek

et al. (2005) con jugadores de fútbol americano, en un campamento de pretemporada de 6 días con 2 sesiones diarias de entrenamiento, hallaron en el inicio:  $1,017 \pm 0,006$  g/L, durante el proceso:  $1,021 \pm 0,007$  g/L y al final:  $1,032 \pm 0,004$  g/L; Bergeron et al. (2006) con 14 tenistas jóvenes (9 niños y 5 niñas), obtuvieron una media pre-entrenamiento de  $1,025 \pm 0,005$  g/L; el mismo equipo de investigación (Bergeron et al., 2007) confirmó los resultados con 8 tenistas jóvenes en partidos oficiales (dobles):  $1,025 \pm 0,002$  g/L; también Hornery et al. (2007) obtuvo resultados parecidos con 14 tenistas adultos masculinos en torneos internacionales:  $1,022 \pm 0,004$  g/L pre-partido; el estudio de Rivera et al. (2008) con 44 sujetos (22 niños y 22 niñas), con edades comprendidas entre 9 y 17 años, practicantes de varias modalidades deportivas distintas, informa de niveles pre-actividad en los niños:  $1,030 \pm 0,017$  g/L y en las niñas:  $1,028 \pm 0,015$  g/L; Silva et al. (2011) con 20 futbolistas brasileños adolescentes de élite, encontró un registro medio pre-entrenamiento  $> 1,020$  g/L; Kavouras et al. (2012) en un campamento de verano con 92 jóvenes, halló resultados de la USG pre-actividad  $> 1,030$  g/L; López-Mata et al. (2012) con 17 futbolistas universitarios, obtuvo  $1,019 \pm 0,005$  g/L pre-partido; Petterson y Berg (2014) encontraron en 31 luchadores de élite de cuatro deportes de combate diferentes, en la mañana del día de competición un  $83\% \geq 1,020$  g/L y fue frecuente  $\geq 1,030$  g/L; Castro-Sepúlveda et al. (2015) encontraron, de una muestra de 156 futbolistas profesionales chilenos, un  $98\%$  de los jugadores con una deshidratación pre-entrenamiento entre moderada y grave; Arnaoutis et al. (2015) de 59 jóvenes atletas de élite de cuatro deportes identificaron una USG pre-entrenamiento  $\geq 1,020$  g/L en un  $76,3\%$  de los atletas.

Respecto al resultado obtenido al término del partido, la literatura científica ofrece datos en los que se advierte la alta frecuencia con que los deportistas concluyen sus actividades con una deshidratación considerable, en contraste con el obtenido en nuestra investigación que se sitúa en un estado de euhidratación: Al-Jaser y Hasan (2005) con 10 futbolistas de élite kuwaitíes, en un estudio que abarca cinco partidos, registraron una media de  $1,026 \pm 0,002$  g/L post-partido; Knetchle et al. (2010a, 2011) con triatletas no profesionales, determinaron valores medios al finalizar las prueba de  $\geq 1,022$  g/L; López-Mata et al. (2012) con 17 futbolistas universitarios, obtuvieron  $1,025 \pm 0,004$  g/L post-partido; Arnaoutis et al. (2015) encontraron que un  $74,5\%$  de los jóvenes atletas de élite de cuatro deportes tenía una USG  $\geq 1,020$  al concluir sus actividades. Sólo el trabajo de Wilk et al. (2014), en entrenamientos intermitentes de alta intensidad con

ciclistas de 10-12 años, reporta resultados tras la actividad en la línea del nuestro: con deshidratación previa del 0% = 1,015 g/L, del 1% = 1,013 g/L y del 2% = 1,015 g/L.

Por otro lado, el reciente estudio de Martínez (2015), aún no siendo de fútbol sino de duatlón, por las edades en las que se desarrolla (11-12 años) y por las semejanzas metodológicas que comparte con el nuestro, los resultados nos resultan de especial interés. Los valores de USG registrados fueron, antes:  $1,011 \pm 0,004$  g/L y después:  $1,019 \pm 0,005$  g/L, ambos por encima de los de nuestro estudio, pero con la semejanza de que se mantienen en un nivel de deshidratación leve. Creemos que tal diferencia ha podido producirse por la mayor duración de la prueba del duatlón y, quizá, por su carácter continuo y exigente, frente al fútbol-7, deporte de esfuerzos intermitentes de alta intensidad, con la posibilidad de sustituciones, que permite el retraso del proceso de deshidratación.

#### ***Sodio (T.P.).***

Los resultados de excreción de  $\text{Na}^+$  en nuestro estudio mostraron valores por encima del valor mínimo normal de  $\text{Na}^+$  en muestra de orina única que establecen Pagana y Pagana (2010):  $> 20$  mEq/L o mmol/L, y dentro de los límites que según Fischbach y Dunning (2009) establecieron para niños: 41 a 115 mEq/día o mmol/día. El carácter significativo del incremento en su excreción confirma que se produjo un proceso de deshidratación. Las correlaciones existentes entre el  $\text{Na}^+$  después del partido y otras variables del estudio:  $\text{Na}^+$  post Vs % pérdida de PC ( $r^2=-0,390$ );  $\text{Na}^+$  post Vs USG post ( $r^2=0,730$ );  $\text{Na}^+$  post Vs Uosm post ( $r^2=0,932$ ), corroboran que la deshidratación producida es fiable.

Así, los resultados de nuestro estudio están en consonancia con las afirmaciones de Virvidakis et al. (1986) y Freund et al. (1991), cuando proclaman que el ejercicio a intensidades submáximas produce un aumento de la excreción urinaria de  $\text{Na}^+$ .

Contamos con escasas referencia de niveles de  $\text{Na}^+$  urinario antes y después de una prueba deportiva en edades formativas. López (1997) halló un incremento en la excreción, el  $\text{Na}^+$  basal era de  $0,09 \pm 0,04$  mEq/min y 30 minutos después del entrenamiento  $0,18 \pm 0,17$  mEq/min, aumento que justifica el autor por el incremento del LEC debido a la exposición al frío y a la inmersión en el agua, razón que dificulta su relación con nuestro estudio por suponer un tipo de ejercicio/esfuerzo muy distinto al fútbol-7. Por el contrario, el estudio de Martínez (2015) no tiene esta tendencia y

desprende los siguientes resultados, antes:  $25,23 \pm 16,31$  mmol/L y después:  $79,04 \pm 58,38$ , mmol/L, algo más bajos que los de nuestro estudio.

También en fútbol de adultos contamos con algunas referencias sobre las pérdidas de  $\text{Na}^+$ , sobre todo medido a través del sudor. Maughan et al. (2004; 2005) en entrenamiento a distintas temperaturas informan de pérdidas de  $49 \pm 12$  mmol/L (24-29°C) y  $42,5 \pm 13$  mmol/L (5°C), y Shirreffs et al. (2005) también en entrenamiento (32  $\pm$  3°C), obtuvieron  $30,2 \pm 18,8$  mmol/L, que indican una sustancial pérdida. En estudios en partido, Maughan et al. (2007) con 8,6°C de  $T^a$ ,  $62 \pm 13$  mmol/L, y Kurdak et al. (2010) con 34,3°C,  $45 \pm 9$  mmol/L, que confirman las pérdidas en los entrenamientos y cuestionan el efecto de la  $T^a$ .

### ***Uosm (T.P.).***

El registro de resultados de este parámetro en nuestro estudio para el total de la muestra confirma el proceso de deshidratación producido. Aunque contamos con distintas referencias sobre los valores normales de Uosm (Armstrong et al., 1994; Shirreffs y Maughan, 2003; Gerber y Brendler, 2011), si consideramos que para Cheuvront y Sawka (2005) el punto de corte está en  $< 700$  mOsm/kg, nuestros resultados tanto antes como después de los partidos, se enmarcan dentro del estado euhidratado y corrobora, por un lado, la eficacia del protocolo de hidratación previa aplicado a los participantes del estudio, y, por otro, la correlación existente entre este parámetro y la USG (Armstrong et al., 1994, 1998).

Los datos existentes en la bibliografía científica de ambos marcadores muestran niveles posteriores al esfuerzo, entrenamiento o partido, superiores al punto de corte y a los de nuestro estudio, tanto en adultos (Al-Jaser y Hasan, 2005; López-Mata, 2012), como en jóvenes (Gordon et al., 2015; Arnaoutis et al., 2015).

Para observar las distintas referencias obtenidas de la revisión y poder compararlas con nuestros resultados, remitimos al lector al Anexo 6, en el que se puede apreciar que sólo en los trabajos de MacLeod y Sunderland (2009) y O'Hara et al. (2010) se obtuvieron resultados parecidos; en el primero a 18 jugadoras de hockey sobre hierba de élite (sub-21), se les midió la Uosm pre-partido en dos partidos distintos, 1º:  $197 \pm 110$  mOsm/kg y 2º:  $425 \pm 206$  mOsm/kg, y en el segundo, con 14 jugadores de la Super Liga inglesa de rugby se registraron  $396 \pm 252$  mOsm/kg a la llegada al estadio,  $237 \pm$

177 mOsm/kg antes del partido,  $315 \pm 133$  mOsm/kg en el medio tiempo y  $489 \pm 150$  mOsm/kg al finalizar el partido.

En la comparativa que ya hemos realizado con el estudio de Martínez (2015), los resultados en la variable Uosm son, antes:  $182,47 \pm 64,43$  mOsm/kg y después:  $471,23 \pm 267,18$  mOsm/kg, que, al igual que ocurre con la USG, son bastante parecidos a los de nuestro estudio, aunque un tanto más acentuados. Creemos que estos resultados pueden estar producidos por las mismas causas expuestas para justificar lo ocurrido con la USG: mayor duración de la prueba del duatlón frente al fútbol-7, deporte de esfuerzos intermitentes de alta intensidad, con la posibilidad de sustituciones.

En general, en relación a los indicadores urinarios atendiendo al total de los participantes, hay que anotar que los niveles de inicio por parte de los participantes se situaron dentro de los rangos normales establecidos (gracias al protocolo previo de hidratación), descritos por la literatura científica (presentados en la metodología), identificando con ello que los participantes iniciaron los partidos en un estado de euhidratación. Asimismo, los resultados tras los partidos indican un incremento significativo en todos los marcadores urinarios analizados, confirmando la existencia de un proceso de deshidratación que, partiendo de niveles de hidratación óptima, se mantuvo en un grado leve.

## **5.2. ATENDIENDO A CADA UNO DE LOS PARTIDOS.**

Abordamos este apartado con la clara consciencia de que las diferencias y similitudes resultantes de las comparaciones entre los distintos partidos, no tienen valor científico debido a que los individuos participantes son distintos en los tres partidos, lo cual anula esa posibilidad, sin embargo podemos penetrar en el análisis de cada uno de ellos para buscar indicios que nos ayuden a interpretar los resultados del total de la muestra y, además, tomando cada partido en su propio contexto como un estudio independiente, recabar información que nos permita una mirada prospectiva sobre el objeto de estudio que nos ocupa.

Así, a la discusión sobre las variables de deshidratación utilizadas, incluimos la climatología y la T<sup>a</sup>C de los sujetos como variables propias de cada partido, que tienen

una incidencia evidenciada sobre el proceso de deshidratación durante la práctica de actividad física y/o deporte.

### **5.2.1. Partido de las 10'00 horas**

Hay que tener en consideración que el número de jugadores analizados en este partido es 12, uno más que en los otros dos, lo que ha supuesto un menor tiempo de participación en el juego y un mayor tiempo de estancia en el banquillo, en este caso a una T<sup>a</sup> muy por debajo de las que tuvieron en los otros dos partidos, que a efectos de nuestro estudio puede afectar en un menor nivel de deshidratación, una T<sup>a</sup>C también más baja (no es lo lógico tras la disputa de un partido de fútbol), y en una menor necesidad de sudoración. Todo esto parece influir en los resultados del estado de hidratación obtenidos en este partido.

Recordar que los jugadores de este partido eran de primer año de la categoría, o sea, más pequeños ( $8 \pm 0,0$  años) que los de los otros partidos. Se jugó de local con victoria abultada.

***Climatología (10'00 h).*** T<sup>a</sup>: 12,8°C / HR: 95 %.

De los tres partidos analizados es el que más baja T<sup>a</sup> y mayor HR registra. Mañana fresca y húmeda de diciembre, aunque soleada (propia de la localidad), de la que creemos que influyó en algunos resultados del estudio, ya que la deshidratación producida por ejercicio en climas fríos es menor que en cálidos (Sawka et al., 2007). Aclarado lo anterior diremos que, como apuntan Maughan y Leiper (1994), incluso en frío, durante la práctica de fútbol se producirá sudoración y, por tanto, deshidratación que afecta al rendimiento. Por otro lado, la T<sup>a</sup> en la que se disputó este partido coincide con el punto de inflexión que proponen Maughan et al. (2010b): 12 a 15°C, a partir del cual se incrementan los perjuicios de algunos de los aspectos del rendimiento. Así, creemos que este factor condicionó los resultados de este partido.

Es por lo que las referencias elegidas para establecer relaciones con el resultado de nuestro estudio son de trabajos realizados con bajas temperaturas ambiente.

***Temperatura corporal (10'00 h).***

Como se aprecia, la T<sup>a</sup>C final es menor que la inicial, lo cual no corresponde con la respuesta fisiológica normal de esta ante un ejercicio físico intenso. Pensamos que a la

influencia de la  $T^a$  habría que añadir que la sucesión de cambios durante el desarrollo del partido, con la consiguiente estancia estática en el banquillo, puede ser un factor que afectaría a que la media de la  $T^aC$  de los jugadores al final del partido sea más baja incluso que la de inicio, y esto a su vez, al grado de deshidratación medido en este partido. O sea, si no sube la  $T^aC$  no se activan los mecanismos de liberación de calor, y por tanto, no se produce deshidratación (Sawka et al., 2007), que es probablemente causa importante de la inexistencia de deshidratación producida, y así lo constatan los datos sobre PC de nuestro estudio en este primer partido que a continuación exponemos.

#### ***Peso corporal perdido (10'00 h).***

Es el dato más bajo de los tres partidos, suponiendo un elemento que rebaja sensiblemente la estadística media del total de participantes, por lo que, deberemos tenerlo en cuenta en el análisis de los resultados del total de los participantes. La nula pérdida de PC, unida a los registros de los marcadores urinarios (que luego analizaremos), supone poder decir que en este primer partido, jugado en condiciones de clima fresco, no se produjo deshidratación alguna.

Tan sólo en un estudio hemos encontrado un resultado parecido (MacLeod y Sunderland, 2009) de jugadoras de élite de hockey hierba, tras dos partidos disputados, en los que también se midieron pesajes incrementados de  $-0,1 \pm 0,6$  kg en el primer partido y  $-0,3 \pm 0,5$  kg en el segundo, justificado por la aplicación de prescripciones de ingesta apropiadas, aunque las  $T^a$  eran más elevadas. Por otro lado, Batchelder et al. (2010) en entrenamiento de hockey-hielo, con una  $T^a$  de  $6,0 \pm 1,6^\circ C$ , obtuvieron una pérdida de PC de  $1,1 \pm 0,3$  kg.

#### ***Porcentaje de peso corporal perdido (10'00 h).***

En el estudio de Gibson et al. (2012) en un entrenamiento con adolescentes, con  $9,8 \pm 3,3^\circ C$  de  $T^a$  y  $63 \pm 12$  % de HR, se obtuvo  $0,84 \pm 0,07$  % de pérdida de PC, más alto que los resultados de nuestro estudio en el primer partido, y una pérdida de líquidos por sudor de  $690 \pm 540$  ml, cuestión que no se produjo en los jugadores de nuestro estudio.

#### ***Tasa de sudoración (10'00 h).***

El estudio de Batchelder et al. (2010) registró una TS media de 0,8 L/h, muy por encima de nuestros datos, que se produjeron en interperie, con ropa menos protectora del clima frío y con sustituciones continuas de los jugadores.



Los pocos datos sobre la deshidratación en fútbol en ambientes fríos comparándolos con cálidos nos lo ofrecen Maughan et al. (2004, 2005), tras entrenamientos de 90 minutos con adultos, informándonos de que si bien la sudoración puede ser parecida, el nivel de ingesta de líquidos es muy superior con calor. Asimismo, Maughan et al. (2007) nos informa sobre la pérdida de sudor en partido con un ambiente frío, resultando muy parecida al del entrenamiento (Maughan et al., 2005).

Con esto, creemos que el nivel de sudoración resultante en este partido puede corresponder a la dinámica de sustituciones junto a la estancia en el banco de suplentes (a la intemperie sin cubierta), unido a una equipación no adecuada para ello.

#### ***pH (10'00 h).***

Estando dentro de los valores normales, supone el menor registro de los niveles de pH, tanto antes como después, respecto a los otros dos partidos. Su leve incremento no tiene significatividad estadística, aunque mantiene la inercia que justifica Moriguchi et al. (2004), con la que se incrementan los niveles de pH urinario tras un ejercicio submáximo.

Los estudios con los que contamos están en la lógica de la dinámica del pH durante el esfuerzo, o sea, disminuyendo (López, 1997; López-Mata et al., 2012; Abián-Vicén et al., 2012; Martínez, 2015). De ellos, sólo López alude al frío como posible causa de la reducción de la secreción iónica urinaria, lo que podría justificar los valores más bajos que se producen en este partido respecto a los otros dos.

#### ***USG (10'00 h).***

Es el registro intermedio entre los partidos, siendo muy parecido al del total de la muestra. Su incremento es significativo y el más acentuado de los tres, aunque refleja un buen nivel de hidratación, incluso al final del partido. Este registro, que identifica un proceso activo de deshidratación ( $p=0,007$ ), contrasta con los resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC, que muestran lo contrario.

Como ya se ha visto (*USG, T.P.*), la mayoría de los estudios que han utilizado este marcador para medir la deshidratación han encontrado niveles más elevados que los de este partido antes de la actividad (Godek et al., 2005; Bergeron et al., 2006, 2007; Hornery et al., 2007; Rivera et al., 2008; Silva et al., 2011; Kavouras et al., 2012; López-Mata et al., 2012; Petterson y Berg, 2014; Castro-Sepúlveda et al., 2015 y

Arnaoutis et al., 2015). Respecto al resultado obtenido al término del partido, la literatura científica ofrece datos en los que se advierte la alta frecuencia con que los deportistas concluyen sus actividades con una deshidratación considerable, en contraste con el obtenido en nuestra investigación que se sitúa en un estado de euhidratación (Al-Jaser y Hasan, 2005; Knetchle et al., 2010a, 2011; López-Mata et al., 2012; Arnaoutis et al. (2015).

Los estudios con niños de Wilk et al. (2014) y Martínez (2015), informan de niveles por debajo de 1,020 g/L, lo que sugiere que la menor capacidad de excreción de solutos por orina haya intervenido en ello. Dado que los resultados de nuestro estudio en este partido son más bajos que los de los anteriores autores, consideramos que tal diferencia ha podido producirse por la mayor duración de las pruebas y por su carácter exigente, frente al fútbol-7, deporte de esfuerzos cortos e intermitentes de alta intensidad, con la posibilidad de sustituciones, que permite el retraso del proceso de deshidratación.

#### ***Sodio (10'00 h).***

Los resultados de excreción de Na<sup>+</sup> están dentro de los límites que en niños se establece (Fischbach y Dunning, 2009). También es el registro intermedio de los tres partidos, y el carácter significativo de su incremento confirma que se produjo un proceso de deshidratación.

