



UNIVERSIDAD DE MURCIA
DEPARTAMENTO DE EXPRESIÓN PLÁSTICA
MUSICAL Y DINÁMICA

Niveles de Deshidratación alcanzados en
Escolares durante la Práctica Deportiva
Extraescolar

D. Antonio Martínez Camacho

2015



UNIVERSIDAD DE MURCIA

**Departamento de Expresión Plástica,
Musical y Dinámica**

**NIVELES DE DESHIDRATACIÓN
ALCANZADOS EN ESCOLARES DURANTE
LA PRÁCTICA DEPORTIVA
EXTRAESCOLAR**

**D. Antonio Martínez Camacho
2015**

**Directores:
Dr. Juan Luis Yuste Lucas
Dr. José Vicente García Jiménez
Dr. Francisco Javier López Román**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mis directores de tesis, Dr. José Vicente García Jiménez, Dr. Javier López Román, y especialmente al Dr. Juan Luis Yuste Lucas, por su implicación, ayuda y guía constante en la realización de este trabajo

Agradecer a don Diego Sánchez Jaén, presidente y entrenador de la Asociación Deportiva “Rumbo Fijo”, por su inestimable colaboración y la excelente disposición mostrada en todo momento, facilitándonos enormemente el acceso a una población tan compleja como la que se encuentra en edad escolar, muestra de su enorme interés por el deporte, en especial el realizado por niños y jóvenes.

Agradecer los deportistas que participaron en este estudio, por su comportamiento, su atención y las ganas y el entusiasmo con los que participaron en este trabajo.

Agradecer a los padres de estos deportistas su confianza, su colaboración y su implicación en la organización de la prueba en la que se recogieron los datos de este estudio.

Agradecer a Doña Ginesa Martínez Villa su colaboración al permitirnos utilizar la sala de fisioterapia del CEIP “Gerónimo Belda”, para recoger los datos de antropometría.

Agradecer al club deportivo ThaderKayak Cieza, la colaboración al cedernos sus instalaciones para la organización de la prueba, colocación del material y toma de muestras.

Agradecer a los laboratorios Munuera, de Murcia, su buena disposición, al prolongar la apertura del laboratorio a fin de poder entregar las muestras a su tiempo.

“La ignorancia afirma o niega rotundamente; la ciencia duda”.

(Voltaire)

*A Loli, mi mujer, por su paciencia, su comprensión y por ser mi guía
y mi apoyo en muchos momentos*

*A Chantal, mi hija, por ser mi inspiración y arrancarme siempre
una sonrisa*

A mi padre. Aunque no estés aquí, te recuerdo siempre

Índice

INDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	15
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	16
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	25
1.1. EQUILIBRIO HIDRICO	27
1.2. DESHIDRATACIÓN: ESTUDIO GENERAL, TIPOLOGÍA Y EFECTOS SOBRE EL RENDIMIENTO PSICOFÍSICO.	30
1.2.1. Perspectiva general del estudio de la deshidratación.	30
1.2.2. Tipos de deshidratación.	32
1.2.3. Efectos orgánicos generales.	33
1.2.4. Efectos sobre las funciones cognitivas	34
1.2.5. Efectos sobre el rendimiento físico y deportivo	35
1.3. DESHIDRATACIÓN EN EDAD ESCOLAR	41
1.4. RECOMENDACIONES DE INGESTA DE LÍQUIDOS	44
1.4.1. Evolución histórica de las recomendaciones.	45
1.4.2. Recomendaciones generales en el ámbito físico-deportivo.	48
1.4.3. Recomendaciones específicas.	51
1.5. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN: TÉCNICAS.	53
1.6. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN EN EL ÁMBITO FÍSICO DEPORTIVO MEDIANTE MARCADORES DE ORINA.	59
1.6.1. Marcadores de orina. Definición y valores de referencia.	59
1.6.2. Estudios realizados sobre la validez y fiabilidad de los marcadores de orina como medida del estado de hidratación en la práctica físico-deportiva.	65
1.6.3. Estudios realizados con marcadores específicos de orina en distintas modalidades físico-deportivas: gravedad específica, osmolalidad, sodio y pH.	69
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS	75

2.1. OBJETIVOS.	77
CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODO	78
3.1. PARTICIPANTES.	80
3.2. PROCEDIMIENTO.	95
3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.	99
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	107
3.4.1. Tipo de diseño	107
3.4.2. Variables del diseño	107
3.4.2.1. Protocolo para la obtención de datos	107
3.4.2.2. Variables de estudio	110
3.5. Entrenamiento del investigador	111
3.6. Tratamiento estadístico	112
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	114
4.1. Estadísticos descriptivos.	116
4.2. Pruebas de normalidad de las distintas variables de orina	123
4.3. Estadística inferencial	127
4.3.1. Análisis de la varianza factorial. Efecto de los factores categoría y género sobre las variables de estudio	127
4.4. Comparación entre las variables de estudio	128
4.5. Correlaciones lineales	129
4.6. Tamaño del efecto (d de Cohen)	132
4.7. Regresión logística binaria	133
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.	136
5.1. Gravedad específica de la orina	138
5.2. Osmolalidad de la orina	146
5.3. Sodio en orina	148
5.4. Gravedad específica de la orina y osmolalidad de la orina	149
5.5. Gravedad específica de la orina, osmolalidad de la	151

orina y sodio en orina	
5.6. pH de la orina.	152
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE INVESTIGACION.	153
6.1. Conclusiones	155
6.2. Limitaciones de la investigación	158
6.2. Prospectivas de la investigación.	159
REFERENCIAS	161
ANEXOS	184
Anexo I. Documento de aprobación de la Comisión de Bioética	185
Anexo II. Hoja de consentimiento informado	186
Anexo III. Hoja de registro peso y temperatura antes y después	188
Anexo IV. Hoja de registro de tiempos y temperatura inicial, final y transiciones.	189
Anexo V. Escala de Borg (10 y 15 ítems)	190

Índice de tablas	Página
Tabla 1. Porcentaje de peso perdido durante la práctica deportiva y efectos adversos en el rendimiento deportivo (a partir de datos de diversos autores)	40
Tabla 2. Tendencias de ingesta de líquidos en deportes de resistencia (elaboración a partir de datos de Garth y Burke, 2013)	51
Tabla 3. Tendencias de ingesta de líquidos en deportes de equipo, raqueta y acuáticos (elaboración a partir de datos de Garth y Burke, 2013)	52
Tabla 4. Tendencias de ingesta de líquidos en deportes de invierno, motor, estéticos y de habilidad, y por categoría de peso (elaboración a partir de datos de Garth y Burke, 2013)	52
Tabla 5. Definiciones vinculadas al estudio de las técnicas de evaluación de la hidratación (elaboración a partir de datos de Armstrong (2006).	54
Tabla 6. Técnicas de medición del estado de hidratación estudiadas por diversos autores.	56
Tabla 7. Valores de referencia de la osmolalidad de la orina para determinar el estado de hidratación (a partir de datos Fernández-Elías, Martínez-Abellán, López-Gullón, Morán Navarro y Pallarés, 2014)	64
Tabla 8. Descriptivos de edad género y categoría	81
Tabla 9. Descriptivos de variables antropométricas (peso, talla e IMC)	82
Tabla 10. Pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, bicipital y suprailíaco) medidos en mm de los participantes.	85
Tabla 11. Pliegues cutáneos (supraespinal, abdominal, muslo y pierna medial) medidos en mm de los participantes.	86
Tabla 12. Diámetros (codo, muñeca y rodilla) en cms, medidos en todos los participantes	87
Tabla 13. Perímetros (brazo relajado, brazo contraído, pierna medial, muñeca) medidos en cms en los participantes.	88

Tabla 14. Perímetros (muslo, cintura mínima, perímetro abdominal ombligo y cintura máxima en cms), medidos en los participantes	89
Tabla 15. Descriptivos de variables cardíacas (Tensión Arterial Sistólica, Tensión Arterial Diastólica, Frecuencia cardíaca basal), medidas en los participantes	91
Tabla 16. Descriptivos de variables de esfuerzo percibido (Borg 10 y 15) medidos en los participantes.	93
Tabla 17. Descriptivos de temperatura corporal (°C), medida en los participantes.	94
Tabla 18. Distancias a recorrer (en Kms) por los participantes de cada categoría	96
Tabla 19. Calendario de actuaciones seguido para llevar a cabo la presente investigación	99
Tabla 20. Composición química del agua utilizada para la presente investigación.	105
Tabla 21. Descriptivos parámetros orina antes y después de la actividad.	118
Tabla 22. Descriptivos de parámetros de orina antes de la actividad de la actividad en relación con el género de los participantes.	118
Tabla 23. Descriptivos parámetros de orina después de la actividad en relación con el género de los participantes.	119
Tabla 24. Descriptivos de parámetros de orina antes de la actividad en relación con la categoría de los participantes.	119
Tabla 25. Descriptivos de parámetros de orina después de la actividad en relación con la categoría de los participantes	120
Tabla 26. Descriptivos de parámetros de orina en categoría infantil antes de la actividad en relación con el género de los participantes	120

Tabla 27. Descriptivos de parámetros de orina en categoría infantil después de la actividad en relación con el género.	121
Tabla 28.Descriptivos de parámetros de orina en categoría alevín antes de la actividad en relación con el género	121
Tabla 29.Descriptivos de parámetros de orina después de la actividad en categoría alevín en relación con el género.	122
Tabla 30.Descriptivos de los parámetros de orina antes y después de la actividad de todos los participantes, en relación con el género y la categoría.	122
Tabla 31. Prueba de normalidad de los marcadores de orina sin tener en cuenta el género ni la categoría.	125
Tabla 32. Prueba de normalidad de diferentes variables en relación de los marcadores de orina antes y después de la actividad en función de la categoría y sin tener en cuenta el género de los participantes.	125
Tabla 33. Prueba de normalidad de diferentes variables en relación de los marcadores de orina antes y después de la actividad en función del género y sin tener en cuenta la categoría de los participantes.	126
Tabla 34. Resumen de resultados de la prueba de normalidad Shapiro – Wilk, con indicación de los marcadores de orina que no siguen una distribución normal ($p \leq .05$).	126
Tabla 35. Análisis de la varianza factorial de todos los participantes de la variable: gravedad específica de la orina después de la actividad	127
Tabla 36. Media de la variable: gravedad específica de la orina en función de la categoría y sin tener en cuenta el género	127

Tabla 37. Media de la variable: gravedad específica de la orina después de la actividad en función del género y sin tener en cuenta la categoría	128
Tabla 38. Resultados de la prueba de contraste t – Student para los parámetros de osmolalidad y sodio en orina	128
Tabla 39. Correlación entre gravedad específica de la orina después de la actividad y osmolalidad de la orina después de la actividad (Spearman)	130
Tabla 40. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y el sodio en orina después de la actividad	130
Tabla 41. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y el pH de la orina después de la actividad	130
Tabla 42. Correlación entre la osmolalidad de la orina después de la actividad y el sodio en orina después de la actividad.	131
Tabla 43. Correlación entre la osmolalidad de la orina después de la actividad y el pH en orina después de la actividad.	131
Tabla 44. Correlación entre la osmolalidad de la orina y el pH en orina después de la actividad	132
Tabla 45. Tamaño del efecto (d de Cohen) en el sexo.	132
Tabla 46 . Tamaño del efecto (d de Cohen) en la categoría	133
Tabla 47. Efecto del género en la variable gravedad específica de la orina después de la actividad.	133
Tabla 48. Efecto del género en la osmolalidad de la orina después de la actividad.	133
Tabla 49. Efecto del género en el sodio en orina después de la actividad	134

Tabla 50. Efecto del género en el pH de la orina después de la actividad	134
Tabla 51. Efecto de la categoría en la variable gravedad específica de la orina después de la actividad.	134
Tabla 52. Efecto de la categoría en la osmolalidad de la orina después de la actividad.	134
Tabla 53. Efecto de la categoría en el sodio en orina después de la actividad	135
Tabla 54. Efecto de la categoría en el pH de la orina después de la actividad	135
Índice de figuras	
Figura 1. Escala de color de la orina para evaluar el grado de deshidratación (según datos de Armstrong, citado por Selga y Larin [^] s (2008)	59
Figura 2. Figura 2. Báscula para pesaje en kg de los participantes	100
Figura 3. Figura 3. Tallímetro utilizado para medir la talla en m. de los participantes	100
Figura 4. Figura 4. Lápiz dermatográfico	101
Figura 5. Plicómetro utilizado para medir los pliegues cutáneos (mm) de los participantes	101
Figura 6. Paquímetro utilizado para medir los diámetros (cm) de los participantes	102
Figura 7. Termómetro timpánico utilizado para medir la temperatura corporal (°C) de los participantes	103
Figura 8. Contenedores estériles y precintados para la recogida de la orina	104
Figura 9. Contenedor estanco para transporte de las muestras de orina	104
Figura 10. Botellas de agua utilizadas para el protocolo de hidratación	105
Figura 11. Contenedores con la orina recogida antes y después de los participantes	105

Índice de abreviaturas

ACT	Agua Corporal Total
cmHg	Centímetros de mercurio
EA:	Edad en años
FCB	Frecuencia cardíaca basal en latidos/minuto
g/ml	Gramos por mililitro
IMC	Índice de masa corporal
mEq/l	Miliequivalentes por litro
mm.	Milímetros
mmol/l	Milimoles por litro
mOsm/kg	Miliosmoles por kilogramo.
PCAB	Pliegue cutáneo abdominal
PCBB	Pliegue cutáneo bicipital braquial
PCkg	Peso corporal en kg
PCM	Pliegue cutáneo muslo
PCPM	Pliegue cutáneo pierna medial
PCSEP	Pliegue cutáneo supraespinal en mm
PCSP	Pliegue cutáneo suprailíaco
PCSUB	Pliegue cutáneo subescapular
PCT	Pliegue cutáneo tricipital en mm
TAD	Tensión arterial diastólica en cmHg
TAS	Tensión Arterial Sistólica, en cmHg
TCP	Temperatura corporal post-actividad en °C
TCPR	Temperatura corporal pre-actividad en °C
TCPT	Temperatura corporal en la primera transición en °C
TCST	Temperatura corporal en la segunda transición en °C
TPm	Talla de pie en metros