Pese a las características de este partido, sobre todo respecto a la T<sup>a</sup> en comparación con los otros dos partidos, los resultados indican que la tendencia de la excreción de Na<sup>+</sup> no se ve afectada por la menor T<sup>a</sup>, tal como han indicado Maughan et al. (2007) y Kurdak et al. (2010), sino que prevalece la opinión de Virvidakis et al. (1986) y Freund et al. (1991) respecto a que las intensidades submáximas producen un aumento de la excreción urinaria de Na<sup>+</sup>.

#### ***Uosm (10'00 h).***

Igualmente, supone el registro intermedio, situándose en cifras que indican un nivel de euhidratación y la eficacia del protocolo de hidratación previa aplicado a los participantes del partido, tal como lo hace la USG. Aún así, su incremento significativo, unido al de la USG y a la correlación existente entre ambos parámetros (Armstrong et al., 1994, 1998), indica la existencia de un proceso de deshidratación.

Como se ha dicho anteriormente en *Uosm (T.P.)*, los datos existentes en la bibliografía científica de ambos marcadores muestran niveles posteriores al esfuerzo, entrenamiento o partido, superiores al punto de corte y a los de este partido, tanto en adultos (Al-Jaser y Hasan, 2005; López-Mata, 2012) como en jóvenes (Gordon et al., 2015; Arnaoutis et al., 2015). Tan sólo en los estudios de MacLeod y Sunderland (2009) y O'Hara et al. (2010) se obtuvieron resultados parecidos.

En general, respecto al partido de las 10'00 horas, ante una climatología muy distinta de los otros encuentros, se nos presentan unos resultados nulos en las variables derivadas de la pérdida de PC, los más bajos de los tres partidos, siendo intermedios en las medidas de los marcadores urinarios, salvo en el pH, que es también el más bajo, aunque de ellos se desprende un proceso activo de deshidratación. En esta situación existe una aparente contradicción, pues los marcadores urinarios detectan que se produjo deshidratación y los derivados de la pérdida de PC no lo hacen. Creemos que los factores propios de este partido determinan una escasa sudoración, reduciendo así notablemente la pérdida de PC, aunque, por otro lado, los elementos bioquímicos movilizados por las necesidades fisiológicas del esfuerzo físico han sido excretados por la orina y detectados en la analítica, resultando identificar el proceso de deshidratación, corroborado por las correlaciones existentes entre la *Uosm* después de la actividad Vs el  $\text{Na}^+$  en orina después de la actividad ( $r^2=0,932$ ) y la *Uosm* después de actividad Vs la *USG* después de actividad ( $r^2=0,780$ ).

### **5.2.2. Partido de las 13'00 horas.**

Recordamos que el número de jugadores analizados en este partido es 11, uno menos que en el primer partido e igual que en el tercero, lo que ha supuesto un mayor tiempo de participación en el juego y un menor tiempo de estancia en el banquillo respecto al primer partido, en este caso a una  $T^a$  muy superior (el doble) a la del primero y parecida a la del tercero. Ante esto, los procesos de sudoración, y por tanto de deshidratación, se diferencian notablemente frente al partido de las 10'00 horas y son semejantes, que no iguales, al de las 17'00 horas.

Los jugadores de este partido eran de segundo año de la categoría ( $8,4 \pm 0,5$  años). Se jugó de visitante con victoria clara.

***Climatología (13'00 h).*** T<sup>a</sup>: 24,5°C / HR: 52 %).

En principio, vamos a establecer una circunstancia climática que podría ser reveladora. Maughan et al. (2010b) marcan la frontera climática en 12-15°C, a partir de la cual el rendimiento en fútbol se ve afectado, pudiendo ser eficaz la ingestión de líquidos para limitar los efectos perjudiciales sobre el rendimiento. Dado que el primer partido se desarrolló precisamente en este umbral y desprende los datos anteriormente descritos, veamos qué ocurre en este, siendo el partido en el que hubo mayor T<sup>a</sup>, el doble que en el primero y algo más de tres grados por encima del tercero. Los datos derivados del PC, siendo lógicamente más acentuados que en el primer partido, son inferiores a los del tercero, pero los marcadores urinarios aparecen como los que más representan un estado de deshidratación.

***Temperatura corporal (13'00 h).***

Sólo en este partido se observa un ligero incremento, probablemente por el ascenso de la T<sup>a</sup> durante el transcurso del mismo, debido a su horario.

***Peso corporal perdido (13'00 h).***

Este resultado, que es el intermedio de los tres partidos analizados, en comparación con futbolistas adultos (Maughan et al., 2004; Shirreffs et al., 2005) durante un entrenamiento de 90 minutos con futbolistas profesionales en ambiente templado ( $1,10 \pm 0,43$  kg con 24-29°C y  $1,23 \pm 0,50$  kg con  $32 \pm 3$ °C, respectivamente, está bastante por debajo, y más aun de los resultados de Aragón-Vargas et al. (2009), en un partido de competición profesional ( $2,58 \pm 0,88$  kg, con 34,9°C).

Más acorde con resultados en edades más tempranas, los valores obtenidos en el presente partido se asemeja a la media que nos ofrece Castillo (2014) en partidos de fútbol de distintas categorías: infantil, cadete y juvenil ( $0,7 \pm 0,45$  kg); en este mismo estudio, pero observando solamente los resultados de los jugadores juveniles, se obtuvieron resultados superiores al de nuestro estudio ( $1,00 \pm 0,53$  kg). En otras investigaciones, como en las llevadas a cabo por Guerra et al. (2004), también en un partido con adolescentes, se ha informado de una mayor pérdida de PC, distinguiendo entre los que tomaron bebidas con carbohidratos (1,14 kg) y los que lo hicieron sólo con agua (1,75 kg). Phillips et al. (2014), con jugadores juveniles, pero en este caso durante un entrenamiento, reportó una pérdida de PC de aproximadamente 0,40 kg.

***Porcentaje de peso corporal perdido (13'00 h).***

Considerando que la media de todos los participantes es  $1,66 \pm 1,80$  %, la de este partido la valoramos como un resultado elevado en relación a los datos recogidos de otros estudios, pudiendo comprometer el rendimiento físico y cognitivo al sobrepasar el 2 %, por lo que hay que estimarla de alerta fisiológica y peligro en el rendimiento.

De los resultados de estudios con niños y adolescentes en cualquier actividad, no hallamos ninguno que se acerque al registro de este partido (no sobrepasan el 1%), alguno que lo iguala:  $2,2 \pm 0,9$  % (Kurdak et al., 2010) y en el resto de literatura científica sólo encontramos algún registro superior en triatletas Ironman: hasta 3 % (Laursen et al., 2006), en partidos oficiales de fútbol-sala profesional:  $3,1 \pm 0,9$  % (García-Pellicer, 2009) y en partidos de fútbol profesional en ambiente caluroso:  $3,38 \pm 1,11$  % (Aragón-Vargas et al., 2009).

***Tasa de sudoración (13'00 h).***

La TS de este partido es sensiblemente superior a la del primer partido y algo inferior a la del tercero. Podemos valorarla algo baja en el contexto de datos que disponemos. De todos los estudios aludidos en este mismo apartado referido al total de la muestra, sólo encontramos dos que informen sobre TS más bajas, Yeargin et al. (2010) en entrenamiento de fútbol americano con adolescentes, los más pequeños:  $0,6 \pm 0,2$  L/h, y Castillo (2014) en partidos de fútbol con adolescentes: 0,66 L/h. Datos similares encontramos en Batchelder et al. (2010) durante un entrenamiento de hockey-hielo:  $0,8 \pm 0,5$  L/h, Barbero et al. (2006) en partidos de fútbol-sala:  $0,8 \pm 0,3$  L/h, y Yeargin et al. (2010) en entrenamiento de fútbol americano, los más mayores:  $0,8 \pm 0,1$  L/h. El resto de referencias expresan resultados más altos.

Debido a la edad de los niños de nuestra muestra, se considera que este análisis se corresponde con el hecho de que los niños deportistas tienen un umbral de sudoración más alto que los adultos y, por tanto, una TS menor (Sánchez-Valverde et al. (2014).

***pH (13'00 h).***

De los tres partidos, es el único en el que su incremento contiene significatividad estadística. Aunque el nivel previo es idéntico al del tercer partido, el posterior es el más elevado de todos.

La discusión de esta variable en este partido, por la similitud de los resultados, tiene el mismo enfoque que los ya comentados en *pH* (T.P. parr. 2-3).

#### ***USG - Uosm (13'00 h).***

Suponen los niveles más elevados, tanto antes como después, de entre los tres partidos y su incremento es significativo, pero manteniéndose dentro de unos niveles de hidratación válidos.

Por la correlación existente entre ambos parámetros (Armstrong et al., 1994, 1998), los resultados de la USG y la Uosm, en el inicio demuestran el efecto positivo de la aplicación del protocolo de hidratación previo a la competición, situando a los participantes en un nivel de euhidratación, permitiendo que los niveles finales no sobrepasasen los puntos de corte establecidos para marcar la deshidratación: USG > 1,020 g/L, Uosm > 700 mOsm/kg (Cheuvront y Sawka, 2005).

Encontramos un cierto paralelismo entre los resultados de estas variables en el estudio de Martínez (2015) y los del nuestro. Primeramente, hay que valorarlos como muy parecidos, pues se inicia cada actividad con los marcadores indicando estado de euhidratación y al término de ellas siguen sin sobrepasar los niveles de corte, aunque los valores de la USG son más altos antes y después en el estudio de Martínez (2015), y los de Uosm lo son más en el nuestro. Además, los incrementos de ambas variables son de magnitudes similares pero partiendo desde distintos niveles, lo que hace parecer que los incrementos en el grado de deshidratación son similares, a pesar de consistir en tipos de esfuerzos distintos.

#### ***Sodio (13'00 h).***

No sólo también son los niveles más elevados, tanto antes como después de los tres partidos y su incremento es asimismo significativo pero manteniéndose dentro de unos niveles de hidratación válidos, sino que además con una considerable magnitud, pues supone aproximadamente el doble respecto del primero y el triple del tercero. Planteamos que el motivo de ello quizá pudiese tener relación con el horario del partido y con la aportación de Na<sup>+</sup> que tuviesen los jugadores al tener que llevar a cabo una ingesta previa de alimento.

En general, respecto al partido de las 13'00 horas, encontramos los niveles de deshidratación más altos de los tres partidos considerando los marcadores urinarios,

pero no así cuando observamos los derivados de la pérdida de PC, ya que los del tercer partido (como veremos a continuación) son de mayor magnitud, aún cuando en el segundo se registró una T<sup>a</sup> más elevada.

### **5.2.3. Partido de las 17'00 horas**

Como hemos comentado, las condiciones de este partido fueron parecidas al anterior en T<sup>a</sup> y número de jugadores, siendo también de segundo año de la categoría. Se jugó de visitante con victoria apretada.

***Climatología (17'00 h).*** T<sup>a</sup>: 21,4°C / HR: 70 %).

El partido se desarrolló en una T<sup>a</sup> templada, algo más baja que en el segundo, aunque con una mayor HR.

***Temperatura corporal (17'00 h).***

Los jugadores comenzaron con la T<sup>a</sup>C más elevada de los tres partidos analizados, finalizando con un ligero descenso, posiblemente debido que la T<sup>a</sup> fue bajando a medida que transcurría el partido (recordemos que se celebró a mediados de diciembre).

***Peso corporal perdido (17'00 h).***

Los jugadores de este encuentro eran los que más alto PC presentaban y su pérdida representa la mayor obtenida de los tres partidos.

Aún así, aparentemente, tal pérdida no supone una magnitud excesiva si la comparamos con otras reflejadas en investigaciones sobre deshidratación en el deporte. De hecho, se han dado resultados similares en adultos, Maughan et al. (2004) en entrenamiento de fútbol en clima frío:  $1,10 \pm 0,43$  kg, Batchelder et al. (2010) en entrenamiento de hockey-hielo:  $1,1 \pm 0,3$  kg, Brandenburg y Gaetz (2012) en partidos de baloncesto femenino de élite:  $1,0 \pm 0,7$  kg, y Lee et al. (2014) en entrenamiento de rugby:  $1,0 \pm 0,4$  kg. Pocos son los estudios que informan sobre pérdidas de PC superiores en partidos de fútbol, Aragón-Vargas et al. (2009):  $2,58 \pm 0,88$  kg y Mueller (2013) con triatletas Ironman:  $1,9 \pm 0,8$  kg.

Respecto a datos en niños y adolescentes contamos con el estudio de Guerra et al. (2004) en un partido en el que tomando líquidos con carbohidratos perdieron 1,14 kg, pero al hacerlo sólo con agua fueron 1,75 kg; por otro lado, el de Castillo (2014)

analizando partidos de fútbol, con tiempos de competición ligeramente más altos que en nuestro estudio y, pese a ello, informa de pérdidas medias inferiores:  $0,70 \pm 0,45$  kg.

Tenemos que volver a reflejar que el carácter absoluto de este parámetro, en comparación con otros resultados, dado el escaso PC en nuestros participantes, puede impulsar a extraer conclusiones poco acertadas. Para ajustarlas hay que analizar el porcentaje de pérdida de PC.

#### ***Porcentaje de peso corporal perdido (17'00 h).***

Conviene resaltar que este dato supone una cifra que conlleva unos efectos sobre el organismo y el rendimiento deportivo que, si para los adultos hay que evitar, en los niños no se debería de producir.

Sabemos que es el registro más alto de esta variable en los tres partidos analizados en este estudio, estando en un nivel que puede suponer una disminución del rendimiento deportivo y cognitivo en ambientes cálidos o templados (Cheuvront et al., 2003; Casa et al., 2005; Institute of Medicine, 2005; Sawka et al., 2007). Bandelow et al. (2010) nos informan de que la deshidratación a partir de una pérdida de 2,5% PC, durante el ejercicio en el calor, puede tener un efecto claro sobre la función cognitiva, un aumento del riesgo de contracturas, calambres y lipotimias (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; Palacios et al., 2008; Roses y Pujol, 2006) y una reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva (Broad et al., 1996).

Al igual que en el partido de las 13'00 horas, los estudios con niños y adolescentes en cualquier actividad no presentan resultados que se acerquen al registro de este partido, y en el resto de literatura científica sólo encontramos algún registro superior en triatletas Ironman: hasta 3 % (Laursen et al., 2006) y en partidos oficiales de fútbol-sala profesional:  $3,1 \pm 0,9$  % (García-Pellicer, 2009).

Así que, sea por los efectos que acarrea la pérdida de este porcentaje de PC sobre el rendimiento, sea por las escasas referencias que tenemos próximas o por encima de este registro, la pérdida de  $\sim 3$  % de PC en niños de 8-9 años jugando al fútbol hay que valorarla como excesiva.

#### ***Tasa de sudoración (17'00 h).***

También es el registro más alto de los obtenidos en los partidos de nuestro estudio.



No tenemos constancia de resultados iguales o superiores en estudios con niños y adolescentes, para ello hay que acudir a la edad adulta en deportes de mucho esfuerzo. Así, Godek et al. (2010a) en entrenamiento fútbol americano, los jugadores NFL obtuvieron  $2,1 \pm 0,2$  L/h y los jugadores NCA  $1,8 \pm 0,1$  L/h, O'Hara et al. (2010) en partidos de rugby  $2,0 \pm 0,7$  L/h, García-Pellicer (2009) en partidos oficiales de fútbol-sala  $1,5 \pm 0,7$  L/h y García-Jiménez y Yuste (2010)  $2,6 \pm 0,9$  L/h.

Aproximándonos un poco más, los estudios realizados en fútbol en climas cálidos ofrecen datos que no se diferencian demasiado de los obtenidos en el nuestro; así, Maughan et al. (2004) en entrenamiento de 90 minutos  $1,38$  L/h y Shirreffs et al. (2005)  $1,46$  L/h; Aragón-Vargas et al. (2009) en partido, obtuvo  $2,26$  L/h.

El estudio de Castillo (2014), quizá con el que mejor podemos comparar el nuestro, ofrece unos resultados sensiblemente inferiores, tanto en el conjunto de la muestra como en cada una de las categorías que participaron; total:  $0,66 \pm 0,31$  L/h, infantiles:  $0,60 \pm 0,20$  L/h, cadetes:  $0,66 \pm 0,15$  L/h y juveniles:  $0,78 \pm 0,46$  L/h.

Con esto, consideramos que estamos ante un registro de TS elevado, que puede estar justificado si atendemos al mayor porcentaje de HR en este partido que en el segundo, teniendo una  $T^a$  similar (Maughan, Otani y Watson, 2012) y, quizás (según una apreciación subjetiva), a la mayor intensidad del encuentro.

#### ***pH (17'00 h).***

De inicio tiene el mismo nivel que en el segundo partido pero un menor incremento, aunque sin significatividad. El hecho del incremento supone un paralelismo con los dos partidos anteriores que confirma la posición de Moriguchi (2004), que marca incrementos en la excreción de  $\text{Na}^+$  en actividades de alto contenido anaeróbico.

La discusión de esta variable en este partido, por la similitud de los resultados, tiene el mismo enfoque que el *pH (13'00 h.)*.

#### ***USG (17'00 h).***

Resulta curioso constatar que este marcador urinario: *USG (17'00 h.)*, es el único, junto con *pH (10'00 h.)* y *pH (17'00 h.)*, que no alcanzan la significatividad estadística.

Es el partido que con menor nivel de USG se comienza y, además, en el que menos se acentúa su incremento (no significativo), no alcanzando los  $1,010$  g/L, por lo que se valora que se ha mantenido un buen estado de hidratación. Esto parece una

contradicción, pues los resultados en las pérdidas relacionadas con el PC (antes analizadas) muestran lo contrario. Se propone como posible causa de ello el retraso en la secreción de solutos (reacción biológica al esfuerzo físico intenso), no quedando reflejado en las analíticas al haberse recogido la orina inmediatamente después de concluir el encuentro.

No hemos encontrado en la literatura científica niveles de inicio semejantes, salvo en Brandenburg y Gaetz (2012) con 17 jugadoras de baloncesto de élite que mostraron  $1,005 \pm 0,002$  g/L tras la disputa de un partido, aunque no consta el registro al final del mismo. Respecto al resultado registrado al término del partido, no existe referencia que se asemeje, ni siquiera tenemos conocimiento de alguna en la que el nivel de USG bajara de 1,010 g/L.

#### ***Sodio (17'00 h).***

A los valores de  $\text{Na}^+$  le sucede algo parecido que a los de USG: parten y finalizan en el nivel más bajo de los tres partidos, aunque su incremento si tiene carácter significativo.

La discusión de esta variable en este partido, por la similitud de la evolución que presenta, tiene el mismo enfoque que *pH (13'00 h.)*.

#### ***Uosm (17'00 h).***

Igual que ocurre con  $\text{Na}^+$  y USG, los valores de partida de la Uosm son los más bajos de los tres partidos, y los finales también, manteniéndose en niveles normales representando un grado de hidratación bueno. No se ha podido encontrar ningún registro aproximado a los de nuestro estudio, siendo todos más elevados, incluido el de Martínez (2015). Se propone que la normalización de los niveles iniciales de Uosm puede ser debida a la hora del encuentro, ya que facilitaba un mayor tiempo de digestión presentando una menor Uosm.