Símbolos

♂	Niños
♀	Niñas

RESUMEN

Justificación: La deshidratación en el ámbito físico- deportivo es un problema que puede llegar a afectar de forma importante tanto el rendimiento psicofísico como la salud del deportista, especialmente en el ámbito de la práctica de actividad físico-deportiva en la población en edad escolar. Son escasos los estudios realizados con niños y adolescentes sobre la determinación del estado de hidratación, cuando por sus características fisiológicas son un grupo susceptible de incurrir en este estado con facilidad. Por ello, es necesario poseer un conocimiento sobre las técnicas adecuadas para determinar el estado de hidratación de los deportistas de estas edades de forma rápida y fiable. **Objetivo:** determinar los niveles de deshidratación alcanzados por un grupo de duatletas en edad escolar, mediante la utilización de parámetros urinarios, así como las correlaciones entre dichos parámetros **Material y método:** 21 deportistas en edad escolar (13 niñas y 8 niños) de 11.19 ± 1.32 años y pertenecientes a dos categorías diferentes (11 infantiles y 10 alevines), practicantes de duatlón, realizaron una prueba no oficial compuesta por dos tramos de carrera y uno de ciclismo intercalado. Se midieron la gravedad específica de la orina, la osmolalidad de la orina, el sodio urinario y el pH de la orina, antes y después de la prueba. A los deportistas se les aplicó antes de la primera toma de muestras de orina un protocolo de hidratación controlado. Las muestras fueron analizadas posteriormente en un laboratorio especializado en análisis clínicos. **Resultados:** se produjo un incremento de la gravedad específica de la orina, de la osmolalidad de la orina y del sodio urinario, y un descenso del pH de la orina, encontrándose una alta correlación entre la gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina después de la prueba. Respecto a la gravedad específica de la orina, no se encontraron diferencias significativas teniendo en cuenta el género y la categoría de forma aislada, pero sí de forma conjunta. **Conclusiones:** En función de los resultados obtenidos, los valores medios hallados se encuentran dentro de los establecidos por diversos autores como límite para la deshidratación, si bien se observó una tendencia hacia la deshidratación

PALABRAS CLAVE: sodio de la orina, gravedad específica de orina, osmolalidad de orina, pH de la orina, duatlón, deporte.

ABSTRACT

Justification: Dehydration in physical-sports field is a problem that can affect significantly both the mental and physical performance and the health of athletes, especially in the field of practice of physical and sporting activities in the school-age population. There are few studies in children and adolescents on the determination of hydration status when their physiological characteristics are a group capable of engaging in this state with ease. It is therefore necessary to have an adequate knowledge to determine hydration status of athletes in this age of rapid and reliable techniques. **Objective:** To determine the levels of dehydration achieved by a group of duathletes schoolchildren, using urinary parameters and correlations between these parameters. **Methods:** 21 athletes of school age (13 girls and 8 boys) of 11.19 ± 1.32 years and belonging to two different categories (11 children and 10 juveniles), practicing duathlon, conducted an unofficial test consisting of two sections of career and one interleaving cycling. The specific gravity of urine, urine osmolality, urinary sodium and urine pH before and after the test were measured. The athletes were applied before the first urine sampling protocol controlled hydration. The samples were subsequently tested in a specialized clinical laboratory analysis. **Results:** there was an increase of the specific gravity of the urine, urine osmolality and urinary sodium, and lowering the pH of the urine, being a high correlation between specific gravity and urine osmolality urine after the test. Regarding the specific gravity of urine, no significant differences were found considering gender and class in isolation, but together. **Conclusions:** According to the results, the average values found are within those established by several authors as the deadline for dehydration, although a trend toward dehydration was observed.

KEYWORDS: urine sodium, urine specific gravity, urine osmolality, urine pH, duathlon sport.

Introducción

INTRODUCCIÓN.

Son diversas las instituciones que han llevado a cabo recomendaciones sobre los niveles de actividad física que deben realizar los niños y adolescentes (Australian Commonwealth Department of Health and Aged Care, 1999; United States of Department of Agriculture, 2000; Health Canada, 2002; OMS, 2010...). En un estudio del CSD (2011) sobre hábitos de práctica deportiva en la población escolar española, se constata que para la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, el 70% de los chicos en edad escolar y el 48% de las chicas realizaban actividades físicas organizadas.

Sin embargo, la práctica físico-deportiva debe respetar una serie de principios que garanticen la seguridad del niño y el adolescente, y propicien una práctica saludable y enriquecedora, ya que, como indican Fairén y Villarreal (2009), el dominio de las tendencias, las modas o las imposiciones sociales se anticipan al conocimiento exhaustivo de los principios de la actividad física infantil.

Uno de los aspectos que generalmente se suele descuidar en la práctica físico – deportiva infantil y al que no se le presta suficiente atención es el correcto estado de hidratación de los escolares, a fin de evitar la hipohidratación y la deshidratación severa. Diversos autores han estudiado estos aspectos en las últimas décadas

Así, ya en 1986, Klimt (citado por Latorre Román y Herrador Sánchez, 2003) destaca que en el niño, su sistema termorregulador es menos eficaz, con lo que pierden calor cuando hace frío y lo acumulan cuando hace calor, incrementando además las concentraciones de sodio y cloro en el sudor, y reduciéndose el magnesio y el calcio, por lo que precisan una adecuada hidratación previa.

También Barbany (1990) señalaba que los niños, al poseer una sensibilidad al frío y al calor importante y provocada a su vez por la inmadurez de los centros termorreguladores, tenían un balance de líquidos más deficitario, con mayor riesgo de deshidratación, sobre todo en los niños pequeños. La sensación de sed también es menor, no correspondiendo al estado de hidratación real.

En otra revisión, Balagué (1992), indicaba, con respecto a las características biológicas de los niños, que, siendo la relación superficie corporal/masa corporal mayor, eran más sensibles a los cambios de temperatura, además de producir mayor cantidad de calor por unidad de

masa. Por ello, tienen menor capacidad de sudoración, mayores dificultades para disipar el calor, y son más sensibles a la deshidratación.

Los problemas derivados de la deshidratación en la práctica deportiva no son infrecuentes. Así, Moreno Millán et al. (1999), constatan que, de los atletas participantes en el VII Campeonato del Mundo de atletismo de la IAAF, en Sevilla, el 17% de las lesiones se debían a problemas relacionados con el calor y la deshidratación. Por otra parte, Mueller y Colgate (2010), indican que el número de muertes por problemas con el calor en jugadores de fútbol americano de secundaria y universitarios pasó de 15 a principios de los 90 a 29 en 2010.

Kavouras y Arnoutis (2012), revisaron una serie de estudios que mostraban en diferentes prácticas físico-deportivas cómo gran parte de los niños o adolescentes participantes se encontraban en un inadecuado estado de hipohidratación o deshidratación en algunos casos.

En relación con la participación en pruebas cíclicas y sus combinaciones (duatlón, triatlón), ya en 1996 la Academia Americana de Pediatría a través de su Commite on Sports Medicine and Fitness publicó unas recomendaciones relativas a la participación de los niños y jóvenes en este tipo de pruebas, en las que se indican como aspectos a tener en cuenta que los Triatlones para niños y adolescentes tienen que diseñarse específicamente poniendo énfasis además en la seguridad, la diversión, y adecuación a la forma física. Consideran como segura la participación de niños y adolescentes en este tipo de pruebas, siempre adaptando los parámetros.

Además hacen hincapié en las medidas de seguridad apropiadas para estas pruebas que deberían incluir, entre otras, la posibilidad de acortar o incluso cancelar los eventos de acuerdo a las condiciones meteorológicas (para evaluar el riesgo de enfermedades por calor), disponer de un número de adecuado de socorristas en las pruebas de natación y realizar dichas pruebas en piscinas con una temperatura del agua adecuada y no en aguas abiertas, cerrar los circuitos de recorrido en bicicleta a los vehículos a motor, uso obligatorio del casco en la bicicleta, y realizar exámenes médicos antes de la participación.

Atendiendo a esta primera aproximación el tema de estudio, se han establecido las preguntas de investigación. Para su formulación, se han tenido en cuenta algunas consideraciones:

- En lo que se refiere al tipo de pregunta de investigación, ha sido de tipo descriptivo.

- En cuanto a las acciones realizadas para hallar respuesta a estas preguntas, hay que indicar mi interés personal por el estudio del ejercicio físico, sobre todo en poblaciones escolares, siendo además docente del área de Educación Física, con la correspondiente sensibilización hacia la realización de una práctica adecuada y segura que garantice un adecuado estado de salud en estas edades.
- También hay que indicar que han existido otras condiciones que han influido en la elección de las preguntas de investigación, como el coste económico (las variables medidas precisan de métodos de análisis complejos), o el humano (se precisa un amplio despliegue de medios humanos y materiales, para llevar a cabo estudios de este tipo)

En cuanto a la relevancia del estudio, es necesario indicar que, actualmente, existe un creciente auge de la práctica deportiva enfocada a la participación en pruebas de resistencia, en distintas modalidades, multiplicándose por la geografía española el número de carreras de larga distancia, maratones, ultramaratones, duatlones, triatlones, carreras de montaña, etc. Sin embargo, la realización de este tipo de esfuerzos conlleva ciertos riesgos potenciales para la salud, entre ellos los derivados de prácticas inadecuadas de hidratación, tanto por defecto como por exceso, siendo necesario conocer aspectos básicos para lograr un adecuado estado de hidratación previo a la práctica deportiva.

Por otro lado, muchos niños y niñas en edad escolar participan en determinadas pruebas de resistencia, con sus correspondientes adaptaciones, como pueden ser los duatlones o triatlones infantiles, por lo que es fundamental que entrenadores, profesores, padres y todos aquellos que tienen relación con la práctica deportiva infantil adquieran conocimientos básicos sobre pautas de hidratación, formas no invasivas de determinación del estado de hidratación, etc.

Así pues, basándonos en estos condicionantes, el presente estudio ha respondido a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué niveles de deshidratación alcanzan los deportistas en edad escolar identificándolos a través de marcadores de la orina?
- ¿Qué variaciones se producen en distintos parámetros de orina antes y después de una actividad de resistencia adaptada a la edad escolar?

- ¿Qué correlaciones existen entre los distintos parámetros de orina tras una actividad de resistencia adaptada a la edad escolar?
- ¿Qué efectos tienen el sexo o la categoría de los participantes en una prueba de resistencia en los distintos marcadores del estado de hidratación a través de la orina?

Por lo tanto, el propósito del presente trabajo es analizar el nivel de deshidratación alcanzado en deportistas en edad escolar, en una prueba de resistencia, evaluando el estado de hidratación antes y después de la prueba mediante parámetros no invasivos de orina (gravedad específica de la orina, osmolalidad de la orina, sodio en orina y pH de la orina) Lo indicado anteriormente será la guía tanto del marco teórico como del marco empírico del presente trabajo, que queda estructurado en cinco capítulos:

El primer capítulo corresponde al marco teórico, donde se tratarán los aspectos básicos del equilibrio hidroelectrolítico, la deshidratación y sus efectos o las recomendaciones de ingesta de líquidos en la práctica físico-deportiva, para pasar después a describir las principales técnicas de medida del estado de hidratación, así como la definición, valores de referencia y estudios realizados que hayan aplicado los parámetros de orina que aparecen en el presente estudio.

El segundo capítulo establece los objetivos del presente estudio. El capítulo tercero se refiere al desarrollo de la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo, así como el tipo de diseño, variables estudiadas, procedimiento seguido para realizar el estudio, instrumentos utilizados y forma de recoger los datos. Se explicará también el tratamiento estadístico realizado con los datos obtenidos.

El capítulo cuarto está dedicado a la exposición de los resultados del estudio, donde se desarrollará el tratamiento estadístico citado en el capítulo anterior, y el capítulo quinto está referido a la discusión de los resultados obtenidos, comparando los resultados con los de otros trabajos realizados por otros autores en distintos rangos de edad y actividades físico-deportivas. Por último, el capítulo sexto abordará las conclusiones del estudio, a raíz de los resultados obtenidos y las limitaciones encontradas, así como las perspectivas de investigación

CAPÍTULO 1.
MARCO TEÓRICO

1.1. EQUILIBRIO HÍDRICO.

El cuerpo humano está compuesto en casi un 60% por líquido, situado en el interior de las células en sus dos terceras partes (líquido intracelular), y el tercio restante en los espacios externos a las células (líquido extracelular). 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 líquido extracelular, que forma lo que se denomina *medio interno* del cuerpo (Guyton, 2000).

Siguiendo a Grandjean y Campbell (2006), el agua tiene una serie de propiedades, tales como

- El transporte de nutrientes y sustancias de desecho, facilitando el metabolismo celular, así como el funcionamiento químico de la célula.
- Actúa como solvente, facilitando la eliminación de toxinas a través de la orina. Además, se combina con moléculas viscosas para formar fluidos lubricantes para las articulaciones, saliva, secreciones que lubrican los alimentos al pasar por el tracto digestivo, o mucosas que lubrican el tracto digestivo o genitourinario.
- Ayuda a regular temperatura corporal mediante la absorción y posterior liberación de calor a través de los procesos de producción y evaporación del sudor. Como indican Rosés y Pujol (2006), gracias al agua, la temperatura corporal no aumenta excesivamente, a pesar del calor que genera la contracción del músculo.
- Contribuye a mantener las estructuras corporales, además de a la amortiguación de los órganos y al mantenimiento de la célula.

. La entrada de líquidos en el organismo es variable, y debe existir una compensación de estas pérdidas para evitar que aumente o disminuya el volumen de los líquidos corporales.

La cantidad de agua en el cuerpo humano, llamada 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, o condiciones tales como la gestación y la lactancia. Sin embargo, la cantidad de ACT varía significativamente de persona a persona, debido a una diversidad de factores. La masa muscular en los adultos está conformada por alrededor de 70 a 75% de agua, mientras que el tejido adiposo constituye entre 10 y 40% del peso corporal. (Grandjean y Campbell, 2006). Laaksonen et al. (2003), señalan que es por ello por lo que las mujeres suelen tener un porcentaje de agua corporal menor que los hombres, pues poseen una proporción de grasa relativamente más alta. Rose (2001), también indican que el ACT, debido sobre todo a la pérdida de masa muscular, descendiendo en la tercera edad.