En general, en el partido de las 17'00 horas, ocurre una manifestación inversa a la que vimos que le sucedía al partido de las 13'00 horas: descenso leve de la  $T^a$ , niveles de deshidratación más altos de los tres partidos considerando los derivados de la pérdida de PC y marcadores urinarios más bajos de los tres partidos.

### **5.3. POR DEMARCACIONES OCUPADAS EN EL TERRENO DE JUEGO.**

#### **5.3.1. Atendiendo al total de los participantes.**

Primeramente, abordaremos la discusión sobre las variables derivadas de la pérdida de PC, en las que los porteros presentan los resultados más altos respecto de las demás demarcaciones en las tres variables estudiadas, superando la barrera del 2% frente a los jugadores de campo que no llegan. Esta tendencia también se ha reflejado en estudios con adultos en partidos de fútbol-sala (Barbero et al., 2004; García Jiménez, 2009; García Jiménez et al., 2011), pero no en entrenamiento o partidos de fútbol-11 con adultos (Salum y Fiamoncini, 2006; Castillo, 2009), ni tampoco en distintas categorías de formación (Castillo, 2014), en las que se registraron resultados inversos, o sea, los porteros resultaron ser la demarcación con los resultados más bajos. Se sugiere que las dimensiones reducidas del fútbol-7 pueden propiciar que la participación directa de los porteros en las acciones de juego sea más continuada que en el fútbol-11.

En las demarcaciones de los jugadores de campo encontramos resultados similares a las obtenidas en fútbol-sala en adultos (García Jiménez et al., 2011; García Jiménez et al., 2014), aunque en estos estudios se aplicaron estrategias de hidratación que resultaron eficaces. En el caso de partidos de fútbol-11, observamos que los resultados en categorías inferiores (Castillo, 2014) siguen un paralelismo con el nuestro, ya que coincide que los registros más altos corresponden a los defensas, seguido de los centrocampistas, siendo los delanteros los que obtienen resultados más bajos; además, todos los porcentajes de pérdida de PC se sitúan entre el 1 y el 2%. Pero en adultos, tanto en entrenamiento como en partidos (Castillo, 2009), los resultados son inversos, siendo los defensas los que ofrecen registros más bajos, seguidos de los centrocampistas y los delanteros. Entendemos que estas diferencias pueden deberse al factor edad, que en el caso de los deportes colectivos permite una mayor economía de esfuerzo como consecuencia de la adquisición de experiencia táctica.

En relación a las variables urinarias, de las que apenas tenemos referencias en la literatura científica (sólo la de Godek et al., 2010b, en entrenamiento de fútbol americano), podemos decir que son los porteros los que presentan los valores más bajos en el pH antes del partido y más altos después, con un incremento significativo, mientras que las demás demarcaciones, también muestran incrementos, pero no

significativos. Esta mayor acidificación del medio en los porteros puede deberse a la exclusiva actividad anaeróbica que desarrollan durante el juego, frente a los jugadores de campo en los que se mezcla con la aeróbica.

En la variable USG, son los centrocampistas y delanteros, los que muestran incrementos significativos; los porteros, aunque presentan unos resultados similares a los de los delanteros, no tiene carácter significativo; los resultados de los defensas son los más bajos. Estos resultados pueden ser el reflejo de la mayor actividad continua unida a una alta intensidad que se exige a centrocampistas y delanteros en el cumplimiento de sus compromisos tácticos.

En el  $\text{Na}^+$ , la demarcación que obtiene los resultados más elevados es la de los delanteros, siendo significativo su incremento. Los porteros y centrocampistas también revelan incrementos significativos, mientras que en los defensas, con unos resultados parecidos a los centrocampistas, no son significativos.

En el caso de la Uosm, la demarcación con los resultados más altos corresponde a los delanteros; los centrocampistas, aún con resultados más bajos, también tienen carácter significativo. Así, y en coherencia con la correlación de este marcador con la USG, entendemos que estos resultados pueden estar relacionados con la continuidad e intensidad de los esfuerzos propios de estas demarcaciones.

### **5.3.2. Atendiendo a cada uno de los partidos**

Antes de discutir sobre el proceso de deshidratación producido en los distintos partidos por demarcaciones ocupadas en el terreno de juego, hay que advertir que, debido al escaso número de componente de cada línea, los resultados ofrecen poca potencia estadística, por lo que hay que mantener una gran relatividad respecto a ellos.

En este apartado, las circunstancias climáticas y la  $T^{\text{a}}\text{C}$  descritas y discutidas con anterioridad, hay que mantenerlas en consideración.

#### ***Partido 10'00 h.***

En las variables derivadas de la pérdida de PC, son los porteros los que registran los resultados más elevados en las tres variables, manifestando un cierto nivel de deshidratación, frente a los delanteros que presentan los más bajos. En el estudio de Purvis y Cable (2002) en entrenamiento simulando el juego de fútbol con 7 porteros,

hallaron un porcentaje de pérdida de PC de 0,8 %, inferior al de nuestro estudio. Tan sólo en dos estudios hemos hallado referencias que superen los resultados de los porteros de este partido: el primero, de Barbero et al. (2006), con jugadores profesionales de fútbol-sala en situación de competición oficial, en el que el resultado del porcentaje de pérdida de PC fue de  $1,70 \pm 0,50$  %, y el segundo, de García Jiménez (2009), también con jugadores profesionales de fútbol-sala, tras partidos de competición oficial, en el que los porteros tuvieron pérdidas de PC de  $1,02 \pm 0,49$  kg y en porcentaje de pérdida de PC  $2,87 \pm 0,70$  %, esto último muy por encima de los resultados en este estudio del portero en este partido.

Por otro lado, las referencias existentes en relación al fútbol, encontramos resultados dispares a los de nuestro estudio. Salum y Fiamoncini (2006), con jugadores profesionales de fútbol tras un entrenamiento de 2 horas y media, que obtuvieron 1,78 % de pérdida de PC. Castillo (2009), en partido con futbolistas amateur, encontró resultados para los porteros mayor en la pérdida de PC (0,70 kg) e inferior en el porcentaje de pérdida de PC (0,84 %), y en entrenamiento, por debajo de los de nuestro estudio. Respecto al resto de demarcaciones, los resultados extraídos de partido superan ampliamente a los recogidos en nuestro estudio en pérdida de PC y porcentaje de pérdida de PC, y los de entrenamiento, son similares los de pérdida de PC e inferiores los de porcentaje de pérdida de PC.

El trabajo de Castillo (2014), con jugadores de fútbol de distintas categorías de formación, en partidos oficiales de selecciones autonómicas, reporta resultados inferiores a los de nuestro estudio en los porteros, en el conjunto de la muestra y en cada una de las categorías, pero superiores en el resto de demarcaciones, debido a la normalidad existente en los resultados de este estudio, frente a los irregulares que ofrece el nuestro en el partido de las 10'00 horas, en tanto que son los porteros los que mayor deshidratación demuestran.

En cuanto a los marcadores urinarios, en este partido se producen incrementos no significativos en casi todas las variables, en todas las demarcaciones, excepto en  $\text{Na}^+$  y  $\text{Uosm}$  de los centrocampistas y en el pH de los delanteros. El pH de defensas y centrocampistas extrañamente descienden respecto al nivel inicial. Destaca, por su proximidad a la deshidratación significativa (Casa, 2000), el  $1,017 \pm 0,018$  g/L en la

USG de los porteros después del partido, que parece poder relacionarse con los resultados derivados de la pérdida de PC comentados en los párrafos anteriores.

### ***Partido 13'00 horas.***

Como ya se expuso en el apartado de discusión general en el partido de las 13'00 horas, las condiciones climatológicas parecen influir en el nivel de deshidratación registrado, normalizándolo respecto al primer partido, y que valoramos como algo más que moderada en relación a los resultados de las variables derivadas de la pérdida de PC.

En este partido, en las variables derivadas de la pérdida de PC, los resultados indican que el defensa (n=1) sufre mayor deshidratación que el resto de las demarcaciones, seguido por los delanteros, centrocampistas, y porteros.

Veamos los datos que nos ofrece la literatura científica. En el estudio de Barbero et al. (2006) con jugadores profesionales de fútbol-sala, encontramos resultados algo más altos en el porcentaje de pérdida de PC de los porteros ( $1,7 \pm 0,5$  %), pero más bajos en los jugadores de campo ( $1,1 \pm 0,9$ %), mientras que en el de García Jiménez (2009), los datos recogidos son superiores a los de nuestro estudio tanto para porteros ( $2,87 \pm 0,70$  %), como para defensas ( $2,55 \pm 0,70$  %) y atacantes ( $3,49 \pm 0,87$  %).

En fútbol amateur, Salum y Fiamoncini (2006), en entrenamiento los defensas tuvieron un porcentaje de pérdida de PC de 1,04 % y atacantes 0,76 %, ambas inferiores a los de nuestro estudio, pero en el portero el resultado obtenido (1,78 %) es más alto. En Castillo (2009), en entrenamiento, se registraron resultados inferiores en todas las demarcaciones en pérdida de PC y porcentaje de pérdida de PC, y en partido, los resultados de pérdida de PC son superiores, pero inferiores en porcentaje de pérdida de PC, en todas las demarcaciones. En el laborioso estudio de Castillo (2014), en partidos oficiales de selecciones autonómicas, con jugadores de fútbol de distintas categorías de formación, no hallamos ningún registro superior en pérdida de PC, porcentaje de pérdida de PC y TS, ni en el conjunto de la muestra ni en ninguna de las tres categorías objeto de estudio. Pudiendo valorar estos resultados como normales, los resultados de nuestro estudio hay que considerarlos de deshidratación avanzada. Hay que destacar que el porcentaje de pérdida de PC de 4,40 % en la defensa (n=1) de nuestro estudio, supone una cifra muy elevada de la que no tenemos referencias en la literatura científica en el contexto futbolístico.

Por otro lado, en este partido, se registran valores normales, con incrementos en todas las variables urinarias y descensos en el PC en todas las demarcaciones, aunque con carácter significativo tan sólo en  $\text{Na}^+$  de los porteros, el PC de los centrocampistas y  $\text{Na}^+$  y el PC de los delanteros. Resaltan los valores después del partido por encima de 700 mOmol/kg de la Uosm de porteros y delanteros, así como los  $1,017 \pm 0,010$  g/L de la USG de estos últimos.

### ***Partido 17'00 horas.***

En este partido, al igual que en el anterior, en las variables derivadas de la pérdida de PC, los resultados indican que los porteros sufren mayor deshidratación que el resto de las demarcaciones, seguido por la defensa, los centrocampistas y delanteros.

El estudio de Barbero et al. (2006) revela resultados de porcentaje de pérdida de PC, en porteros:  $1,7 \pm 0,5$  %, en jugadores de campo:  $1,1 \pm 0,9$  %), parecidos al de este partido; en el de García Jiménez (2009), todos los datos referidos a PC perdido y porcentaje de PC perdido son más bajos que en nuestro estudio excepto el porcentaje de PC perdido en los delanteros ( $3,49 \pm 0,87$  %). Asimismo, los resultados sobre porcentaje de pérdida de PC que expresan Salum y Fiamoncini (2006), en entrenamiento de futbolistas amateur, son inferiores en todas las demarcaciones respecto a los de este partido de nuestro estudio.

En el estudio de Castillo (2009), también con futbolistas amateur, en entrenamiento, igual que en el partido de las 13'00 horas, se registraron resultados inferiores en todas las demarcaciones en pérdida de PC y porcentaje de pérdida de PC, y, por el contrario, en partido, los resultados de pérdida de PC y porcentaje de pérdida de PC en delanteros son superiores, pero inferiores en todas las demás demarcaciones.

En Castillo (2014) no hallamos ningún registro superior en pérdida de PC, porcentaje de pérdida de PC y TS, ni en el conjunto de la muestra ni en ninguna de las tres categorías objeto de estudio. Igual que en el partido de las 13'00, si valoramos estos resultados como normales, los resultados de este partido hay que considerarlos de deshidratación avanzada. Cabe destacar que los porcentajes de pérdida de PC de todas las demarcaciones son bastante altos y, en concreto, el de los porteros ( $4,54 \pm 1,33$  %) y la defensa (3,3, %) hay que catalogarlos de excesivos, suponiendo unas cifras tan elevadas que no tenemos referencias en la literatura científica en el contexto futbolístico, excepto la más alta encontrada correspondiente al estudio de Aragón-

Vargas et al. (2009), durante un partido de competición de fútbol profesional, con una T<sup>a</sup>C de 34,9°C y una HR del 35,4 %, en el que se halló un porcentaje de pérdida de PC de  $3,38 \pm 1,11$  %.

En relación a las variables urinarias, se registran valores normales, con incrementos en todas las variables urinarias y decrementos en el PC en todas las demarcaciones, aunque con carácter significativo tan sólo en el PC de los porteros, y Na<sup>+</sup>, Uosm y el PC de los centrocampistas, siendo estos los que más deshidratación presentan. Destacan en todas las demarcaciones los bajos niveles de Na<sup>+</sup> y sus escasos incrementos, así como la Uosm baja en porteros, defensas y centrocampistas. Contrastan estos resultados, que manifiestan un escaso grado de deshidratación, con los vistos en los derivados de la pérdida de PC, donde, como hemos visto, había resultados de una gran magnitud.





**6.**

# **CONCLUSIONES**



## 6. CONCLUSIONES.

1. Desde una perspectiva genérica, el presente estudio muestra que la participación de niños de 8-9 años de edad en un partido oficial de fútbol-7, en el que se enfrentan a requerimientos físicos elevados, da lugar a procesos de deshidratación a pesar de partir de un estado euhidratado.
2. La aplicación de un protocolo previo de ingesta de líquidos adecuado ayuda a situar a los niños en un estado de euhidratación pre-competición.
3. La climatología y la posibilidad de beber *ad libitum* parecen ser factores influyentes en el citado proceso de deshidratación.
4. En niños, en la valoración de la deshidratación a través de las variables derivadas del PC, hay que prestar especial atención al porcentaje de pérdida de PC, ya que tanto el PC perdido y la TS (al ser valores absolutos) pueden inducir a una interpretación errónea cuando se compara con adultos.
5. Los valores obtenidos en los marcadores urinarios tras el partido presenta una alta correlación con las variables de PC perdido y T<sup>a</sup> de la disputa de cada partido.
6. En relación a la demarcación ocupada en el terreno de juego y el tiempo de juego de cada jugador, parecen no ser influyentes con respecto al proceso de deshidratación.
7. Se recomienda aplicar programas de intervención educativa para mejorar la concienciación y práctica de una correcta hidratación en el ámbito deportivo antes, durante y después de su realización.



**7.**

**LIMITACIONES Y  
PROSPECTIVAS DE  
INVESTIGACIÓN**



## **7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN**

Una vez concluido el proceso y la redacción del trabajo de investigación, creemos oportuno añadir las consideraciones respecto a las limitaciones que se han encontrado para llevarla a cabo y las proyecciones que creemos pueden derivarse de las conclusiones del presente trabajo.

### ***Limitaciones de la investigación.***

Tenemos que agradecer que no hemos encontrado límites a nuestras expectativas, ni en el plano económico ni en el personal, pues se ha dispuesto de la suficiente cobertura por parte de los Departamentos de Expresión Plástica, Dinámica y Musical (UM) y Departamento de Educación Artística y Corporal (UCO), implicados en el presente trabajo, así como de la prestación desinteresada de personas que han ayudado en su desarrollo.

Podríamos hablar de dificultad si nos referimos a la aplicación del protocolo científico en contexto de campo en circunstancias de competición oficial, cuestión que se allanó en tanto que los participantes siguieron perfectamente las directrices y, asimismo, por la pericia de los investigadores.

### **Proyecciones de la investigación.**

En base a la escasa producción científica existente sobre deshidratación por actividad física y deportiva en edades prepuberales, a pesar de la magnitud de niños-as que participan de ello, creemos que este estudio puede servir como plataforma de impulso para continuar en la búsqueda de las soluciones más oportunas según las circunstancias en las se generen las problemáticas.

Aún cuando para el presente trabajo se llevó a cabo un esfuerzo que permitiese contar con una muestra mayor que la propia de realizarlo en un único equipo, abogamos por un incremento del muestreo en las condiciones de este estudio que amplie la validez de los resultados. También, conocedores de que las categorías federativas en esta modalidad deportiva van en aumento, inverso a la edad, con el consiguiente supuesto riesgo (pues en realidad se desconoce) de someter a los rigores competitivos a niños-as cada vez más pequeños, sugerimos la ampliación del rango de edad en futuros estudios sobre la incidencia de la deshidratación en las distintas edades infantiles.





**8.**

**REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abián-Vicén J; Abián P. (2012). Dehydration of school-age children. *Journal of Sport and Health Research*. 4(3), 223-232.
- Abián-Vicén, J., Del Coso, J., González-Millán, C., Salinero, J. J. y Abián. P. (2012). Analysis of dehydration and strength in elite badminton players. *PLoS One.*, 7(5), e37821.
- Abt, G., Zhou, S. y Weatherby, R. (1998). The effect of a high carbohydrate diet on the skill performance of midfield soccer players after intermittent treadmill exercise. *Journal of Science and Medicine in sport*, 1(4), 203-212.
- ACSM-American College of Sports Medicine, Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J., Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.*, 39, 377-390.
- Adams, J., Kavouras, S. A., Robillard, J. I., Bardis, C. N., Johnson, E. C., Ganio, M. S., McDermott, B.P. y White, M. A. (2016). Fluid Balance of Adolescent Swimmers During Training. *J Strength Cond Res.*, 30(3):621-5.
- Adan, A. (2012). Cognitive performance and hydration. *J Am Coll Nutr*, 1(2), 71-78.
- Afshar, R., Sanavi, S. y Nadooshan, J. (2009). Urinary sodium and potassium excretion following karate competitions. *Iranian Journal of Kidney Diseases*, 3(2), 553-559.
- Alexy, U., Cheng, G., Libuda, L., Hilbig, A. y Kersting, M. (2012). 24 h-Sodium excretion and hydration status in children and adolescents--results of the DONALD Study. *Clin Nutr.*, 31(1), 78-84.
- Al-Jaser, T. A. y Hasan, A. A. (2006). Fluid loss and body composition of elite Kuwaiti soccer players during a soccer match. *J Sports Med Phys Fitness*. 46(2), 281-285.
- Allan, J. R. y Wilson C.G. (1971). Influence of acclimatization on sweat sodium concentration. *J. Appl. Physiol.*, 30, 708-712.

- Almond, C. S. D., Shin, A. Y., Fortescue, E. B., Mannix, R. C., Wypij, D., Binstadt, B. A. (...) Greenes, D. S. (2005). Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N. Engl. J. Med.* 352, 1550-1556.
- Altman, P. L. (1961). *Blood and other body fluids*. Washington D.C.: Federation of American Societies of Experimental Biology.
- Aoki, K., Nakao, A., Adachi, T., Matsui, Y. y Miyakawa, S. (2012). Pilot study: Effects of drinking hydrogen-rich water on muscle fatigue caused by acute exercise in elite athletes. *Med Gas Res.*, 2(1), 12.
- Aragón-Vargas, L. F., Moncada-Jiménez, J., Hernández-Elizondo, J., Barrenechea, A. y Monge-Alvarado, M. (2009). Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *European Journal of Sport Science*, 9(5), 269–276.
- Aragón-Vargas, L. F., Wilk, B., Timmons, B. W. y Bar-Or, O. (2013). Body weight changes in child and adolescent athletes during a triathlon competition. *Eur J Appl Physiol.*, 113(1), 233-239.
- Aranceta, J., Gil, A., Marcos, A., Pérez, C., Serra, L., Varela, G., Drewnowski, A. (...) y Partearroyo, T. (2016). Conclusions of the II International and IV Spanish Hydration Congress. Toledo, Spain, 2nd-4th December, 2015. *Nutrición Hospitalaria*, 33(3), 1-3.
- Armstrong, L.E., Hubbard, R.W., Szlyk, P.C., Matthew, W.T. y Sils, I.V. (1985). Voluntary dehydration and electrolyte losses during prolonged exercise in the heat. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 56, 765-770.
- Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Castellani, J. W., Bergeron, M. F., Kenefick, R. W., LaGasse, K. E. y Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr*, 4, 265-279.
- Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Gabaree, C.V., Hoffman, J. R., Kavouras, S. A., Kenefick, R.W., Castellani, J.W. y Ahlquist, L. E. (1997a). Thermal and circulatory responses during exercise: Effects of hypohydration, dehydration and water intake. *Journal of Applied Physiology*, 82, 2028-2035.