El ACT se divide en dos compartimientos. Todos los líquidos fuera de las células se denominan líquido extracelular (LEC), mientras que el agua en el interior de las células es llamado líquido intracelular (LIC). El LEC se subdivide, a su vez, 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 (Grandjean y Campbell, 2006)

Ingresos diarios de agua

El agua que entra al organismo procede, por un lado, de la ingestión de líquidos, así como formando parte de alimentos sólidos, y representa unos 2100 ml/día, y por otro, de la oxidación de los hidratos de carbono, lo que supone unos 200 ml/día. Existen diferencias interindividuales en cuanto a la ingestión de agua, además de otros factores como el clima, los hábitos y el nivel de actividad física que se realiza (Guyton, 2000)

Pérdidas diarias de agua.

Gallego, Collado y Mataix (2006), distinguen como mecanismos de pérdida de agua las pérdidas urinarias (1000 y 1500 ml/día), las pérdidas cutáneas (350 ml), las pérdidas respiratorias (250-300 ml/día), y las pérdidas fecales (entre 100 y 200 ml de agua)

Mataix (2008), indica que la pérdida de agua tiene lugar a través de cuatro mecanismos: pérdidas renales, cutáneas, pulmonares y fecales, dividiendo las pérdidas renales en dos tipos: obligatorias (necesarias para

la adecuada eliminación de sustancias por vía renal) y facultativas (referidas al agua que se ha ingerido por encima de los requerimientos del organismo y que es eliminada).

En cuanto a las pérdidas cutáneas, el mismo autor las divide en insensibles (por difusión a través de la piel, pudiendo constituir unos 300-400 ml/día), y pérdidas por el sudor, provocado por diversos factores (temperatura ambiente elevada, humedad ambiental alta, vestimenta, ejercicio físico o fiebre)

1.2. DESHIDRATACIÓN. GENERALIDADES, TIPOS Y EFECTOS EN FUNCIONES COGNITIVAS Y EN LA ACTIVIDAD FÍSICA.

1.2.1. Perspectiva general del estudio de la deshidratación.

El fenómeno de la deshidratación y sus efectos en el organismo humano viene siendo objeto de investigación desde prácticamente mediados del siglo pasado. Así, en el año 1947, la publicación *Physiology of Man in the Desert*, recogía las investigaciones realizadas en tiempo de guerra por un grupo de fisiólogos encabezado por E. F. Adolph de la Universidad de Rochester. La contribución 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 temperatura y la falta de agua en el organismo (Brown, 1970).

En la década de los sesenta, Senay y Christensen (1965), indicaron que los cambios 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. A partir de la década de los 70, los estudios sobre la sintomatología de la deshidratación se han centrado en la investigación de aspectos tales como: la relación de la deshidratación con otras patologías, el sistema inmune, la pérdida de peso corporal, procesos hormonales, funciones psicológicas y precisión en la medida del estado de deshidratación.

La relación del sistema hormonal y la acción de determinadas glándulas con los efectos de la deshidratación, también ha sido objeto de investigación, como muestran Kimura et al (1976), que estudiaron la interacción entre la hormona antidiurética (ADH) y el sistema renina-angiotensina, plasma ADH y actividad de renina en plasma (PRA) en sujetos normales (n = 10) bajo varios estados de hidratación, en diversas condiciones experimentales: de agua, infusión hipertónica, deshidratación salina aguda inducida por la furosemida y el cambio postural. La infusión salina hipertónica provocó un aumento de la osmolalidad del plasma. Se sugiere que la osmolalidad del plasma sea la variable dominante regulando la ADH plasmática. Por otro lado, la actividad renina en plasma está fuertemente influida por los cambios en el volumen de sangre.

En otro estudio realizado Gehi, Rosenthal, Fizette, Crowe y Webb (1981), con pacientes psiquiátricos, hallaron que aquellos pacientes con hiponatremia presentaban déficits cognitivos y mentales mayores que el grupo control con el que se comparaban, aunque también estaban hospitalizados.

La cantidad de líquido perdido por procesos termorreguladores, como el sudor, también ha sido estudiada bajo la perspectiva de su relación con diversos factores, como en el estudio realizado por Armstrong , Hubbard , Szlyk , Matthew y Sils (1985), que estudiaron los efectos de la temperatura del agua (6,22 y 46 °C) y el tratamiento con cloro y la deshidratación voluntaria, así como las pérdidas de electrólitos por el sudor , y la pérdida de electrólitos totales, en 12 sujetos sanos que en una cámara climática realizaron ejercicio intermitente durante 6 horas en cinta rodante, Se midieron otros parámetros como : peso corporal, temperatura rectal, media de temperatura de la piel, frecuencia cardiaca, tasa de sudoración, osmolalidad del plasma y electrólitos, volumen de orina, sodio y potasio. 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 peso corporal mayor que los que bebieron agua a 6° C. Las pérdidas de electrólitos por sudor de potasio y magnesio no se vieron afectadas por el experimento. El estudio también concluyó que el vaciamiento de depósitos de potasio era más probable que el del sodio, ya que la comida complementa la aportación de sodio.

Los efectos de la deshidratación en el sistema inmunitario también han sido estudiados, concretamente en lo que se refiere al efecto de la deshidratación en las respuestas febriles. Morimoto, Murakami, Ono y Watanabe (1986), abordaron la cuestión en un estudio realizado con ratas, a las que se administraba endotoxinas intravenosas en condiciones de deshidratación, concluyeron que las respuestas febriles a endotoxinas durante la situaciones de deshidratación son causadas por una producción aumentada de pirógenos endógenos. La migración de leucocitos de la circulación a cualquier otro tejido será un factor importante en esta producción. Además, bajo condiciones de deshidratación, los pirógenos endógenos pueden producirse por los numerosos macrófagos en los tejidos vivos donde muchos tipos de leucocitos emigran e intercambian señales entre sí desarrollando una respuesta inmune.

Otros trabajos se orientan hacia la relación del estado de hidratación con la incidencia de patologías oncológicas. Bitterman, Farhadian, Abu Samra, Lerner, Amoun, Krapf y Makov (1991), estudiaron la incidencia del cáncer del tracto urinario en una población determinada. Se identificaron factores medioambientales, y se discute el efecto protector de la ingestión de fluidos.

Acerca de la relación de la pérdida de líquidos con las patologías cardiovasculares, Lax, Eicher y Goldberg (1992), trataron de verificar el prolapso de válvula mitral podía ser inducida en mujeres por diuresis, utilizando distintas técnicas de diagnóstico basadas en el ecocardiograma. Los resultados mostraron que el prolapso de válvula mitral podía ser inducido por una deshidratación de tipo moderado, pudiendo ser revertido por la correcta rehidratación.