- Armstrong, L.E., Kenefick, R.W., Castellani, J.W., Riebe, D., Kavouras, S.A., Kuznicki, J.T. y Maresh, C.M. (1997b). Bioimpedance spectroscopy technique: intra-, extracellular, and total body water. *Med Sci Sports Exerc.*, 29(12), 1657-1663.
- Armstrong, L. E., Soto, J. A., Hacker, F. T. Jr., Casa, D. J., Kavouras, S. A. y Maresh, C. M. (1998). Urinary indices during dehydration, exercise and rehydration. *Int J Sport Nutr.*, 8, 345–355.
- Armstrong, L. E. (2000). *Performing in extreme environments*. Champaign: Human Kinetics.
- Armstrong, L. E. (2005). Hydration assessment techniques. *Nutr Rev.*, 63, 40-54.
- Armstrong, L. E., Ganio, M. S., Klau, J. F., Johnson, E. C., Casa, D. J. y Maresh, C. M. (2014). Novel hydration assessment techniques employing thirst and a water intake challenge in healthy men. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 39(2), 138-144.
- Arnautis, G., Kavouras, S. A., Kotsis, Y. P., Tsekouras, Y. E., Makrillos, M. y Bardis, C. N. (2013). Ad libitum fluid intake does not prevent dehydration in suboptimally hydrated young soccer players during a training session of a summer camp. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 23(3), 245-251.
- Arnautis, G., Kavouras, S. A., Angelopoulou, A., Skoulariki, C., Bispikou, S., Mourtakos, S. y Sidossis, L. S. (2015). Fluid balance during training in elite young athletes of different sports. *J Strength Cond Res.*, 29(12), 3447–3452.
- Assael, B. A., Cipolli, M., Meneghelli, I., Passiu, M., Cordioli, S., Tridello, G.(...) y Friedlander, G. (2012). Italian Children Go to School with a Hydration Deficit. *J Nutr Disorders Ther*, 2, 114.
- Asselin, M. C., Kriemler, S., Chettle, D. R., Webber, C. E., Bar-Or, O. y McNeill, F. E. (1998). Hydration status assessed by multi-frequency bioimpedance analysis. *Appl. Radiat. Isot.*, 49, 495-497.
- Bachle, L., Eckerson, J., Albertson, L., Ebersole, K., Goodwin, J. y Petzel, D. (2001). The effect of fluid replacement on endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 217-224.

- Baker, L.B., Conroy, D.E. y Kenney, W.L. (2007). Dehydration impairs vigilance-related attention in male basketball players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(6), 976-983.
- Balsom, P.D., Wood, K., Olsson, P. y Ekblom, B. (1999). Carbohydrate intake and multiple sprint sports: with special reference to football (soccer). *International Journal of Sports Medicine*, 20(1), 48-52.
- Bandelow, S., Maughan, R., Shirreffs, S., Ozgüven, K., Kurdak, S. (...) y Dvorak, J. (2010). The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scand J Med Sci Sports*, 20(3), 148-160.
- Barbany, J. R. (1986). *Fisiología del esfuerzo*. Barcelona: Institut nacional d'educació física de Catalunya.
- Barbany, J. R. (2002). *Alimentación para el deporte y la salud*. Barcelona: Martínez Roca.
- Barbero, J. C., Castagna, C. y Granda, J. (2006). Deshidratación y reposición hídrica. Efectos de un programa de intervención sobre la pérdida de líquidos durante competición. *Motricidad*, 17, 97-110.
- Bar-Or, O., Dotan, R., Inbar, O., Rotshtein, A. y Zonder H. (1980). Voluntary hypohydration in 10 to 12 year old boys. *J Appl Physiol*, 48, 104-108.
- Bar-Or, O., Blimkie, C. J., Hay, J.A., MacDougall, J.D., Ward, D.S. y Wilson, W.M. (1992). Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. *Lancet*, 339, 696-699.
- Bar-Or, O. y Unnithan, V. B. (1994). Nutritional requirements of young soccer players. *J Sports Sci.*, 12, 39-42.
- Barr, S. I., Costill, D. L. y Fink, W. J. (1991). Fluid replacement during prolonged exercise: Effects of water, saline, or no fluid. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 811-817.

- Bartok, C., Schoeller, D. A., Sullivan, J. C., Clark, R. R. y Landry, G.L. (2004). Hydration testing in collegiate wrestlers undergoing hypertonic dehydration. *Med Sci Sports Exerc.*, 36(3), 510-517.
- Batchelder, B. C., Krause, B. A., Seegmiller, J.G. y Starkey, C. A. (2010). Gastrointestinal temperature increases and hypohydration exists after collegiate men's ice hockey participation. *J Strength Cond Res.*, 24(1), 68-73.
- Baylis, P. (1980). Hyponatremia and hypernatremia. *Clin. Endocrinol Metab.*, 9, 625-637.
- Below, P.R., Mora-Rodriguez, R., Gonzalez-Alonso, J. y Coyle, E.F. (1995). Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h. of intense exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 200-210.
- Bergeron, M. F, Waller, J. L. y Marinik, E. L. (2006). Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports beverage versus water. *Br J Sports Med.*, 40, 406-410.
- Bergeron, M. F., McLeod, K. S. y Coyle, J. F. (2007). Core body temperature during competition in the heat: national boys' 14s junior tennis championships. *Br J Sports Med.*, 41, 779-783.
- Bergeron, M. F. (2009). Youth sports in the heat: recovery and scheduling considerations for tournament play. *Sports Med.*, 39(7), 513-522.
- Bergeron, M. F. (2014). Hydration and thermal strain during tennis in the heat. *Br J Sports Med.*, 48(1)12-7.
- Berneis, K. y Keller, U. (2000). Bioelectrical impedance analysis during acute changes of extracellular osmolality in man. *Clin. Nutr.*, 19, 361-366.
- Bitterman, W. A., Farhadian, H., Abu Samra, C., Lerner, D., Amoun, H., Krapf, D. y Makov, U. E. (1991). Environmental and water metabolism factors significantly associated with cancer of the urinary tract among different ethnic groups. *Urologic Clinics of North America*, 18, 501-508.



- Black, K. E., Huxford, J., Perry, T. y Brown, R. C. (2013). Fluid and sodium balance of elite wheelchair rugby players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 23(2), 110-118.
- Bouzas, J. C. (2000). *Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración*. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Murcia. Murcia.
- Brandenburg, J. P. y Gaetz, M. (2012). Fluid balance of elite female basketball players before and during game play. *Int J Sport Nutr Metab Exerc.*, 22 (5), 347-352.
- Broad, E. M., Burke, L. M., Cox, G. R., Heeley, P. y Riley, M. (1996). Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 6, 307-320.
- Brown, A. H. (1947). Dehydration exhaustion. En: E. F. Adolf (ed.), *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers.
- Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T. y Keys, A. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.*, 26;110:113-40.
- Bruemmer, B., White, E., Vaughan, T. L. y Cheney, C. L. (1997). Fluid intake and the incidence of bladder cancer among middle-aged men and women in a three-county area of western Washington. *Nutrition and cancer*, 29, 163-168.
- Brook, C. G. (1971). Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child.*, 46,182-184.
- Burdon, C. A., Johnson, N. A., Chapman, P.G. y O'Connor, H. T. (2012). Influence of beverage temperature on palatability and fluid ingestion during endurance exercise: a systematic review. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 22(3), 199-211.
- Burke, L. M. y Hawley, J. A. (1997). Fluid balance in team sports. Guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, 24, 38-54.
- Burke, L. M., Kiens, B. e Ivy, J. L. (2004). Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci.*, 22(1), 15-30.

- Burke, L. M. (2006). *Swimmings and rowing. Applied Sport Nutrition*. Illinois: Human Kinetics.
- Burke, L. M. y Maughan, R. J. (2015). The Governor has a sweet tooth-mouth sensing of nutrients to enhance sports performance. *Eur J Sport Sci.*, 15(1), 29-40.
- Caldwell, J. E., Ahonen, E. y Nousiainen, U. (1984). Differential effects of sauna-diuretic and exercise-induced hypohydration. *Journal of Applied Physiology*, 57, 815-821.
- Casa, D. J., Armstrong, L. E., Hillman, S. K., Montain, S. J., Reiff, R. V., Rich, B. S. (...) y Stone, J. A. (2000). National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35, 212-224.
- Casa, D. J., Clarkson, P. M. y Roberts, O. W. (2005). American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr. Sports Med. Rep.*, 4, 115-127.
- Casado, A., Garea, E., Gil, P., Moreno, N., Ramos, P. y Rodríguez, J. (2011). *Guía de Buena Práctica Clínica en Gerontología*. Hidratación y salud. Recuperado: <https://www.segg.es/download.asp?.../Gu%C3%ADa%20de%20buena%20pr%C3%A1ctica%20el%202/08/2014>.
- Castillo, A. (2009). *Comparación entre un partido de competición y entrenamiento, sobre reposición hídrica y su efecto en niveles de deshidratación en jugadores de fútbol no profesionales en función de la posición ocupada en el terreno de juego*. (Suficiencia investigadora, DEA). Universidad de Murcia, Murcia.
- Castillo, A. (2014). *Peso perdido y líquido ingerido y perdido en jugadores de fútbol de categoría infantil, cadete y juvenil en función de la posición ocupada en la competición*. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Murcia. Murcia.
- Castro-Sepúlveda, M., Astudillo, S., Álvarez, C., Zapata-Lamana, R., Zbinden-Foncea, H., Ramírez-Campillo, R. y Jorquera, C. (2015). Prevalence of dehydration before training in professional Chilean soccer players. *Nutr Hosp.*, 32(1), 308-311.

- Chapelle, L., Tassignon, B., Aerenhouts, D., Mullie, P. y Clarys, P. (2017). El estado de hidratación de las jóvenes jugadoras de élite durante un torneo oficial. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(9), 1186-1194.
- Cheuvront, S. N. y Haymes, E. M. (2001). Thermoregulation and marathon running: Biological and environmental influences. *Sports Medicine*, 31, 743-762.
- Cheuvront, S. N., Carter III, R. y Sawka, M. N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Current Sports Medicine Reports*, 2, 202-208.
- Cheuvront, S. N., Carter III, R., Montain, S. J. y Sawka, M. N. (2004). Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14, 532-540.
- Cheuvront, S. N. y Sawka, M. N. (2005). *Hydration assessment of athletes*. Sports Science Exchange No. 97. Barrington, IL: Gatorade Sports Science Institute.
- Cheuvront, S. N., Fraser, C. G., Kenefick, R. W., Ely, B. R. y Sawka, M. N. (2011). Reference change values for monitoring dehydration. *Clin Chem Lab Med.*, 49(6), 1033-1037.
- Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P. A., Raphel, C., Jiménez, C. y Melin, B. (2000). Influence of variation in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology*, 14, 29-36.
- Cian, C., Barraud, P. A., Merlin, B., Raphel, C. (2001) Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *Int. J. Psychophysiol.*, 42(3), 243-251.
- Clarke, N. D., Drust, B., MacLaren, D. P. y Reilly, T. (2005). Strategies for hydration and energy provision during soccer-specific exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 15(6), 625-640.
- Cleary, M. A., Hetzler, R. K., Wasson, D., Wages, J. J., Stickley, C. y Kimura, I. F. (2012). Hydration behaviors before and after an educational and prescribed hydration intervention in adolescent athletes. *J Athl Train.*, 47(3), 273-281.

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates
- Cosgrove, S. D., Love, T. D., Brown, R. C., Baker, D. F., Howe, A. S. y Black, K. E. (2014). Fluid and electrolyte balance during two different pre-season training sessions in elite rugby union players. *J Strength Cond Res.*, 28(2), 520-527.
- Coyle, E. F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22, 39-55.
- Cunniffe, B., Fallan, C., Yau, A., Evans, G. H. y Cardinale, M. (2015). Assessment of physical demands and fluid balance in elite female handball players during a 6-day competitive tournament. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 25(1), 78-88.
- D'Anci, K. E., Constant, F. y Rosenberg, I. H. (2006). Hydration and cognitive function in children. *Nutrition Reviews*, 64(10), 457-464.
- Darnell, A. (1996). Estructura y funcionalismo renal. En: P. Farreras, C. Rozman. *Medicina Interna (13ª ed)*. Barcelona: Doyma.
- Dauterman, K. W., Bennett, R. G. y Greenough, I. W.B. (1995). Plasma specific gravity for identifying hypovolaemia. *J Diarrhoeal Dis Res*, 13, 33-38.
- Decher, N. R., Casa, D. J., Yeargin, S. W., Ganio, M. S., Levrault, M. L., Dann. C. L. (...) y Brown, S. W. (2008). Hydration status, knowledge, and behavior in youths at summer sports camps. *Int J Sports Physiol Perform.*, 3(3), 262-278.
- Dempster, S., Britton, R., Murray, A. y Costa, R. (2013). Case Study: Nutrition and Hydration Status During 4254km of Running Over 78 Consecutive Days. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 23(5), 533-541.
- Diem, K. (1962). *Documenta Geigy Scientific Tables*. Manchester: Geigy Pharmaceutical Company Limited.
- Dill, D. B. y Costill, D. L. (1974). Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol*, 37, 247-248.

- Downey, D. y Seagrave, R. C. (2000). Mathematical modelling of the human body during water replacement and dehydration: body water changes. *Annals of Biomedical Engineering*, 28(3), 278-290.
- Dubnov-Raz, G., Constantini, N. W., Yariv, H., Nice, S. y Shapira, N. (2011). Influence of water drinking on resting energy expenditure in overweight children. *Int J Obes (Lond)*, 35(10), 1295-1300.
- Duffield, R., McCall, A., Coutts A. J. y Peiffer, J. J. (2012). Hydration, sweat and thermoregulatory responses to professional football training in the heat. *J Sports Sci.*, 30(10), 957-965.
- Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-Jones, M. J., Rankin, D. M., Noakes, T. D. y Shillington, D. P. (2007). Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br J Sports Med.*, 41(6), 385-391.
- Edwards, A. M. y Noakes, T. D. (2009). Dehydration: cause of fatigue or sign of pacing in elite soccer? *Sports Med.*, 39(1), 1-13.
- EFSA- European Food Safety Authority (2010). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal*, 8(3), 1459. Available online: [www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1459.htm](http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1459.htm)
- EHI- European Hydration Institute (2012). La European Food Safety Authority (EFSA) publica nuevas recomendaciones para la ingesta de agua en humanos. *EHIAdmin*, septiembre.
- Ely, B. R., Chevront, S. N., Kenefick, R. W. y Sawka, M. N. (2011). Limitations of salivary osmolality as a marker of hydration status. *Med Sci Sports Exerc.*, 43(6), 1080-1084.
- Ely, B. R., Sollanek, K. J., Chevront, S. N., Lieberman, H. R. y Kenefick, R. W. (2013). Hypohydration and acute thermal stress affect mood state but not cognition or dynamic postural balance. *Eur J Appl Physiol.*, 113(4), 1027-1034.

- Endo, M. Y., Kajimoto, C., Yamada, M., Miura, A., Hayashi, N., Koga, S. y Fukuba, Y. (2012). Acute effect of oral water intake during exercise on post-exercise hypotension. *Eur J Clin Nutr.*, 66(11), 1208-1213.
- Engell, D. B., Maller, O., Sawka, M. N., Francesconi, R. N., Drolet, L. y Young, A. J. (1987). Thirst and fluid intake following graded hypohydration levels in humans. *Physiology and Behavior*, 40, 229-236.
- Ersoy, N., Ersoy, G. y Kutlu, M. (2016). Assessment of hydration status of elite young male soccer players with different methods and new approach method of substitute urine strip. *J Int Soc Sports Nutr.*, 2;13(1):34.
- Epstein, Y., Keren, G., Moisseiev, J., Gasco, O. y Yachin, S. (1980). Psychomotor deterioration during exposure to heat. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 51, 607-610.
- Evans, G. H., Shirreffs, S. M. y Maughan, R. J. (2009). Postexercise rehydration in man: the effects of carbohydrate content and osmolality of drinks ingested ad libitum. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 34(4), 785-793.
- Evans, G. H., Watson, P., Shirreffs, S. M. y Maughan, R. J. (2016). The effect of exercise intensity on subsequent gastric emptying rate in humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 26(2), 128-34.
- Falk, B. y Dotan, R. (2008). Children's thermoregulation during exercise in the heat: a revisit. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 33(2), 420-427.
- Fallowfield, J. L., Williams, C., Booth, J., Choo, B. H. y Grouns, S. (1996). Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running. *J Sports Sci.*, 14(6):497-502.
- Febbraio, M. A., Parkin, J. A., Baldwin, L., Zhao, S., y Carey, M. F. (1995). *Metabolic indices of fatigue in prolonged exercise at different ambient temperatures*. Abstract of poster presentations (17): *Dehydration, Rehydration and Exercise in the Heat*. Nottingham: England.

- Fernández-Elías, V. E., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J. M., Morán-Navarro, R., Pallarés, J. G., Sánchez, E. C., y Mora Rodríguez, R. (2014). Validity of Hydration Non-Invasive Indices during the Weightcutting and Official Weigh-In for Olympic Combat Sports. *PLoS ONE*, 9(4): e95336.
- FIFA (2006). *FIFA Big Count 2006: 270 million people active in football*. Recuperado de [http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage\\_7024.pdf](http://www.fifa.com/mm/document/fifafacts/bcoffsurv/bigcount.statspackage_7024.pdf)
- Fischbach, F. T. y Dunning, M. B. III. (2009). *Manual of Laboratory and Diagnostic Tests. (8th ed.)* Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- FNB-Food and Nutrition Board (2004). Panel on *Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water*. En: Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate*. Washington DC: National Academies Press.
- Fortes, M. B., Diment, B. C., Di Felice, U., Gunn, A. E., Kendall, J. L., Esmaeelpour, M. y Walsh, N. P. (2011). Tear fluid osmolarity as a potential marker of hydration status. *Med Sci Sports Exerc.*, 43(8), 1590-1597.
- Francesconi, R. P., Hubbard, R. W., Szlyk, P. C., Schnakenberg, D., Carlson, D., Leva, N. (...) y Moore, D. (1987). Urinary and hematologic indexes of hypohydration. *J Appl Physiol.*, 1271-1276.
- Freund, B. J., Shizuru, E. M., Hashiro, G. M. y Claybaugh, J. R. (1991) Hormonal, electrolyte, and renal responses to exercise are intensity dependent. *Journal of Applied Physiology*, 70(2), 900-906.
- Freund, B. J., Montain, S. J., Young, A. J., Sawka, M. N., De Luca, J. P., Pandolf, K. B. y Valeri, C. R. (1995). Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *Journal of Applied Physiology*, 79, 2069-2077.
- Fritzsche, R. G., Switzer, T. W., Hodgkinson, B. J., Lee, S. H., Martian, J. C. y Coyle, E. F. (2000). Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *Journal of Applied Physiology*, 88, 730-737.

- Fudge, B. W., Easton, C., Kingsmore, D., Kiplamai, F. K., Onywera, V. O., Westerterp, K. R. (...) y Pitsiladis, Y. P. (2008). Elite Kenyan endurance runners are hydrated day-to-day with ad libitum fluid intake. *Med Sci Sports Exerc.*, 40(6), 1171-1179.
- Ganio, M. S., Armstrong, L. E., Casa, D. J., McDermott, B. P., Lee, C.E., Yamamoto, L. M. et al. (2011). Mild dehydration impairs cognitive performance and mood of men. *Br J Nutr.*, 7, 1-9.
- García, V. E., Suárez, M. E. y Martínez, B. (2010). Primeros pasos en el estudio de las alteraciones en la composición de la orina y la función renal en una consulta de Pediatría. *Can Pediatr.*, 34(2), 93-107.
- García-Ferrando, M. y Llopis, R. (2011). *Ideal democrático y bienestar personal. Encuesta sobre hábitos deportivos en España 2010*. Madrid: Universidad de Valencia, CIS y CSD.
- García-Jiménez, J. V. (2009). *Reposición de líquidos y su efecto sobre niveles de deshidratación en jugadores de fútbol-sala en función de la posición ocupada en el terreno de juego*. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Murcia. Murcia.
- García-Jiménez, J. V. y Yuste, J. L. (2010). Tasa de sudoración y niveles de deshidratación en jugadores profesionales de fútbol-sala durante competición. *Arch Med Deporte*, 140(27), 457-464.
- García-Jiménez, J. V., Yuste, J. L. y García-Pellicer, J. J. (2011). Fluid balance and dehydration in futsal players: goalkeepers vs. field players. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 22(7), 3-13.
- García-Jiménez, J. V., Yuste, J. L. y García-Pellicer, J. J. (2014). Hydration Habits of Elite Field Futsal Players during Official Matches: Defenders and Forwards. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2 (3), 88-92.
- García-Jiménez, J. V., Yuste, J. L., García-Pellicer, J. J. y Hellín, M. (2015). Body mass changes and ad libitum fluid replacement in elite futsal players during official competition. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(4), 891-903.



- García-Pellicer, J. J. (2009). *Reposición hídrica y su efecto sobre la pérdida de peso y deshidratación en jugadores de fútbol sala*. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Murcia. Murcia.
- Garth, A. K. y Burke, L. M. (2013). What do athletes drink during competitive sporting activities? *Sports Med.*, 43(7), 539-564.
- Gehi, M. M., Rosenthal, R. H., Fizette, N. B., Crowe, L. R., Webb, W. L. (1981). Psychiatric manifestations of hyponatremia. *Psychosomatics*, 22, 739-743.
- Gerber, G. S. y Brendler, C. B. (2011). Evaluation of the urologic patient: history, physical examination, and urinalysis. En: A. J. Wein, L. R. Kavoussi, A. C. Novick, et al. (Eds.) *Campbell-Walsh Urology*. (10th ed.). Philadelphia, Pa: Elsevier Saunders.
- Gibson, J. C., Stuart-Hill, L. A., Pethick, W. y Gaul, C. A. (2012). Hydration status and fluid and sodium balance in elite Canadian junior women's soccer players in a cool environment. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 37(5), 931-7.
- Glace, B. G., Murphy, C. A. y McHugh, M. P. (2002). Food intake and electrolyte status of ultramarathoners competing in extreme heat. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(6), 553-559.
- Godek, S. F., Godek, J. J. y Bartolozzi, A. R. (2005). Hydration status in college football players during consecutive days of twice-a-day preseason practices. *Am J Sports Med.*, 33(6), 843-851.
- Godek, S. F., Bartolozzi, A. R., Peduzzi, C., Heinerichs, S., Garvin, E., Sugarman, E., Burkholder, R. (2010a). Fluid consumption and sweating in National Football League and collegiate football players with different access to fluids during practice. *J Athl Train.*, 45(2), 128-135.
- Godek, S. F., Peduzzi, C., Burkholder, R., Condon, S., Dorshimer, G. y Bartolozzi, A. R. (2010b). Sweat rates, sweat sodium concentrations, and sodium losses in 3 groups of professional football players. *J Athl Train.*, 45(4), 364-371.

- González, J., Mora, R., Below, P. R. y Coyle, E. F. (1997). Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1229-1236.
- González, J. y Villa, J. G. (2001). *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Síntesis.
- González, J., Sánchez, P. y Mataix, J. (2006). *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopage*. España: Díaz de Santos.
- González-Alonso, J., Dalsgaard, M. K., Osada, T., Volianitis, S., Dawson, E. A., Yoshiga, C. C. y Secher, N. H. (2004). Brain and central haemodynamics and oxygenation during maximal exercise in humans. *J Physiol.*, 557(1), 331-342.
- González-Gross, M., Gutiérrez, A., Mesa, J. L., Ruiz-Ruiz, J. y Castillo, M. J. (2001). Nutrition in the sport practice: adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athletes diet. *Arch Latinoam Nutr.*, 51(4), 321-331.
- Gopinathan, P. M., Pichan, G., y Sharma, V. N. (1988). Role of dehydration in heat stress induced variations in mental performance. *Arch Environ Health*, 43, 15-17.
- Gordon, R. E., Kassier, S. M. y Biggs, C. (2015). Hydration status and fluid intake of urban, underprivileged South African male adolescent soccer players during training. *J Int Soc Sports Nutr.*, 3, 12-21.
- Gorostiaga, E. M. (2004). *Adaptación al ejercicio en ambiente caluroso*. Madrid: COE.
- Gorostiaga, E. M. y Olivé, R. (2007). Adaptaciones al clima y al horario de Pekín. *Comité Olímpico Español*, 15-45.
- Goulet, E. D. (2012). Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutrition Reviews*, 70(2), 132-136.
- Grandjean, A. C., Reimers, K. J. y Buyckx, M. E. (2003). Hydration: Issues for the 21st Century. *Nutrition Reviews*, 61(8), 261-271.
- Grandjean, A. C. y Campbell, S. M. (2006). *Hidratación: Líquidos para la Vida*. México D.C.: ILSI de México A.C.

- Green, H. J., Duhamel, T. A., Foley, K. P., Ouyang, J., Smith, I. C. y Stewart, R. D. (2007). Glucose supplements increase human muscle in vitro Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> ATPase activity during prolonged exercise. *American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293, 354-362.
- Greenleaf, J. E. y Morimoto, T. (1996). Mechanisms controlling fluid ingestion: Thirst and drinking. En: E. R. Buskirk y S. M. Puhl (Eds.): *Body fluid balance: exercise and sport*. Boca Raton, F. L.: C. R. C. Press.
- Greenleaf, J. E., Looft-Wilson, R., Wisherd, J. L., Mckenzie, M. A., Jensen, C. D. y Whittam, J. H. (1997). Pre-exercise hypervolemia and cycle ergometer endurance in men. *Biol. Sport*, 14, 103-114.
- Gruza, R., Szczypaczewska, M. y Kozlowski, S. (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 603-607.
- Gudivaka, R., Schoeller, D. A., Kushner, R. F. y Bolt, M. J. G. (1999). Single and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *Journal of Applied Physiology*, 87, 1087-1096.
- Guelinckx, I., Frémont-Marquis, A. S., Eon, E., Kavouras, S. A. y Armstrong, L. E. (2015). Assessing Hydration in Children: From Science to Practice. *Ann Nutr Metab.*, 66(3), 5-9.
- Guerra, I., Chaves, R., Barros, T. y Tirapegui, J. (2004). The influence of fluid ingestión on performance of soccer players during a match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 198-202.
- Guthrie, R. M., Lott, J. A., Kriesel, S. y Miller, I. L. (1987). Does the urine dipstick meet medical needs for urine specific gravity? *J Fam Pract.*, 25, 512-514.
- Guyton, A. C. (1984). *Fisiología humana (5ª ed.)*. Madrid: Emalsa.
- Guyton, A. C. y Hall, J. E. (2011). *Tratado de fisiología médica (12ª ed.)*. Barcelona: Elsevier.

- Hackeny, A. C., Coyne, J. T., Pozos, R., Feith, S. y Seale, J. (1995). Validity of urine-blood hydrational measures to assess total body water changes during mountaineering in the sub-Arctic. *Arct Med Res*, 54, 69-77.
- Hamouti, N., Estévez, E., Del Coso, J. y Mora, R. (2007). Fluid balance and sweat sodium concentration in elite indoor team sport players during training. Comunicación presentada en 12th Annual Congress of the ECSS. Jyvaskyla: ECSS.
- Hamouti, N., Del Coso, J., Avila, A. y Mora, R. (2010). Effects of athletes muscle mass on urinary markers of hydration status. *Eur J Appl Physiol.*, 109(2), 213-219.
- Hamouti, N., Del Coso, J. y Mora, R. (2013). Comparison between blood and urinary fluid balance indices during dehydrating exercise and the subsequent hypohydration when fluid is not restored. *Eur J Appl Physiol.*, 113(3), 611-620.
- Harvey, G., Meir, R., Brooks, L. y Holloway, K. (2007). The use of body mass changes as a practical measure of dehydration in team sports. *J Sci Med Sport*, 11(6), 600-603.
- Hawley, J. A., Dennis, S. C. y Noakes, T. D. (1994). Carbohydrate, fluid, and electrolyte requirements of the soccer player: a review. *Int J Sport Nutr.*, 4(3), 221-236.
- Heird, W.C. (2004). Nutritional Requeriments. En: R. E. Behrman, R. M. Klieg-man, H.B. Jenson (Eds). *Nelson Textbook of Pediatrics (17th ed.)*. Philadelphia: Saunders.
- Hernandez, A. J. y Nahas, R. M. (2009). Cambios en la dieta, la sustitución del agua, suplementos alimenticios y medicamentos: evidencias de acción ergogénica y los riesgos potenciales para la salud. *Rev. Bras. Avg. Sport*, 15(3), 3-12.
- Higham, D. G., Naughton, G. A., Burt, L. A. y Shi, X. (2009). Comparison of fluid balance between competitive swimmers and less active adolescents. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 19(3), 259-274.

- Hoffman, M. D., Hew-Butler, T. y Stuempfle, K. J. (2013). Exercise-associated hyponatremia and hydration status in 161-km ultramarathoners. *Med Sci Sports Exerc.*, 45(4), 784-791.
- Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I. y Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med.*, 41, 531-536.
- Hubbard, R. W., Szlyk, P. C. y Armstrong, L. E. (1990). Influence of thirst and fluid palatability on fluid ingestion during exercise. En: C. V. Gisolfi y D. R. Lamb (Eds): *Perspectives in exercise sciences and sports medicine. Fluid homeostasis during exercise*. Indianapolis: Benchmark Press Inc.
- Iglesias, C., Villarino, A. L., Martínez, J. A., Cabrerizo, L., Gargallo, M., Lorenzo, H. (...) Salas-Salvadó, J. (2011). Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010. *Nutr. Hosp.*, 26(1), 27-36.
- Inbar, O, Morris, N., Epstein, Y. y Gass, G. (2004). Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Exp Physiol.*, 89(6), 691-700.
- Institute of Medicine (2005). Water. En: Institute of Medicine (Ed.), *Dietary Reference Intakes for Water, Sodium, Chloride, Potassium and Sulfate*, 73-185. Washington, D.C: National Academy Press.
- James, L. J., Mears, S. A. y Shirreffs, S. M. (2015). Electrolyte supplementation during severe energy restriction increases exercise capacity in the heat. *Eur J Appl Physiol.*, 115(12), 2621-9.
- Jéquier, E. y Constant, F. (2010). Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr.*, 64(2), 115-123.
- Jetton, A. M., Lawrence, M. M., Meucci, M., Haines, T. L., Collier, S. R., Morris, D. M. y Utter, A.C. (2013). Dehydration and acute weight gain in mixed martial arts fighters before competition. *J Strength Cond Res.*, 27(5), 1322-6.

- Johannsen, N. M., Sullivan, Z. M., Warnke, N. R., Smiley-Oyen, A. L., King, D. S. y Sharp, R. L. (2013). Effect of preexercise soup ingestion on water intake and fluid balance during exercise in the heat. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 23(3), 287-296.
- Jones, L. C., Cleary, M. A., Lopez, R. M., Zuri, R. E. y Lopez, R. (2008). Active dehydration impairs upper and lower body anaerobic muscular power. *J Strength Cond Res.*, 22(2), 455-63.
- Kaushik, A., Mullee, M. A., Bryant, T. N. y Hill, C. M. (2007). A study of the association between children's access to drinking water in primary schools and their fluid intake: can water be 'cool' in school? *Child Care Health Dev.*, 33(4), 409-415.
- Kavouras, S. (2002). Assessing hydration status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 5, 519-524.
- Kavouras, S. A., Armstrong, L. E., Maresh, C. M., Casa, D. J., Herrera-Soto, J. A., Scheett, T. P (...) Kraemer W. J. (2005). Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and thermoregulatory responses during exercise in heat. *J. Appl. Physiol.*, 100(2), 442-50.
- Kavouras, S. A., Arnaoutis, G., Makrillos, M., Garagouni, C., Nikolaou, E., (...) y Sidossis, L. S. (2012). Educational intervention on water intake improves hydration status and enhances exercise performance in athletic youth. *Scand J Med Sci Sports*, 22(5), 684-689.
- Kavouras, S. A., Johnson, E. C., Bougatsas, D., Arnaoutis, G., Panagiotako, D. B., Perrier, E. y Klein, A. (2016). Validation of a urine color scale for assessment of urine osmolality in healthy children *European Journal of Nutrition*, 55(3), 907-15.
- Kavouras, S., Bougatsas, D., Johnson, E., Arnaoutis, G., Tsipouridi, S. y Panagiotakos, D. B. (2017). Water intake and urinary hydration biomarkers in children. *Eur J Clin Nutr.*, 71(4), 530-535.
- Kawauchi, A., Watanabe, H. y Miyoshi, K. (1996). Early morning urine osmolality in non-enuretic and enuretic children. *Pediatr. Nephrol.*, 10, 696-698.

- Kenefick, R. W. y Cheuvront, S. N. (2012). Hydration for recreational sport and physical activity. *Nutr Rev.*, 70(2), 137-142.
- Kimura, T., Minai, K., Matsui, K., Mouri, T., Sato, T., Yoshinaga, K. y Hoshi, T. (1976). Effect of various states of hydration on plasma ADH and renin in man, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 42, 79-87.
- Kingsley, M., Peñas-Ruiz, C., Terry, C. y Russell, M. (2014). Effects of carbohydrate-hydration strategies on glucose metabolism, sprint performance and hydration during a soccer match simulation in recreational players. *Sci Med Sport*, 17(2), 239-243.
- Kleiner, S. M. (1999). Water and essential but overlooked nutrient. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(2), 200-206.
- Knechtle, B., Duff, B., Schulze, I. y Kohler, G. (2008). A multi-stage ultra-endurance run over 1,200 km leads to a continuous accumulation of total body water. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 357-364.
- Knechtle, B., Baumann, B., Wirth, A., Knechtle, P. y Rosemann, T. (2009). Does a multi-stage ultra-endurance run cause de or- hyperhydration? *Journal of Athletic Training*, 44(6), 624-629.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Kaul, R. y Kohler, G. (2009). No Change of Body Mass, Fat Mass, and Skeletal Muscle Mass in Ultraendurance Swimmers After 12 Hours. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 80, 17-24.
- Knechtle, B., Baumann, B., Wirth, A., Knechtle, P. y Rosemann, T. (2010a). Male ironman triathletes lose skeletal muscle mass. *Asia Pac J Clin Nutr*, 19(1), 91-97.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Rosemann, T. y Oliver, S. (2010b). A Triple Iron Triathlon Leads to a Decrease in Total Body Mass But Not to Dehydration. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81, 34-41.
- Knechtle, B., Wirth, A., Knechtle, P., Rosemann, T. y Senn, O. (2011). Do ultra-runners in a 24-h run really dehydrate? *Ir J Med Sci.*, 180(1), 129-134.

- Koulmann, N., Jimenez, C. y Regal, D. (2000). Use of bioelectrical impedance analysis to estimate body fluid compartments after acute variations of the body hydration level. *Med Sci Sports Exerc.*, 32, 857-864.
- Kovacs, E. M., Senden, J. M. y Brouns, F. (1999). Urine color, osmolality, and specific electrical conductance are not accurate measures of hydration status during post-exercise rehydration. *J Sports Med Phys Fitness*, 39, 47-53.
- Kugler, J.P. (2000). Hyponatremia and hypernatremia in the elderly. *Am Fam Physician*, 61,362-363.
- Kurdak, S. S., Shirreffs, S. M., Maughan, R. J., Ozgüven, K. T., Zeren, C., Korkmaz, S. (...) y Dvorak, J. (2010). Hydration and sweating responses to hot-weather football competition. *Scand J Med Sci Sports* , 20(3), 133-139.
- Kutlu, M.y Guler, G. (2006). Assessment of hydration status by urinary analysis of elite junior taekwon-do athletes in preparing for competition. *Journal of Sports Sciences*, 24(8), 869-873.
- Kutz, F. W., Cook, B. T., Carter-Pokras, O. D., Brody, D. y Murphy, R. S. (1992). Selected pesticide residues and metabolites in urine from a survey of the U. S. general population. *J. Toxicol. Environ. Health.*, 37, 277-291.
- Laso, M. C. (2002). Interpretación del análisis de orina. *Arch.argent.pediatr.*, 100, 179-183.
- Lax, D., Eicher, M. y Goldberg, S. J. (1992). Mild dehydration induces echocardiographic signs of mitral valve prolapse in healthy females with prior normal cardiac findings. *American Heart Journal*, 124, 1533-1540.
- Latzka, W. A., Sawka, M. N., Montain, S. J., Skrinar, G. S., Fielding, R. A., Matott, R. P. y Pandolf, K. B. (1997). Hyperhydration: Thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 83, 860-866.
- Latzka, W. A., Sawka, M. N. y Montain, S. J. (1998). Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1858-1864.