También las patologías pulmonares, en este caso la fibrosis quística, fue objeto de un estudio realizado por Bar-Or, Blimkie, Hay, MacDougall, Ward y Wilson (1992), con niños con fibrosis quística, observándose que estos pacientes pediátricos subestimaban sus requerimientos hídricos, por lo que podían padecer una deshidratación más grave, sobre todo en ambientes cálidos durante tiempo prolongado. Leoni et al (1995), relacionaron la deshidratación con una mutación específica asociada a la fibrosis quística. La mutación de T3381 se asoció con un fenotipo de fibrosis quística específica moderada.

Bruemmer, White, Vaughan y Cheney (1997), trataron de relacionar la ingesta de fluidos con el cáncer de vejiga en hombres y mujeres de mediana edad y de una zona concreta, dividiendo a los sujetos en grupos con patología (n=262), y grupo control (n=405) Los autores sugirieron que en general, la ingestión de agua y otras bebidas como té o café, no se asocia con riesgo de cáncer de vejiga.

Richmond (2001), en un estudio realizado con conejos, investigó si era posible que la deshidratación tuviese un papel beneficioso durante la fiebre, pudiendo mejorar la antipirexis endógena estimulando la actividad de la vasopresina y la arginina. Los resultados sugerían que la suplementación con fluidos tiene un papel beneficioso en el descenso corporal de la temperatura. Menz y Wentz (2005), estudiaron los efectos de la deshidratación, en enfermedades crónicas, y evidenciaron efectos positivos de una adecuada hidratación en pacientes con asma inducida por el esfuerzo, hiperglucemias, infecciones urinarias, hipertensión y patología coronaria.

1.2.2. Tipos de deshidratación.

Se pueden considerar tres grandes tipos de deshidratación, siguiendo a Reese (1991):

- Deshidratación isotónica: se produce cuando existe una pérdida de agua corporal y sodio en cantidades iguales. Se producen por pérdidas de líquido gastrointestinal (diarreas), vómitos, dando lugar a una pérdida de agua y electrolitos.

- 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. (Grandjean y Campbell, 2006). Se produce ante condiciones derivadas de la temperatura ambiental elevada: el ejercicio, quemaduras, o fiebre.
- Deshidratación hipotónica. La pérdida de sodio es mayor a la pérdida de agua. Puede ser causada por el uso de diuréticos, o por dietas bajas en sodio, provocando una hiponatremia. Otros autores (Barr, 1999; Binkley y cols., 2002), también refieren que si los líquidos tienen un bajo contenido en sodio, puede tener lugar la hiponatremia. Kugler (2000), también apunta a otras posibles causas como deficiencias de glucocorticoides o hipotiroidismo.

1.2.3. Efectos orgánicos generales.

Algunos efectos orgánicos los encontramos siguiendo a Murray (1996):

- Reducción de la incidencia de vaciado del estómago.
- Aumento del stress gastrointestinal.
- Disminución del el flujo de sangre visceral
- Disminución del volumen plasmático.
- Aumento de la viscosidad de la sangre.
- Disminución del volumen circulatorio central.
- Caída de la presión de retorno venoso.
- Disminución del volumen minuto cardíaco.

Grandjean y Grandjean (2007), consideran que se producen descensos en el rendimiento físico, visomotriz, psicomotriz y cognitivo cuando se pierde un 2% o más del peso corporal debido a la restricción del agua, el calor y/o el esfuerzo físico.

Thompson (2008) citado por Casado et al.(2011), describe distintos síntomas según el porcentaje de pérdida de peso corporal y el peso perdido en kg. De este modo, para una pérdida de entre 1 y 2% de peso corporal, correspondiente a una pérdida de peso de entre 0.7 y 1.5 kg en una persona de 75 kg, se produce sed intensa, pérdida de apetito, fatiga, malestar, debilidad y dolor de cabeza. Si las pérdidas de suben hasta el 3-5% del peso corporal (unos 2 a 2.3 kg), aparecen dificultades de concentración, somnolencia, náuseas, inestabilidad... síntomas que se van agravando si se alcanzan pérdidas del 6-8% del peso corporal, lo que

supone entre 4 y 6 kg de peso, aumentando la temperatura y la frecuencia cardiaca, los mareos, la dificultad para hablar, además de producirse confusión mental. Finalmente, pérdidas mayores (del 9 al 11% del peso corporal, o más de 6,4 kg), se producirían espasmos, fallos renales, problemas de equilibrio y circulación, delirios...

1.2.4. Efectos en las funciones cognitivas.

Los efectos de la deshidratación sobre las funciones y el rendimiento cognitivo llevan siendo estudiando desde hace algunas décadas. Ya Epstein, Keren, Moisseiev, Gasko y Yachin (1980), quienes examinaron el efecto de diferentes cargas de calor en la vigilancia y las tareas cognoscitivas complejas involucradas en una misión de intensidades diferentes. Nueve hombres sanos se expusieron aleatoriamente durante 2 horas a tres condiciones climáticas: cómoda (21 C), moderada (30 ° C), y severa (35°C). Los sujetos tenían asignadas misiones de disparar a blancos de tres tamaños diferentes. Se registraron parámetros fisiológicos de Frecuencia cardíaca, Temperatura rectal, y proporción de sudor, así como habilidad psicomotora fue supervisada. Los resultados mostraron que la actuación psicomotora se deterioraba antes que los parámetros fisiológicos

Posteriormente, Gopinathan et al.(1988) encontraron 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. Concretamente, 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, Merlin y Raphael (2001) en una muestra de siete sujetos no aclimatados al calor, estudiaron los efectos de la exposición a ambientes calurosos, junto con la deshidratación inducida por el esfuerzo y la ingesta de fluidos. Se les aplicaban pruebas psicológicas 30 minutos después de una fase de deshidratación y dos horas después de haber realizado una reposición de fluidos. Los resultados mostraron alteraciones en la memoria a corto plazo, la discriminación perceptiva y en la percepción subjetiva de la fatiga.

En la misma línea Ritz y Berrut (2005), indican que los estudios en adultos sanos muestran que no es necesario alcanzar grados alarmantes de deshidratación para que se vean afectadas las funciones cognitivas, sino que basta con una deshidratación moderada para producir alteraciones en procesos como la memoria a corto plazo, la concentración o el estado de vigilancia

Sin embargo, Szinnai, Schachinger, Arnaud, Linder y Keller (2005), estudiaron la función cognitivo-motriz en una muestra de 8 hombres y 8 mujeres, los cuales realizaban diversas pruebas en situación tanto de acceso como de restricción de líquidos. Una deshidratación moderada (menor al 3% de pérdida de peso corporal), no alteraba significativamente la función cognitivo- motriz, si bien el tiempo de reacción en las mujeres era mayor cuando no bebían líquido.

Posteriormente, estudios como los D'Anci, Constant y Rosenberg (2006), concluyeron que una deshidratación leve (menos del 2% de pérdida de peso corporal), podía alterar de forma notable la función cognitiva. También Petri, Dropulic y Kardum (2006), en un trabajo realizado con 10 sujetos, que realizaron una serie de pruebas psicológicas y a quienes se les medían la ansiedad, la depresión y el humor, hallaron que la privación voluntaria de líquidos durante un periodo de 24 horas producía alteraciones en parámetros objetivos, aunque no en los subjetivos, como en el caso del humor.