- Laursen, P. B., Suriano R, Quod, M. J., Lee, H., Abbiss, C. R., Nosaka, K., Martin, D. T. y Bishop, D. (2006). Core temperature and hydration status during an Ironman triathlon. *Br J Sports Med.*, 40, 320–325.
- Laursen, P. B., Watson, G., Abbiss, C. R., Wall, B. A. y Nosaka, K. (2009). Hyperthermic fatigue precedes a rapid reduction in serum sodium in an ironman triathlete: a case report. *Int J Sports Physiol Perform.*, 4(4), 533-7.
- Lee, B., O'Hara, J. P., Till, K. y King, G. J. (2014). Dehydration and hyponatremia in professional rugby union players; a cohort study observing English Premiership Rugby Union Players during match play, field and gym training in cool environmental conditions. *J Strength Cond Res.* Jul 15. [Epub ahead of print]
- Lee, J. K., Shirreffs, S. M. y Maughan, R. J. (2008). Cold drink ingestion improves exercise endurance capacity in the heat. *Med Sci Sports Exerc.*, 40(9), 1637-1644.
- Lee, N. V. L., Miller, P. W. y Buono, M. J. (2010). The effect of spironolactone on sweat and urinary sodium excretion during exercise in humans. *Clin Physiol Funct Imaging*, 30, 13-16.
- Lieberman, H. R. (2012). Methods for assessing the effects of dehydration on cognitive function. *Nutr Rev*, 70 (2), 143-146.
- Logan-Sprenger, H. M., Heigenhauser, G. J., Killian, K. J. y Spriet, L. L. (2012). The effects of dehydration during cycling on skeletal muscle metabolism in females. *Med Sci Sports Exerc.*, 44(10), 1949-1957.
- López, A. (1997). *Repercusiones renales del ejercicio intenso. Estudio bioquímico-antropométrico en nadadores adolescentes.* (Tesis doctoral inédita). Universidad de Málaga. Málaga.
- López, J. y Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio (3ª ed.)*. Buenos Aires, Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- López-Mata, M. A., Ruiz-Cruz, S., Valbuena-Gregorio, E. y Valenzuela-Chávez, M. L. (2012). Cambios en la respuesta urinaria tras la práctica del fútbol. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 8 (1), 25-33.

- Lott, M. J. y Galloway, S. D. (2011). Fluid balance and sodium losses during indoor tennis match play. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 21(6), 492-500.
- Lukaski, H. C. y Johnson, P. E. (1985). A simple, inexpensive method of determining total body water using a tracer dose of D2O and infrared absorption of biological fluids. *Am J Clin Nutr.*, 41, 363-370.
- MacLeod, H. y Sunderland, C. (2009). Fluid balance and hydration habits of elite female field hockey players during consecutive international matches. *J Strength Cond Res.*, 23(4), 1245-1251.
- Manz, F. y Wentz, A. (2003). 24-h hydration status: parameters, epidemiology and recommendations. *Eur J Clin Nutr.*, 57(2), 10-18.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A. D. y Carter, J. E. L. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchesfstroom, South Africa: ISAK.
- Martínez, A. (2015). *Niveles de deshidratación alcanzados en escolares durante la práctica deportiva extraescolar*. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Murcia. Murcia.
- Martins, M., Aparecida, J., Kleveron, J., Works, R. H., Wagner, R, Bohn, J. H., y Coppi, A. (2007). A desidratação corporal de atletas amadores de futsal. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 1(5), 24-36.
- Mascherini, G., Gatterer, H., Lukaski, H., Burtscher, M. y Galanti, G. (2015). Changes in hydration, body-cell mass and endurance performance of professional soccer players through a competitive season. *J Sports Med Phys Fitness*. 55(7-8), 749-755.
- Maughan, R. J. y Leiper, J. B. (1995). Sodium intake and post-exercise rehydration in man. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(4), 311-319.
- Maughan, R. J. y Gleeson, M. (2004a). *The Biochemical Bases of Sports Performance*. Oxford: Oxford University Press.

- Maughan, R. J., Merson, S. J., Broad, N. P. y Shirreffs, S. M. (2004b). Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 14(3), 333-346.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., Merson, S. J. y Horswill, C. A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *J Sports Sci.*, 23(1), 73-79.
- Maughan, R. J. y Shirreffs, S. M. (2007a). Nutrition and hydration concerns of the female football player. *Br J Sports Med.*, 41(1), 60-63.
- Maughan, R. J., Watson, P., Evans, G. H., Broad, N. y Shirreffs, S. M. (2007 b). Water balance and salt losses in competitive football. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 17(6), 583-594.
- Maughan, R. J. y Shirreffs, S. M. (2008). Development of individual hydration strategies for athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 18(5), 457-472.
- Maughan, R. J. y Shirreffs, S. M. (2010 a). Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scand J Med Sci Sports*, 20(2), 59-69.
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., Ozgüven, K. T., Kurdak, S. S., Ersöz, G., Binnet, M. S. y Dvorak, J. (2010b). Living, training and playing in the heat: challenges to the football player and strategies for coping with environmental extremes. *Scand J Med Sci Sports*. 20(3), 117-124.
- Maughan, R. J. y Shirreffs, S. M. (2010 c). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scand J Med Sci Sports*, 20(3), 40-47.
- Maughan, R. J., Otani, H. y Watson, P. (2012a). Influence of relative humidity on prolonged exercise capacity in a warm environment. *Eur J App. Physiol*, 112(6), 2313-2321.
- Maughan, R. J. (2012b). Investigating the associations between hydration and exercise performance: methodology and limitations. *Nutr Rev.*, 70(2), 128-131.

- Maughan, R. J. y Meyer, N. L. (2013). Hydration during intense exercise training. *Nestle Nutr. Inst. Workshop Ser.*, 76, 25-37.
- McDermott, B. P., Casa, D. J., Yeargin, S. W., Ganio, M. S., Lopez, R. M. y Mooradian, E. A. (2009). Hydration status, sweat rates, and rehydration education of youth football campers. *J Sport Rehabil.*, 18(4), 535-552.
- McGregor, S. J., Nicholas, C. W., Lakomy, H. K. y Williams, C. (1999). The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *J Sports Sci.*, 17(11), 895-903.
- McMillan, J. H., Schumacher, S. y Baides, J. S. (2005). *Investigación educativa: una introducción conceptual*. Pearson.
- McNab, S., Ware, R. S., Neville, K. A., Choong, K., Coulthard, M. G., Duke, T., Davidson, A. y Dorofaeff, T. (2014). Isotonic versus hypotonic solutions for maintenance intravenous fluid administration in children. *Cochrane Database Syst Rev.*18, 12:CD009457.
- McPherson, R. A. y Ben-Ezra, J. (2011). Basic examination of urine. En: R. A. McPherson y M. R. Pincus (editors). *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. (22nd ed.)*. Philadelphia, Pa: Elsevier Saunders, chap 28.
- Mears, S. A. y Shirreffs, S. M. (2013). The effects of high-intensity intermittent exercise compared with continuous exercise on voluntary water ingestion. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 23(5), 488-497.
- Merson, S. J, Maughan, R. J. y Shirreffs, S. M. (2008). Rehydration with drinks differing in sodium concentration and recovery from moderate exercise-induced hypohydration in man. *Eur J Appl Physiol.*, 103(5), 585-594.
- Meyer, F., Bar-Or, O., Salsberg, A. y Passe, D. (1994). Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration. *Int J Sport Nutr.* 4(1), 22-35.

- Meyer, F., Bar-or, O., Macdougall, D. y Heigenhauser, G. (1995). Drink composition and the electrolyte balance of children exercising in the heat. *Medicine and Science in Sports*, 27 (6), 882-887.
- Montfort-Steiger, V. y Williams, C. A. (2007). Carbohydrate intake considerations for young athletes. *J Sports Sci Med.*, 6(3), 343–352.
- Montain, S. J. y Coyle, E. F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 73, 1340-1350.
- Montain, S. J., Chevront, S. N. y Sawka, M. N. (2006). Exercise-associated hyponatremia: quantitative analysis for understand the aetiology. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 98-106.
- Montner, P. D., Stark, D. M., Riedesel, M. L., Murata, G., Robergs, R., Timms, M. y Chick, T.W. (1996). Pre-exercise glicerol hydration improves cycling endurance times. *International Journal of Sports Medicine*, 17, 27-33.
- Moriguchi, T., Tomoda, A., Ichimura, S., Odagiri, Y., Inoue, S., Nagasawa, T. (...) y Shimumitsu, T. (2004). Significance of post-exercise increment of urinary bicarbonate and pH in subjects loaded with submaximal cycling exercise. *Tohoku J Exp Med*. 202, 203-211.
- Moritz, M. L. (2013). Case studies in fluid and electrolyte therapy. *J Infus Nurs*, 36(4), 270-277.
- Mudge, G. y Weiner, I. (1990). Agents affecting volumen and composition of body fluids. En: A. Goodman, A. Gilman, T. Rall, A. Nies y P. Taylor (eds.), *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*. Elmsford, New York: Pergamon Press.
- Mueller, S. M., Anliker, E., Knechtle, P., Knechtle, B. y Toigo, M. (2013). Changes in body composition in triathletes during an Ironman race. *Eur J Appl Physiol*. 113(9), 2343-52.
- Muñoz, C. X., Johnson, E. C., Demartini, J. K., Huggins, R. A., McKenzie, A. L., Casa, D. J., Maresh, C. M. y Armstrong, L. E. (2013). Assessment of hydration

- biomarkers including salivary osmolality during passive and active dehydration. *Eur J Clin Nutr.*, 67(12), 1257-1263.
- Murray, R. (1996). Dehydration, hyperthermia, and athletes: science and practice. *Journal of Athletic Training*, 31(3), 248-252.
- Nakagawa, S. y Cuthill, I. C. (2007). Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biol Rev Camb Philos Soc.*, 82, 591-605.
- Neufer, P. D., Young, A. J. y Sawka, M. N. (1989). Gastricemptying during exercise: Effects of heat stress and hypohydration. *European Journal of Applied Physiology*, 58, 433-439.
- Newell, M., Newell, J. y Grant, S. (2008). Fluid and electrolyte balance in elite gaelic football players. *Ir Med J.*, 101(8), 236-239.
- Nielsen, B., Savard, G., Richter, E.A., Hargreaves, M. y Saltin, B. (1990). Muscle blood flow and muscle metabolism during exercise and heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 69(3), 1040-1046.
- Niescierenko, M. y Bachur, R. (2013). *Advances in pediatric dehydration therapy Curr Opin Pediatr*, 25(3), 304-309.
- O'Brien, C., Freund, B. J., Sawka, M. N. McKay, J., Hesslink, R. L. y Jones, T. E. (1996). Hydration assessment during cold-weather military field training exercises. *Arctic Med Res.*, 55(1), 20-6.
- O'Brien, C., Young, A. J. y Sawka, M. N. (1998). Hypohydration and thermoregulation in cold air. *Journal of Applied Physiology*, 84, 185-189.
- O'Brien, C., Freund, B. J., Young, A. J. y Sawka M. N. (2005). Glycerol hyperhydration: physiological responses during coldair exposure. *J. Appl. Physiol.*, 99, 515-521.
- O'Hara, J. P., Jones, B. L., Tsakirides, C., Carroll, S., Cooke, C. B. y King, R. F. (2010). Hydration status of rugby league players during home match play

- throughout the 2008 Super League season. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 35(6), 790-796.
- Oppliger, R. A. y Bartok C. (2002). Hydration Testing of Athletes. *Sports Medicine*, 32(15), 959-971.
- Osterberg, K. L., Horswill, C. A. y Baker, L. B.(2009). Pregame urine specific gravity and fluid intake by National Basketball Association players during competition. *J Athl Train.*, 44(1), 53-57.
- Owen, J. A., Kehoe, S. J. y Oliver, S. J. (2013). Influence of fluid intake on soccer performance in a temperate environment. *J Sports Sci.*, 31(1), 1-10.
- Ozgülüen, K. T., Kurdak, S. S, Maughan, R. J., Zeren, C., Korkmaz, S., Yazici, Z. (...) y Dvorak, J. (2010). Effect of hot environmental conditions on physical activity patterns and temperature response of football players. *Scand J Med Sci Sports*, 20 (3), 140-147.
- Padrao, P., Neto, M., Pinto, M., Oliveira, A. C., Moreira, A. y Moreira, P. (2016). Urinary hydration biomarkers and dietary intake in children. *Nutr Hosp*, 33(3), 35-40.
- Pagana, K. D. y Pagana, T. J. (2010). *Mosby's Manual of Diagnostic and Laboratory Tests.(4th ed.)*, St. Louis: Mosby Elsevier.
- Palacios, N., Franco, L., Manonelles, P., Manuz, B., y Villegas, J. A. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 126(25), 245-258.
- Palmer, M. S, Logan, H. M. y Spriet, L. L. (2010). On-ice sweat rate, voluntary fluid intake, and sodium balance during practice in male junior ice hockey players drinking water or a carbohydrate-electrolyte solution. *Appl Physiol Nutr Metab.* 35(3), 328-335.
- Park, S. G., Bae, Y. J., Lee, Y. S. y Kim, B. J. (2012). Effects of rehydration fluid temperature and composition on body weight retention upon voluntary drinking following exercise-induced dehydration. *Nutr Res Pract.*, 6(2), 126-131.

- Patel, A.V., Mihalik, J. P., Notebaert, A. J., Guskiewicz, K. M. y Prentice, W. E. (2007). Neuropsychological performance, postural stability, and symptoms after dehydration. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 66-75.
- Peacock, O. J., Stokes, K. y Thompson, D. (2011). Initial hydration status, fluid balance, and psychological affect during recreational exercise in adults. *J Sports Sci.*, 29(9), 897-904.
- Pérez, M. (2006). Función renal y ejercicio físico. En: J. López y A. Fernández. *Fisiología del ejercicio (3ª ed.)*. Buenos Aires, Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Perigard, C. (2003) Análisis clínicos. En: A. R. Gennaro y G. Remington. *Farmacía. (20ª edición)*. Capítulo 32. Tomo I. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Perrier, E. T., Buendia-Jimenez, I., Vecchio, M. C., Armstrong, L. E., Tack, I. y Klein, A. (2015). Twenty-Four-Hour Urine Osmolality as a Physiological Index of Adequate Water Intake. *Disease Markers* ID 231063, Extraído de: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/231063> el 25/03/2015.
- Perrier, E. T., Johnson, E. C., McKenzie, A. L., Ellis, L. A. y Armstrong, L. E. (2016). Urine colour change as an indicator of change in daily water intake: a quantitative analysis. *Eur J Nutr.*, 55(3):907-15.
- Perry, C. S., Rapinett, G., Glaser, N. S. y Ghetti, S. (2015). Hydration status moderates the effects of drinking water on children's cognitive performance. *Appetite*. 10, 95, 520-527.
- Peter-Contesse, R., Favre, H. y Didisheim, L. (1985). Repercussions renales et urinaires d'un marathon. *Rundschau Med. (Praxis)*, 74(10), 237-242.
- Petri, N. M., Dropulic, N. y Kardum, G. (2006). Effects of voluntary fluid intake deprivation on mental and psychomotor performance. *Croatian Medical Journal*, 47(6), 855-861.



- Pettersson, S. y Berg, C. M. (2014). Hydration status in elite wrestlers, judokas, boxers, and taekwondo athletes on competition day. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 24(3), 267-75.
- Phillips, S. M., Sykes, D. y Gibson N. (2014). Hydration Status and Fluid Balance of Elite European Youth Soccer Players during Consecutive Training Sessions. *J Sports Sci Med.*, 13(4), 817-822.
- Pialoux, V., Mischler, I., Mounier, R., Gachon, P., Ritz, P., Coudert, J. y Fellmann N. (2004). Effect of equilibrated hydration changes on total body water estimates by bioelectrical impedance analysis, *Br J Nutr.*, 91, 153-159.
- Popowski, L. A., Oppliger, R. A., Lambert, G. P., Johnson, R. F., Johnson A. K. y Gisolf, C. V. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc.*, 33(5), 747-753.
- Poortmans, J. R. (1985). Postexercise proteinuria in humans. Facts and mechanisms. *Jama*, 25, 236-240.
- Purvis, A. J. y Cable, N. T. (2002). The effects of phase controls materials on hand skin temperature within globes of soccer goalkeepers. En: T. Reilly y J. Greeves (Eds.), *Advances in Sport, Leisure and Ergonomics*. United Kingdom: Routledge.
- Quesada, Ruiz, Montes y Ortega de Heredia (2006). Pruebas de laboratorio y funcionales. En: J. Govantes, P. Lorenzo y C. Govantes. *Manual Normon (8ª ed.)*, Madrid: Laboratorios Normon S.A.
- Reese, J. (1991). Fluid volumen déficit, chapters 1 and 2. En: M. Maas, et al. (Ed.), *Nursing Diagnoses and interventions for the elderly*. Redwood City, C.A: Addison-Wesley Nursing.
- RFEF-Real Federación Española de Fútbol (2008). *Reglas de juego del fútbol-7*. Las Rozas, Madrid: Ed. RFEF.
- RFEF-Real Federación Española de Fútbol (2012). *Licencias 2011-2012. Fútbol, fútbol sala, clubes y equipos*. Recuperado de [http:// www.rfef/FCKeditor/UserFiles/File/DESIGNACIONES%20ARBITRALES%2020122013/licencias\\_2011\\_2012.pdf](http://www.rfef/FCKeditor/UserFiles/File/DESIGNACIONES%20ARBITRALES%2020122013/licencias_2011_2012.pdf)

- Rico-Sanz, J., Frontera, W. R., Rivera, M., Rivera-Brown, A. M., Mole, P. y Meredith, C. (1996). Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 85-91.
- Ritz, P. (2001). Bioelectrical Impedance analysis estimation of water compartments in elderly diseased patients: the source study. *J Gerontol.*, 56, 344-348.
- Ritz, P. y Berrut, G. (2005). The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutrition Reviews*, 63(6), 6-13.
- Riva, E., Rottoli, A., Castelli, L., Magno, F., Paccanelli, S. y Giovanni, M. (1984). Valutazione di alcuni parametri del metabolismo idrosalino in età pediatrica. *Min. Ped.*, 36, 667-672.
- Rivera, C. A. E., Sánchez, G. J. M., Escalante, J. y Caballero, L. O. (2008). Utilidad de la densidad urinaria en la evaluación del rendimiento físico. *Rev Latinoamer Patol Clin*, 55 (4), 239-253.
- Rivera- Brown, A. M., Gutiérrez, R., Gutiérrez, J. C., Frontera, W. R. y Bar-Or, O. (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *Journal of Applied Physiology*, 86, 78-84.
- Rivera-Brown, A. M., Ramírez-Marrero, F. A., Wilk, B. y Bar-Or, O. (2008). Voluntary drinking and hydration in trained, heat-acclimatized girls exercising in a hot and humid climate. *Eur J Appl Physiol.*, 103(1), 109-116.
- Rivera-Brown, A. M. y De Félix-Dávila, R. A. (2012). Hydration status in adolescent judo athletes before and after training in the heat. *Int J Sports Physiol Perform.*, 7(1), 39-46.
- Robers, F. y Manz, F. (1996). Zur Flüssigkeitsversorgung im Kindesalter. *Sozialpaäd. KiPra.* 18, 85–89.
- Rodriguez, L., Azevedo, A. R., Seabra, A., Padrao, P. y Moreira, P. (2016). Dietary intake according to hydration status in 9-10 year-old soccer players. *Nutr Hosp.* 13, 33(Suppl 3), 315.

- Roses, J. M. y Pujol, P. (2006). Hidratación y Ejercicio Físico. *Apunts de Medicina del Deporte*, 150, 70-77.
- Rowland, T. (2011). Fluid replacement requirements for child athletes. *Sports Med.*, 1, 41(4), 279-88.
- Salum, A. y Fiamoncini, R. L. (2006). Controle de peso corporal por desidratação de atletas profissionais de futebol. *Revista de Educação Física y Deportes*, 10 (92). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd92/desidrat.htm>.
- Sánchez-Valverde, F., Moráis, A., Ibáñez, J., Dalmau, J. y Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. (2014). Recomendaciones nutricionales para el niño deportista. *An Pediatr*, 81(2), 125.e1-125.e6.  
Documento descargado de <http://analesdepediatria.elsevier.es> el 25/02/2015.
- Saunders, M. J., Blevins, J. E. y Broeder, C. E. (1998). Effects of hydration changes on bioelectrical impedance in endurance trained individuals. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 30, 885-892.
- Sawka, M. N., Francesconi, R. P., Young, A. J. y Pandolf, K. B. (1984). Influence of hydration level and body fluids on exercise performance in the heat. *Journal of the American Medical Association*, 252, 1165-1169.
- Sawka, M. N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 657-670.
- Sawka, M. N., Wenger, C. B. y Pandolf, C. B. (1996). Thermoregulatory responses to acute exercise heat stress and heat acclimation. En: C. M. Blatteis y M. J. Fregly (Eds.), *Handbook of Physiology, Section 4: Environmental Physiology*. New York: Oxford University Press for the American Physiological Society.
- Sawka, M. N. y Coyle, E. F. (1999). Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 27, 167-218.

- Sawka, M. N., Montain, S. J. y Latzka, W. A. (2001). Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 128, 679-690.
- Sawka, M. N. y Young, A. J. (2005a). Physiological systems and their responses to conditions of heat and cold. En: C. M. Tipton, M. N. Sawka, C. A. Tate, y R. L. Terjung (Eds.), *ACSM's Advanced Exercise Physiology* (535-563). Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Sawka, M. N., Chevront, S. N. y Carter, R. (2005b). Human water needs. *Nutr Rev.*, 63, 30-39.
- Sawka, M. N., Burke, L., Eichner, E., Maughan, R., Montain, S. y Stachenfeld, N. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 377-390.
- Schoeller, D. A., Kushner, R. F., Taylor, P., Dietz, W. H. y Bandini, L. (1985). Measurement of total body water: isotope dilution techniques. En: A. F. Roche (Ed.): *Body composition assessments in youth and adults*. Columbus, OH: Ross Laboratories.
- Schwellnus, M. P., Drew, N. y Collins, M. (2011). Increased running speed and earlier rather than dehydration cramps or serum sodium predict changes muscle cramps associated with exercise: a prospective cohort of 210 Ironman triathletes. *Br J Sports Med.*, 45(8), 650-656.
- Sécher, M. y Ritz, P. (2012) Hydration and cognitive performance. *J Nutr Health Aging*, 16(4), 325-329.
- Senay, L. C. Jr. y Christensen, M. L. (1965). Changes in blood plasma during progressive dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 20, 1136-1140.
- Shapiro, Y., Pandolf, K. B. y Goldman, R. F. (1982). Predicting sweat loss reponse to exercise, environment and clothing. *European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology*, 48, 83-96.

- Shapiro, Y., Moran, D., Epstein, Y., Stroschein, L. y Pandolf, K. B. (1995). Validation and adjustment of the mathematical prediction model for human sweat to outdoor environmental conditions. *Ergonomics*, 38, 981-986.
- Sharma, V. M., Sridharan, K., Pichan. G., y Panwar, M. R. (1986). Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. *Ergonomics*, 29(6), 791-799.
- Sharwood, K., Collins, M., Goedecke, J., Wilson, G. y Noakes, T. (2002). Weight changes, levels of sodium, and performance in the Ironman triathlon Sudáfric. *J Sport Med*, 12(6), 391-399.
- Shibasaki, M., Inoue, Y., Kondo, N. e Iwata, A. (1997). Thermoregulatory responses of prepubertal boys and young men during moderate exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*, 75(3), 212-218.
- Ship, J. A. y Fischer, D. J. (1997). The relationship between dehydration and parotid salivary gland function in young and older healthy adults. *Journal of Gerontology*, 52, 310-319.
- Shirreffs, S. M. y Maughan, R. J. (1998). Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1598-1602.
- Shirreffs, S. M. (2003). Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(2), 6-9.
- Shirreffs, S. M., Merson, S. J., Fraser, S. M. y Archer, D. T. (2004). The effects of restriction on hydration status and subjective feelings in man. *British Journal of Nutrition*, 91, 951-958.
- Shirreffs, S. M., Aragón, L. F., Chamorro, M., Maughan, R. J., Serratos, L. y Zachwieja, J. (2005a). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 90-95.
- Shirreffs, S. M. (2005 b). The importance of good hydration for work and exercise performance. *Nutr Rev.*, 63(6), 14-21.

- Shirreffs, S. M., Sawka, M. N. y Stone, M. (2006). Water and electrolyte needs for football training and match-play. *J Sports Sci.*, 24(7), 699-707.
- Shirreffs, S. M. y Maughan, R. J. (2008). Water and salt balance in young male football players in training during the holy month of Ramadan. *J Sports Sci.*, 26(3), 47-54.
- Shirreffs, S. M. (2009). Conference on "Multidisciplinary approaches to nutritional problems". Symposium on "Performance, exercise and health". Hydration, fluids and performance. *Proc Nutr Soc.*, 68(1), 17-22.
- Shirreffs, S. M. (2010). Hydration: special issues for playing football in warm and hot environments. *Scand J Med Sci Sports.* 20(3), 90-94.
- Shirreffs, S. M. y Sawka, M. N. (2011). Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *J Sports Sci.*, 29(1), 39-46.
- Siegler, J. C., Mermier, C. M., Amorim, F. T., Lovell, R. J., McNaughton, L. R. y Robergs, A. R. (2008). Hydration, thermoregulation, and performance effects of two sport drinks during soccer training sessions. *J Strength Cond Res.*, 22(5), 1394-1401.
- Silva, A. I., Fernandes, L. C. y Fernández, R. (2011). Time motion analysis of football (soccer) referees during official matches in relation to the type of fluid consumed. *Braz J Med Biol Res.*, 44(8), 801-809.
- Silva, R. P., Mündel, T., Altoé, J. L., Saldanha, M. R., Ferreira, F. G. y Marins, J. C. (2010). Preexercise urine specific gravity and fluid intake during one-hour running in a thermoneutral environment - a randomized cross-over study. *J Sports Sci Med.*, 9(3), 464-471.
- Silva R. P., Mündel, T., Natali, A. J., Bara Filho, M. G., Lima, J. R., Alfenas, R. C. (...) y Marins, J. C. (2011). Fluid balance of elite Brazilian youth soccer players during consecutive days of training. *J Sports Sci.*, 29(7), 725-732.
- Silva, R. P., Mündel, T., Natali, A. J., Bara Filho, M. G., Alfenas, R. C., Lima JR. (...) y Marins, J. C. (2012). Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake

in elite Brazilian young male soccer players during competition. *J Sports Sci.*, 30(1), 37-42.

Simerville, J. A., Maxted, W. C. y Pahira, J. J. (2005). Urinalysis: a comprehensive review. *American Family Physician*, 71(6), 1153 -1162.

Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. En: J. Brozek y A. Henschel (eds.). *Techniques for Measuring Body Composition*. Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council.

Speedy, D. B., Noakes, T. D. y Schneider, C. (2001). Exercise-associated hyponatremia: a review. *Emerg Med (Fremantle)*, 13, 17-27.

Stachenfeld, N. S. (2013). Assessing Hydration in the Laboratory and Field. *Sports Science Exchange*, 111, 1-4,

Stover, E. A., Petrie, H. J., Pässe, D., Horswill, C. A., Murray, B. y Wildman, R. J. (2006a). Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31(3), 320-327.

Stover, E. A., Zachwieja, J., Stofan, J., Murray, R. y Horswill, C. A. (2006b). Consistently high urine specific gravity in adolescent american football players and the impact of an acute drinking strategy. *Int J Sports Med.*, 27(4), 330-335.

Strasinger, S. K. y Di Lorenzo, M. S. (2008). *Análisis de orina y de los líquidos corporales*. (5ª ed.). Madrid: Panamericana.

Sun, J. M., Chia, J. K., Aziz, A. R. y Tan, B. (2008). Dehydration rates and rehydration efficacy of water and sports drink during one hour of moderate intensity exercise in well-trained flatwater kayakers. *Ann Acad Med Singapore*, 37, 261-265.

Szinnai, G., Schachinger, H., Arnaud, M. J., Linder, L. y Keller, U. (2005). Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 289(1), 275-280.

- Thomas, B. J., Cornish, B. H., Ward, L. C. y Jacobs, A. (1999). Bioimpedance: is it a predictor of true water volumen ? *Ann NY Acad Sci.*, 873, 89-93.
- Tomporowski, P. D., Beasman, K., Ganio, M. S. y Cureton, K. (2007). Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *Int J Sports Med.*, 28(10), 891-6.
- Urdampilleta, A., Gómez-Zorita, S., Soriano, J. M., Martínez-Sanz, J. M., Medina, S. y Gil-Izquierdo, A. (2015). Hidratación e ingredientes químicos en el deporte: seguridad alimentaria en el contexto europeo. *Nutr Hosp.*, 31, 1889-1899.
- Utter, A. C., McAnulty, S. R., Riha, B. F., Pratt, B. A. y Grose, J. M. (2012). The validity of multifrequency bioelectrical impedance measures to detect changes in the hydration status of wrestlers during acute dehydration and rehydration. *J Strength Cond Res.*, 26(1), 9-15.
- Valtin, H. y Schafer, J. A. (1995). *Renal function mechanisms preserving fluid and solute balance in health (3ª ed.)*. Boston: Little, Brown and Co.
- Virvidakis, C., Lokas, A., Mayopoulou-Symvoulidou, D. y Mountokalakis, T. (1986). Renal responses to bicycle exercise in trained athletes. *Int. J. Sports Med.*, 7, 86-88.
- Volpe, S. L., Poule, K. A. y Bland, E. G. (2009). Estimation of prepractice hydration status of National Collegiate Athletic Association Division I Athletes. *Journal of Athletic Trainin*, 44(6), 624-629.
- Walsh, R. M., Noakes, T. D., Hawley, J. A. y Dennis, S. C. (1994). Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int J Sports Med.*, 15(7), 392-398.
- Walsh, N. P., Laing, S. J., Oliver, S.J., Montague, J. C., Walters, R. y Bilzon, J. L. (2004). Saliva parameters as potential indices of hydration status during acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc*, 36,1535-1542.
- Watson, P., Head, K., Pitiot, A., Morris, P. y Maughan, R. J. (2010). Effect of exercise and heat-induced hypohydration on brain volume. *Med Sci Sports Exerc.*, 42(12), 2197-2204.



- Weitkunat, T., Knechtle, B., Knechtle, P., Rast, C. A. y Rosemann, T. (2012). Body composition and hydration status changes in male and female open-water swimmers during an ultra-endurance event. *J Sports Sci.*, 30(10), 1003-1013.
- Welsh, R. S., Davis, J. M., Burke, J. R., y Williams, H. G. (2002). Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34, 723-731.
- Widdowson, E. M. y McCance, R. A. (1970). Use of random specimens of urine to compare dietary intakes of African and British children. *Arch. Dis. Childh.*, 45, 547-552.
- Wilk, B. y Bar-Or, O. (1996). Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 80, 1112-1117.
- Wilk, B., Kriemler, S., Keller, H. y Bar-Or, O. (1998). Consistency in preventing voluntary dehydration in boys who drink a flavored carbohydrate-NaCl beverage during exercise in the heat. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 1-9.
- Wilk, B., Timmons, B. W. y Bar-Or, O. (2010). Voluntary fluid intake, hydration status, and aerobic performance of adolescent athletes in the heat. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 35(6), 834-41.
- Wilk, B., Meyer, F., Bar-Or, O. y Timmons, B. W. (2014). Mild to moderate hypohydration reduces boys' high-intensity cycling performance in the heat. *Eur J Appl Physiol*. 114(4), 707-713.
- Williams, C. A. y Blackwell, J. (2012). Hydration status, fluid intake, and electrolyte losses in youth soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.*, 7(4), 367-374.
- Wilmore, J. H., y Costill, D. L. (2010). *Fisiología del esfuerzo y del deporte (6ª ed.)*. Barcelona: Paidotribo.
- Winger, J. M., Hoffman, M. D., Hew-Butler, T. D., Stuempfle, K. J., Dugas, J. P., Fogard, K. y Dugas, L. R. (2013). The effect of physiology and hydration beliefs on race behavior and postrace sodium in 161-km ultramarathon finishers. *Int J Sports Physiol Perform.*, 8(5), 536-541.

- Yasumura, S., Cohn, S. H. y Ellis, K. J. (1983). Measurement of extracellular space by total body neutron activation. *Am J Physiol.*, 244, 36-40.
- Yeargin, S. W., Casa, D. J., Judelson, D. A., McDermott, B. P., Ganio, M. S., Lee, E. C. (...) y Maresh, C. M. (2010). Thermoregulatory responses and hydration practices in heat-acclimatized adolescents during preseason high school football. *J Athl Train.*, 45(2), 136-146.
- Zambraski, E. J., Tipton, C. M., Tchong, T. K., Jordon, H. R., Vailas, A. C. y Callahan, A. K. (1975). Iowa wrestling study: changes in the urinary profiles of wrestlers prior to and after competition. *Med Sci Sports*, 7(3), 217-720.
- Zappe, D. H., Tankersley, C. G. Meister, T. G. y Kenney, W. L. (1993). Fluid restriction prior to cycle exercise: effects on plasma volumen and plasma proteins. *Med Sci Sports Exerc.*, 25, 1225-1230.



**9.**

**ANEXOS**



## **ANEXO 1.**

### **DIFERENCIAS EN LAS REGLAS DE JUEGO DEL FÚTBOL-7 RESPECTO AL FÚTBOL QUE AFECTAN A NUESTRO ESTUDIO (RFEF, 2008).**

#### **REGLA I. EL TERRENO DE JUEGO.**

2. DIMENSIONES. El campo de juego será un rectángulo de una longitud máxima de 65 metros y mínima de 50 metros, y de una anchura no mayor de 45 metros ni menor de 30.

#### **REGLA III. NÚMERO DE JUGADORES.**

4. Cada equipo podrá presentar, antes de iniciarse el partido, hasta doce licencias de jugadores como máximo.
5. Una vez comenzado el partido, podrán realizarse cuantos cambios o sustituciones se deseen, siempre que se realicen de forma reglamentaria. Los jugadores sustituidos podrán volver al juego cuantas veces se considere conveniente.

Todos los jugadores inscritos en el acta del partido deberán actuar en el mismo y por el tiempo que, para cada caso y competición, esté predeterminado en las Normas o Bases Reguladoras de la misma.

#### **REGLA VII. LA DURACIÓN DEL PARTIDO.**

El partido durará dos tiempos iguales, para la categoría benjamín de 30 minutos cada tiempo.

Así, las diferencias reglamentarias que distinguen al fútbol-7 respecto al fútbol, que pueden afectar en nuestro estudio, se ciñen, además de al número de jugadores, a unas dimensiones más reducidas, a la posibilidad de realizar todas las sustituciones que se consideren oportunas, y a la obligación de la participación de todos los jugadores en el partido.

En general, respecto al resto de la reglamentación del fútbol-7, no hay otras diferencias con el fútbol que pudiesen influir en nuestro estudio.

**ANEXO 2.**

**CUADRO DE CRONOLOGÍA DE RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MÁS RELEVANTES SOBRE LA DESHIDRATACIÓN EN ADULTOS EN DISTINTAS ACTIVIDADES FÍSICAS Y DEPORTES.**

Resultados→	n	Condiciones Ambientales (°C - %HR)	PC Perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml) Tasa Ingesta(L/h)	Pérdida de líquido por sudor(ml) Tasa Sudor(L/h)	[electrolitos] en sudor (mmol/L)	Sodio en orina (mmol/L)	Osmolalidad en orina (mOsm/kg)	USG (g/L)	pH (orina)
Autores/año/activ. ↓											
Godek et al. (2005). (jugadores de fútbol americano)								1° 194±43 2° 43±38 3° 40±39 4° 39 ±39 6° 68 ±40		1° 1,017 2°-5° 1,021 6° 1,032	
Stover et al. (2006a). (practicantes en centros de fitness)	329 164♂ 165♀									♂1,020±0,007 ♀1,017±0,008	
Kutlu y Guler (2006).(taekwondo)	32								Pre: 998±171 Gral:989±205	Gral: 1,017±0,010	
Barbero et al.(2006). (partidos futsal profesionales)				1,7±0,5		0,8 ± 0,3					
Laursen et al. (2006). (triatletas Ironman)		23,3±1,9°C 60 ± 14 %		Hasta -3						Pre: 1,011 Post:1,017	
Hamouti et al. (2007). (f-s, bm, bc,vb)	48			1,2±0,3	800						
García-Pellicer (2009).(partidos oficiales futsal prof.)	12		0,8 ± 0,8	3,1±0,9	1539±276	1,5 ± 0,7					
Osterberg et al. (2009). jugadores NBA	29									Pre: 48% > 1,020	

Resultados→	n	Condiciones Ambientales (°C - %HR)	PC Perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml) Tasa Ingesta(L/h)	Pérdida de líquido por sudor(ml) Tasa Sudor(L/h)	[electrolitos] en sudor (mmol/L)	Sodio en orina (mmol/L)	Osmolalidad en orina (mOsm/kg)	USG (g/L)	pH (orina)
Autores/año/activ. ↓											
MacLeod y Sunderland (2009)(2part.jugadoras de élite hockey hierba)	18		0,1 ± 0,6 0,3 ± 0,5						1º 197 ± 110 2º 425 ± 206		
Newell et al. (2009). (entrenamiento fútbol gaélico)	20	16 - 8°C 82 - 88%					Na <sup>+</sup> : 35				
García-Jiménez y Yuste (2010). )(partidos oficiales futsal prof.)	9	22 - 26°C 32 -42%		0,99±1,12	1635±785	2,6 ± 0,9					
Batchelder et al. (2010).(entren. hockey-hielo)	17	6,0±1,6°C 40,4±11,8%	1,1 ± 0,3			0,8 ± 0,5					
Harnouti et al. (2010). (jugadores de rugby y corredores)									702 ± 56 554 ± 41	1,021±0,002 1,016±0,001	
Godek et al. (2010a). (entrenamiento fútbol americano)	16 8 NFL 8 NCA				4000±1100 5000±1500	2,1 ± 0,2 1,8 ± 0,1					
Godek et al. (2010b). (entrenamiento fútbol americano)	44 18 BK 12LB/QB 14 LM					1,4 ± 0,4 1,9 ± 0,5 2,2 ± 0,8	Na <sup>+</sup> : 50,0 ± 16 48,2 ± 23 52,8 ± 25				
O'Hara et al. (2010). (partidos rugby)	14		1,3 ± 0,7	1,31	640±500	2,0 ± 0,7			Pre: 237 ± 177 Des: 315 ± 133 Post: 489 ± 150		