Baker et al. (2007), estudiaron los efectos de la deshidratación en la vigilancia atencional en jugadores jóvenes de baloncesto (11 jugadores jóvenes de edades entre 17 y 28 años). Los autores remarcan la importancia de una hidratación correcta en actividades de alto rendimiento, sobre todo de tipo tan dinámico, puesto que permite mantener la concentración.

Tomporowski et al. (2007), trataron de determinar los efectos de la deshidratación inducida por el ejercicio y la ingestión de fluidos en la actuación cognoscitiva de 11 sujetos jóvenes, a los cuales sometían a sesiones de pedaleo y variando los tiempos que transcurrían hasta que podían ingerir líquidos, contemplando además la situación de no ingesta de fluidos, y realizando entre ejercicios test de memoria a corto y largo plazo. Los autores observaron que los errores cognitivos aumentaban tras cada periodo de ejercicio.

1.2.5. Efectos en el rendimiento físico y deportivo.

La deshidratación durante el esfuerzo físico puede comprometer tanto el rendimiento como el estado de salud del deportista, si ésta llega a valores elevados. Habría que destacar la influencia que las condiciones ambientales ejercen sobre la hidratación. La temperatura ambiental y la humedad relativa del mismo, en climas cálidos aumenta el porcentaje de deshidratación, pero si este clima cálido va acompañado de una mayor humedad del ambiente, aumenta el riesgo de acumulación interna de calor.

Sin embargo, no hay que obviar el riesgo de deshidratación en ambientes fríos, ya que, atendiendo a Adam et al (2008), en un trabajo realizado con militares durante maniobras, concluyeron que la exposición al frío podía inducir deshidratación. También Kechijan (2011) destaca que tradicionalmente se ha subestimado la hidratación en ambientes fríos. En este sentido, Urdampilleta, Martínez-Sanz, Juliá-Sánchez y Álvarez-Herms (2014), recuerdan que el frío induce la diuresis a través del incremento en el volumen sanguíneo central causado por la vasodilatación periférica y ésta misma diuresis favorece la pérdida de líquidos. Por otra parte, al utilizar los deportistas más prendas se dificulta la transpiración, pudiendo llegar a perder por el sudor cantidades de 2 l/hora.

Rosés y Pujol (2006), señalan que pueden darse tres situaciones en las cuales el rendimiento físico puede verse afectado por las pérdidas de líquido, tales como una pérdida superior al líquido que se ingiere, una hipohidratación inducida por la restricción de fluidos, o el uso de determinados fármacos, como los diuréticos, y finalmente, si existe una ingesta excesiva de líquido, que supera al que se pierde a través del sudor y la orina, con lo que se produce una hiponatremia.

Los mismos autores destacan que el aumento de la temperatura muscular conlleva riesgo de lesiones músculo-tendinosas, debido a la aparición de alteraciones en la estructura del colágeno y las proteínas responsables de la contracción muscular.

Son varios los trabajos a lo largo de los últimos veinte años que han identificado y profundizado en los efectos que tiene la deshidratación sobre el desempeño en esfuerzos físico-deportivos.

Murray (1995), refiere que la deshidratación durante el ejercicio afecta a diversos parámetros gastrointestinales (disminución de la velocidad de vaciado gástrico, problemas gastrointestinales, disminución del flujo esplácnico y visceral), hematológicos (aumento de la osmolalidad plasmática, disminución del volumen sanguíneo central, de la presión venosa y de la presión de llenado cardíaco, aumento de la frecuencia cardíaca, entre otros), termorreguladores(disminución de la tasa de sudoración, aumento de la temperatura central para un esfuerzo determinado) , además de disminuir el rendimiento de resistencia, y la capacidad de realizar un ejercicio hasta el agotamiento.

Posteriormente el mismo autor (Murray, 1996) refiere otros efectos de la deshidratación sobre el rendimiento deportivo, como la disminución de la velocidad máxima y el tiempo de respuesta, la potencia aeróbica y la capacidad anaeróbica, así como la capacidad de absorción de oxígeno.

Armstrong et al (1997) examinaron los distintos efectos e interacción entre los estados de hidratación inicial, la deshidratación inducida por el ejercicio, y la rehidratación en ambiente caluroso. La combinación hipohidratación + no ingestión de agua indicaron mayor stress fisiológico que en con otros ensayos en frecuencia cardiaca, osmolalidad del plasma, mayor sensibilidad a la sudoración y temperatura rectal.

Gonzalez-Alonso, Mora-Rodriguez, Below y Coyle (1997), concluyeron que la deshidratación añadida a la hipertermia durante el ejercicio causa una incapacidad para mantener el rendimiento cardíaco y la tensión arterial que hacen al atleta deshidratado menos capaz con la hipertermia.

Shirrefs (2009), en una revisión sobre los efectos de la deshidratación sobre el rendimiento en diversos tipos de esfuerzos, así como en las funciones cognitivas durante el ejercicio, concluye que el rendimiento en pruebas de fuerza puede verse levemente afectado con reducciones de la masa corporal de un 3-4%, así como la capacidad anaeróbica, y resultando más afectada la ejecución en esfuerzos de resistencia de alta intensidad (hasta un 10% de pérdida de rendimiento). Por otra parte, se indica que reducciones de un 2-3% de la masa corporal no afectan a la capacidad de sprint, mientras que una pérdida de alrededor de un 3% del peso corporal puede reducir de forma notable el rendimiento en pruebas de resistencia, sobre todo si la temperatura ambiental supera los 30°.

Ha sido también estudiada la relación que existe entre la deshidratación y la aplicación de procesos que estimulan la diuresis para provocar pérdidas rápidas de peso, lo cual sucede en modalidades deportivas de combate donde las categorías están determinadas por el peso, lo cual conduce a los deportistas a llevar a cabo procedimientos que pueden tener graves consecuencias para la salud. En este sentido, Remick et al (1997), elaboraron un informe sobre la muerte de tres luchadores federados sanos en estados diferentes, los cuales murieron mientras cada uno estaba poniendo en práctica un programa de pérdida de peso rápido, consistente en restricciones alimentarias y de fluidos, en combinación con el uso de trajes impermeables y la ejecución de esfuerzos vigorosos en condiciones ambientales de calor.

Greiwe, Staffey, Melrose, Narve y Knowlton (1998), examinaron los efectos de la deshidratación rápida en la fuerza isométrica y la resistencia. Los resultados indican que la fuerza isométrica máxima y la

resistencia estaban inalteradas 3.5 horas después de una deshidratación del 4% de la masa corporal.

Cheuvront, Carter y Sawka (2003), indicaron que la deshidratación altera la función cardiovascular, termorreguladora, del sistema nervioso central y metabólica. Una o más de estas alteraciones perjudican el rendimiento en ejercicios de resistencia cuando la deshidratación excede del 2% del peso corporal. Este descenso del rendimiento se acentúa con el stress térmico. Para minimizar las consecuencias adversas del déficit de agua corporal durante el ejercicio de resistencia, se recomienda tomar el suficiente líquido para minimizar la deshidratación por debajo del 2% del peso corporal.