Resultados→ Autores/año/activ. ↓	n	Condiciones Ambientales (°C - %HR)	PC Perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml) Tasa Ingesta(L/h)	Pérdida de líquido por sudor(ml) Tasa Sudor(L/h)	[electrolitos] en sudor (mmol/L)	Sodio en orina (mmol/L)	Osmolalidad en orina (mOsm/kg)	USG (g/L)	pH (orina)
Knechtle et al. (2011). (triatletas no profesionales)	27									Pre: 1,012 Post:1,022	
Lott y Galloway (2011).(partidos de tenis indoor)	16	17 ± 2°C 42 ± 9%			1,0 ± 0,6	1,1 ± 0,4					
Brandenburg y Gaetz, (2012). (2 part.jugadoras baloncesto de élite)	17		1,0 ± 0,7	P1°0,7±0,8 P2°0,6±0,6						P1°: pre:1,005 P2°: pre:1,010	
Abián-Vicén (2012). (partidos bádminton)	46♂ 24♀			0,4 ± 0,5 0,3 ± 0,8	1,1 ± 0,5 1,0 ± 0,4	1,1 ± 0,4 1,0 ± 0,6					
Mueller (2013). (triatletas Ironman)			1,9 ± 0,8							Pre: 7,20±0,21 Post: 6,28±0,05	
Petterson y Berg (2014). (luchadores de élite)	31									Pre: 83% ≥ 1,020 y ≥ 1,030 frecuente	
Lee et al. (2014). (jugadores de rugby profesionales)	10		Partido Entrenam. Gimnasio	1,4 ± 1,0 1,0 ± 0,4 0,6 ± 0,5	1,0 ± 0,7 0,3 ± 0,6 0,1 ± 0,6	955 ± 562 1224 ± 601 987 ± 503				Pre: 423 ± 157	
García-Jiménez et al. (2015 ).(partidos oficiales futsal prof.)				1,04							
Cunniffe et al. (2015). (entrenam. /partido balonmano femenino)	17	23 ± 2°C 30 ± 2%				1,02 ± 0,07	Na <sup>+</sup> : 38 ±10				

## ANEXO 3.

**CUADRO DE CRONOLOGÍA DE RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MÁS RELEVANTES SOBRE LA DESHIDRATACIÓN EN ADULTOS EN EL FÚTBOL.**

Resultados→ Autores/año/activ. ↓	n	Condiciones Ambientales (°C - %HR)	PC Perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml)	Pérdida de líquido por sudor (ml) T.S. (L/h)	[electrolitos] en sudor (mml/L)	Pérdida total ClNa (g)	Osmolalidad en orina (mOsm/kg)	USG (g/L)	pH (orina)
Maughan et al. (2004). (entrenamiento, 90')	24	24 - 29°C 46 - 64 %	1,10±0,43	1,37 ± 0,54	971 ± 303	2033 ± 41 TS: 1,38	Na <sup>+</sup> = 49 ± 12 K = 6,0 ± 1,3 Cl = 43 ± 10	5,8 ± 1,4	Pre:666 ± 311		
Maughan et al. (2005). (entrenamiento, 90')	17	5°C 81 %			423 ± 215	1690 ± 450	Na <sup>+</sup> = 42,5 ± 13 K = 4,2 ± 1,0	4,3 ± 1,8			
Shirreffs et al. (2005). (entrenamiento, 90')	26	32 ± 3°C 20 ± 5 %	1,23±0,50	1,59 ± 0,61	972 ± 335	2193 ± 365 TS: 1,46	Na <sup>+</sup> =30,2±18,8 K = 3,58±0,56				
Al-Jaser y Hasan (2005). (partido)	10	45,4°C 23,6 %				3100 ±1400				Post:1,026 ± 0,002	
Salum y Fiamoncini (2006).(entrenamiento)	23			1,28 ± 0,25							
Maughan et al. (2007). (partido)	31	8,6°C 50 - 60 %			840 ± 470	1680 ± 400	Na <sup>+</sup> = 62 ± 13	2,4 ± 0,8	Pre:678 ± 344		
Aragón-Vargas et al. (2009). (partido)	17	34,9°C 35,4 %	2,58±0,88	3,38 ± 1,11	1948±954	4448 ±1216 TS: 2,26				Pre: 1,018 ± 0,008	
Castillo (2009). (partido) (entrenamiento)	12 10		1,20±0,45 0,60±0,21	1,60±0,56 0,77±0,30		1790±321,8 1047±260,4					
Kurdak et al. (2010). (partido)	22	34,3°C 64 ± 2 %		2,2 ± 0,9	1653±487	3100 ± 610	Na <sup>+</sup> = 45 ± 9				
López-Mata et al. (2012). (partido)	17									Pre: 1,019 Post:1,025	6,0 ± 0,91 5,35 ± 0,60
Owen et al. (2013). (estudio de campo: Loughborough, 90')	13			0,3 ± 0,1 1,1 ± 0,2 2,5 ± 0,4	1,65 ±0,17 0,85 ±0,19 0	= <i>ab libitum</i> no fluido					
Castro-Sepúlveda et al. (2015). (entren.)	156										98 % deshidratación pre-entrenamiento entre moderada y grave (USG)

**ANEXO 4.**

**CUADRO DE CRONOLOGÍA DE RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MÁS RELEVANTES SOBRE DESHIDRATACIÓN EN NIÑOS Y ADOLESCENTES EN DISTINTAS ACTIVIDADES FÍSICAS Y DEPORTES.**

Resultados→ Autores/año/activ. ↓	n	Edad (años)	Condiciones ambientales (T <sup>a</sup> / HR)	PC perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml)	Pérdida de líquido por sudor (ml)	Uosm (mOsm/kg)	USG (g/L)
Bar Or et al. (1980). (laboratorio)	11	10-12	39°C 45 %						
Bergeron et al. (2006). (entrenam. tenis)	14	15,1 ± 1,4	79,3 - 79,9°F						Pre: 1,024
Stover et al. (2006). (entrenamiento fútbol americano)	13 46	Secundaria Junior							Pre: 1,022- 1,024 Pre: 1,021- 1,016
Bergeron et al. (2007). (partido tenis dobles)	5	13,9 ± 0,9					1900 ± 200		Pre: 1,025
Higham et al. (2009) (natación)	76	Adolescentes			< 2				Media 4 días: >1,020
McDermott et al. (2009).(entr./part. fútbol americano)	33	12 ± 2				760 ± 290	E: 650 ± 350 P: 1300±570	Media 5 días: 796 ± 293	
Yeargin et al. (2010). (entrenamiento fútbol americano)	25	15 ± 1					TS: P: 0,6 ± 0,2 M: 0,8 ± 0,1	Pre: 881 ± 285 Post:856± 259	
Kavouras et al. (2012) (intervención educ.)	92 I: 61 C:31	13,8 ± 0,4						Pre: 941± 30 Post:782 ± 34 Pre: 970 ± 38 Post:961 ± 38	Pre: 1,031 Post: 1,023 Pre: 1,033 Post: 1,032

Resultados→ Autores/año/activ. ↓	n	Edad (años)	Condiciones ambientales (T <sup>a</sup> / HR)	PC perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml)	Pérdida de líquido por sudor (ml)	Uosm (mOsm/kg)	USG (g/L)
Rivera-Brown et al. (2012). (entren. judo)		Pub.temprana Pub. tardía	29,5°C 77,7 %		1,3 ± 0,8 1,9 ± 0,5				24 h: 1,028 24 h: 1,027
Aragón-Vargas et al. (2013).(comp.triatlón)	95	P: 9-13 M: 14-17	31°C		P.♂: 1,2 ± 0,9 P/M♀: 1,3 ± 0,9 M.♂: 1,7 ± 1,1				
Wilk et al. (2014). (entren. ciclismo)	9	10-12						C/desh.0%→ C/desh.1%→ C/desh.2%→	1,015±0,003 1,013±0,002 1,015±0,002
Arnautis et al (2015) (entr. varios deportes)	59	15,2 ± 1,3	27,6°C 58 %		1,1 ± 0,07				> 1,020
						<b>pH urinario</b>	<b>Na<sup>+</sup> urinario (mmol)</b>	<b>Uosm (mOsm/kg)</b>	<b>USG (g/L)</b>
Martínez (2015). (entrenamiento duatlón)	21 13♀ 8♂	11,2 ± 1,3			Antes (M± SD): Después (M± SD):	5,66 ± 0,45 5,38 ± 0,38	25,23 ±16,31 79,04 ±58,38	182,47 ± 64,43 471,23±267,18	1,011±0,004 1,019±0,580

**ANEXO 5.**

**CUADRO DE CRONOLOGÍA DE RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS MÁS RELEVANTES SOBRE DESHIDRATACIÓN EN NIÑOS Y ADOLESCENTES EN EL FÚTBOL.**

Resultados→ Autores/año/activ. ↓	n	Edad (años)	Condiciones Ambientales (°C / % HR)	PC Perdido (Kg)	% PC perdido	Ingesta de líquidos (ml)	Pérdida de líquido por sudor (ml) T.S. (L/h)	[electrolitos] en sudor (mmol/L)	Pérdida total ClNa(g)	USG (g/L)
Guerra et al. (2004). (partido)	20	16 ± 1		CHO: 1,14 NCHO:1,75						
Martins et al. (2007). (entrenamiento, f-s)	6	15-18			0,43 ± 0,41					
Shirreffs y Maughan (2008). (entrenamiento)	55 OF 37WR		25-28°C 50-53 %			- 1920 ± 660	1410 ± 360 1610 ± 510	Na <sup>+</sup> : 20 ± 8 Na <sup>+</sup> : 17 ± 7	1,7 ± 1,1 1,7 ± 0,9	
Silva et al. (2011). (entrenamiento)	20	17,2 ± 0,5				1607 ± 460	2822 ± 530			Pre: >1,020
Silva et al. (2012). (partido)	15 (10)	17,0 ± 0,6	31 ± 2°C 48 ± 5 %			1120 ± 390	2240 ± 630			Pre: 1,021 ± 0,004
Williams y Backwell (2012). (entrenamiento)	21	17,1 ± 0,7	(frío)		1,7					
Gibson et al. (2012). (entrenamiento)	34 ♀	15,7 ± 0,7	9,8 ± 3,3 °C 63 ± 12 %		0,84±0,07		690 ± 540	Na <sup>+</sup> : 48 ± 12		Pre: 45% n >1,020
Arnautotis et al. (2013). (entrenamiento)	107 (72)	11-16	27,2 ± 2 °C 57 ± 9 %		0,35±0,04					Pre: ≥ 1,020
Castillo (2014). (partido)	54	13-18		0,7 ± 0,45	1 ± 0,6	519 ± 335	1104 ± 555 TS: 0,6			
Phillips et al. (2014). (entrenamiento)	14	16,9 ± 0,8		~ 0,40		~ 70 % pérdidas				Pre:~70% n > 1,020
Gordon et al. (2015). (entrenamiento)	79	15,9 ± 0,8			0,7 ± 0,7	216 ± 140				Pre: 1,023 Post: 1,024

**ANEXO 6.****CUADRO DE CRONOLOGÍA DE RESULTADOS DE LA UOSM EN LAS INVESTIGACIONES MÁS RELEVANTES EN DISTINTOS DEPORTES, ACTIVIDADES Y EDAD.**

Autores y año	Sujetos/Actividad	Resultados Uosm (mOsm/kg.)	
		Pre	Post
Maughan et al. (2004).	24 futbolistas de la Premier League (entrenamiento)	666 ± 311	
Kutlu y Guler (2006)	32 competidores de taekwondo, campamento	Media al inicio del campamento: 998 ± 171 promedio para todas las muestras: 989 ± 205	Valores
Maughan et al. (2007b).	31 futbolistas de English Premier League Reserve	678 ± 344 (11 de los 31, muestras > 900)	
MacLeod y Sunderland (2009)	18 jugadoras de hockey sobre hierba de élite (sub21)	Partido 1º: 197 ± 110 vs partido 2º: 425 ± 206	
McDermott et al. (2009)	33 niños en edad escolar, campamento verano fútbol	Media 5 días: 796 ± 293	
Harnouti et al. (2010).	Comparación entre jugadores de rugby y corredores	Valores promedio mediciones 6 días: rugby = 702 ± 56 corredores = 554 ± 41	
O'Hara et al. (2010)	14 jugadores (72 muestreos) de la Super Liga inglesa de rugby	396 ± 252 a su llegada, 237 ± 177 antes del partido, 315 ± 133 en el medio tiempo, y ...	...489 ± 150 al finalizar el partido.
Yeargin et al. (2010).	25 jugadores fútbol americano adolescentes	Promedio 10 sesiones entrenamiento de pretemporada: 881 ± 285	856 ± 259
Kavouras et al. (2012)	92 púberes en un programa de intervención educativa	Intervención (61) = 941 ± 30 Control (31) = 970 ± 38	782 ± 34 961 ± 38
Lee et al. (2014)	10 jugadores de rugby profesionales de primer nivel	Uosm media de llegada: 423 ± 157 (hidratación adecuada)	Peligro de hiponatremia por hidratación excesiva

**ANEXO 7.**

**CUADRO DE CRONOLOGÍA DE RESULTADOS DE LA USG EN LAS INVESTIGACIONES MÁS RELEVANTES EN DISTINTOS DEPORTES, ACTIVIDADES Y EDAD.**

Autores y año	Sujetos/Actividad	Resultados USG (g/L)	
		Pre	Post
Bartok, et al. (2004)	25 luchadores	Corte identificación deshidratación hipertónica = 1,020	
Al-Jaser y Hasan (2005). (partido)	10 futbolistas de élite kuwaitíes (5 partidos)		1,026 ± 0,002
Godek et al. (2005)	Jugadores de fútbol americano	6 días, 2 sesiones/día: inicio: 1,017 ± 0,006; proceso: 1,021 ± 0,007; final: 1,032 ± 0,004	
Laursen et al. (2006).	Triatletas altamente entrenados (Iron Man)	1,011 ± 0,005	1,017 ± 0,008
Kutlu y Guler (2006)	32 competidores de taekwondo, campamento	Media: 1,017 ± 0,010	
Stover et al. (2006a).	329 sujetos (164 ♂ y 165 ♀), practicantes en centros de fitness.	Media de los 329 sujetos: 1,018 ± 0,007 Varones: 1,020 ± 0,007 Mujeres: 1,017 ± 0,008	
Stover et al. (2006b).	13 universitarios f. americ. 46 junior fútbol americano	5 días, 2 sesiones/día; rango de medias: 1,020 ± 0,003-1,024 ± 0,005 Con implementación de estrategia, la media bajó de 1,021 a 1,016	
Bergeron et al. (2006).	14 tenistas jóvenes (9 ♂, 5 ♀), entrenamiento	Media pre-entrenamiento: 1,025 ± 0,005	
Bergeron et al. (2007).	8 tenistas jóvenes, partidos oficiales (dobles)	1,025 ± 0,002	
Hornery et al. (2007).	14 tenistas, torneos internacionales	Media: 1,022 ± 0,004	
Sun, Chia, Aziz y Tan (2008).	Piragüistas fondo (5 ♂ y 5 ♀)		Agua: 1,020 ± 0,012 Gatorade: 1,018 ± 0,008

Autores y año	Sujetos/Actividad	Resultados USG (g/L)	
		Pre	Post
Newell, Newell y Grant (2008).	20 jugadores fútbol gaélico.	Los resultados de la mayoría de los jugadores de elite (n = 15) muestran una buena hidratación (USG <1,010) antes del ejercicio de actividad, sin embargo, tres jugadores presentan signos de deshidratación mínima (USG: 1,010 a 1,020) y dos jugadores mostraron niveles significativos de deshidratación (USG: 1,021 a 1,030).	
Rivera et al. (2008).	44 sujetos (22 niños y 22 niñas). Edades entre 9 y 17 años, practicantes varias modalidades deportivas distintas.	Niños: 1,030 ± 0,017 Niñas: 1,028 ± 0,015	
Knetchle et al. (2008).	10 sujetos en carrera de 17 días y 1.200 km	Valores medios: 1,013 ± 0,007 Al sexto día de carrera su valor medio: 1,023 ± 0,005	
Knetchle et al. (2009).	16 nadadores masculinos de ultrarresistencia	Valores medios:	1,020
Knetchle et al. (2010a).	Triatletas no profesionales	Valores medios:	1,010
Knetchle et al. (2010b).	53 participantes en un triple Iron Man	Valores medios:	1,013
Volpe, Poule y Bland (2009).	Atletas jóvenes universitarios (138 ♂; 125 ♀). Estimación del estado de hidratación antes de la práctica.	66% = probabilidad hipohidratación (≥ 1,020) 13% = deshidratación significativa (1,031 ± 0,002) 54% = hipohidratado (1,024 ± 0,003) 34% = euhidratado (1,012 ± 0,005) Mayor deshidratación en hombres que en mujeres.	
Higham et al. (2009).	35 nadadores competición	Media 4 días > 1,020	
Osterberg et al. (2009).	29 jugadores NBA	Aprox. la mitad = hipohidratados	
Aragón-Vargas et al. (2009).	17 futbolistas profesionales, competición	Media: 1,018 ± 0,008 (7 jug. ≥ 1,020)	



Autores y año	Sujetos/Actividad	Resultados USG (g/L)			
		Pre		Post	
Harnouti et al. (2010).	Comparación entre jugadores de rugby y corredores	Valores promedio mediciones 6 días: rugby = $1,021 \pm 0,002$ corredores = $1,016 \pm 0,001$			
Kurdak et al. (2010).	22 jugadores fútbol, competición	PARTIDO 1		PARTIDO 2	
		EQUIPO 1	EQUIPO 2	EQUIPO 1	EQUIPO 2
		$1,012 \pm 0,006$	$1,010 \pm 0,006$	$1,012 \pm 0,008$	$1,006 \pm 0,003$
Silva et al. (2011).	20 futbolistas brasileños adolescentes de élite	USG pre-entrenamiento > 1,020			
Knechtle et al. (2011).	27 triatletas no profesionales	1,012		1,022	
Weitkunat (2012)	20♂ + 11♀ nadadores de aguas abiertas	USG 0,1 % más baja en ♀ que ♂			
Kavouras et al. (2012).	Intervención Educativa: 92 G. Interv.: 61 (30♂,31♀) G. Control: 31(13♂,18♀)	$1,031 \pm 0,009$		$1,023 \pm 0,012$	
		$1,033 \pm 0,011$		$1,032 \pm 0,013$	
Rivera-Brown et al. (2012).	Judocas jóvenes en concentración de entrenamiento	Pubertad temprana; 24h.= 1,028			
		Pubertad tardía; 24h.= 1,027			
Brandenburg y Gaetz (2012).	17 jugadoras baloncesto de élite	Partido 1º: $1,005 \pm 0,002$ ; Partido 2º: $1,010 \pm 0,005$			
López-Mata et al. (2012).	17 futbolistas universitarios, partido	$1,019 \pm 0,005$		$1,025 \pm 0,004$	
Jetton, et al. (2013).	Artes marciales mixtas	39 % luchadores USG > 1,021			
Aragón-Vargas et al. (2013).	95 triatletas	1,014			
Petterson y Berg (2014).	31 luchadores (élite) de 4 deportes de combate difer.	En la mañana del día de competición: 83% $\geq 1,020$ y $\geq 1,030$ frecuente			

Autores y año	Sujetos/Actividad	Resultados USG (g/L)	
Wilk et al. (2014).	9 ciclistas no competitivos de 10 a 12 años	3 entrenamientos de ciclismo intermitente de alta intensidad	Desh0%:1,015 Desh1%:1,013 Desh2%:1,015
Castro-Sepúlveda et al. (2015).	156 futbolistas profesionales chilenos	98 % deshidratación pre-entrenamiento entre moderada y grave	
Arnaoutis et al. (2015).	59 jóvenes atletas de élite de 4 deportes	76,3 % atletas pre-entrenamiento USG $\geq$ 1,020	74,5% $\geq$ 1,020

**ANEXO 8.**

**ARTÍCULO:**

Morente, A., Yuste J. L., Pérez, J. A. y Llorente-Cantarero, F. J. (2017). Effects of an official football-7 match on hydration status on a team of prepubertal children: Pilot Study. *Journal of Sport and Health Research*. 9(3), 291-300