González – Alonso et al.(2004), indican que la pérdida del 3% del peso corporal causa contracturas y calambres musculares y aumento del riesgo de lipotimia (temperatura corporal, 38 °C); la pérdida del 5% del peso corporal ocasiona un mayor riesgo de lesiones musculotendinosas (temperatura corporal, 39 °C); la pérdida del 8% del peso corporal provoca la contracción sostenida del músculo sin posibilidad de relajación (temperatura corporal > 39,5 °C); por último, la pérdida del 10% del peso corporal comporta un riesgo vital.

Judelson et al (2005), realizaron un estudio con nueve ex – velocistas a los que inducían la deshidratación por medio de la administración de furosemida, y ejecutaban una prueba de 50m, 200 m, 400 m y un salto vertical. Los resultados mostraron que no había disminución del rendimiento de sprint, así como las variables metabólicas, de termorregulación y cardiovasculares tampoco sufrieron alteración significativa.

Los ejercicios de 5% de deshidratación, que exceden el umbral anaeróbico durante 10 minutos, producen una afectación del estado anabólico/catabólico. Aumenta cortisol y por consiguiente la misma carga de ejercicio puede resultar más fatigante, como constataron Maresh et al (2006), con nueve corredores jóvenes entrenados.

Maughan, Shirrefs y Watson (2007), concluyen que la deshidratación reduce el rendimiento en la mayoría de tareas físicas y cognitivas. Factores periféricos, como la disminución del glucógeno muscular, puede explicar el cansancio en ejercicios de resistencia en entornos frescos o con cierta temperatura, pero no en condiciones de calor.

El rendimiento en tareas tanto físicas como mentales se ve significativamente reducido por el calor y la deshidratación. El sistema

cardiovascular y el termorregulador se ven particularmente agredidos bajo estas condiciones y el suministro de líquido puede prevenir la deshidratación y reducir en gran medida los efectos adversos del estrés térmico por calor.

El ACSM (2007), realizó una serie de consideraciones respecto a la deshidratación en relación con la actividad físico-deportiva, que podemos resumir en los siguientes puntos:

- La deshidratación implica una serie de efectos fisiológicos que producen un descenso del rendimiento, sobre todo el aeróbico, si la pérdida de peso corporal es mayor del 2% y el clima es cálido, pudiendo producirse además una disminución del rendimiento en las funciones cognitivas. Otros efectos destacables son los fallos renales agudos por rhabdomiólisis de esfuerzo, o los calambres músculo-esqueléticos.
- El descenso de rendimiento está relacionado con las características individuales, el déficit de líquido, el nivel de stress por calor y el tipo de ejercicio.
- No se recomienda la hiperhidratación, y se considera la hiponatremia como una situación asociada al ejercicio de resistencia.

El mismo ACSM indica que una pérdida de un 2% de peso corporal produce síntomas tales como fatiga, debilidad y orina oscura, aumentando la temperatura, la frecuencia cardíaca y la respiratoria, si el porcentaje sube al 5%, y con consecuencias más graves cuando se alcanza el 10%, tales como las convulsiones o la pérdida de conciencia.

En una meta-análisis, Gigou, Lamontagne-Lacasse y Goulet (2010) demostraron que antes del ejercicio un nivel de hipohidratación en el intervalo de 2,6% a 5,6% del peso corporal, afecta al rendimiento en esfuerzos de resistencia de corta duración (5-30 min) y de alta intensidad. Por otra parte, observaron que el consumo máximo de oxígeno disminuye en un 2,9% por cada 1% de pérdida en el peso corporal por encima de un umbral de pérdida de 3,1%.

Por último, más recientemente, Urdampilleta y Gómez Zorita (2014) indican que una deshidratación leve (2%) es el límite en el que el decaimiento del rendimiento físico y cognitivo comienza. Se reduce el volumen plasmático, aumenta la frecuencia cardíaca (FC), disminuye el flujo sanguíneo a la piel, la sudoración y el calor disipación se reduce y la temperatura corporal aumenta. La tabla 1 muestra un resumen de las

aportaciones de diversos autores en relación con los efectos de la deshidratación en el rendimiento físico-deportivo.

Tabla 1. Porcentaje de peso perdido durante la práctica deportiva y efectos adversos en el rendimiento deportivo (a partir de datos de diversos autores)

% pérdida de peso	Efectos
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; citados por Sawka et al., 2007). Incremento de 0.3°C y 6 latidos/minuto (Urdampilleta y Gómez Zorita, 2014)
2%	Sed más intensa, malestar vago, pérdida de apetito (González y Villa, 2001). Descenso de la capacidad termorreguladora (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; citados por 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; citados por Sawka et al., 2007). Incremento de temperatura corporal (0.6-1°C), y de Frecuencia Cardíaca (Urdampilleta y Zorita, 2014)
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; citados por Palacios et al., 2008; Roses y Pujol, 2006). Reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva (Broad et al., 1996).
4%	Mayor esfuerzo para los trabajos físicos, náuseas, contracturas, cefaleas y disminución de la fuerza muscular (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; citados por Palacios et al., 2008). Pérdida de resistencia, fuerza y aparición de calambres causados por la pérdida de electrolitos musculares (Urdampilleta y Zorita, 2014)
5%	Incremento temperatura corporal hasta 39° (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; citados por Palacios et al., 2008). Rápida disminución del rendimiento (Sawka et al., 2007). Alto riesgo de lesiones músculo – tendinosas (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004; citados por Palacios et al., 2008).
6%	Disminución y fallo de los mecanismos de termorregulación (González y Villa, 2001) y una deficiente coordinación motriz (González, Sánchez y Mataix, 2006).

1.3. HIDRATACIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICA EN EDAD ESCOLAR

El correcto estado de hidratación en niños, así como la prevención de la deshidratación son aspectos a subrayar durante la realización de prácticas físico- deportivas en estas edades.

Según Jequier (2010) en los lactantes y los niños, el agua como porcentaje del peso corporal es mayor que en los adultos. Este es principalmente debido a un mayor contenido de agua en el extracelular compartimento, mientras que el contenido de agua en el intracelular compartimento es menor en lactantes que en los niños mayores y adultos. La composición del cuerpo cambia rápidamente durante la primera años de vida, con una disminución en el contenido de agua del sin grasa masa y un aumento en el contenido de proteína y minerales.

El niño presenta unas determinadas características que lo diferencian del adulto en cuanto a los aspectos relacionados con la deshidratación. En este sentido, Roland, Clarke.; Borland y Pascoe (2010), determinan que existen diferentes signos que nos permiten identificar cuando un niño se encuentra deshidratado y por lo tanto tiene riesgo potencial de sufrir las enfermedades relacionadas con la deshidratación. Roland et al. (2010) seleccionan 7 basándose en la bibliografía, que están relacionados con la sequedad de la boca, elasticidad de la piel, ojos hundidos, frecuencia respiratoria, frecuencia cardiaca, estatus neurológico, tiempo en recuperar la vascularización capilar.

Recientemente, Visus, López, Ibáñez, Dalmau Serra y el Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría, señalan que los niños presentan, con respecto a los adultos, una serie de características que los hacen más vulnerables a la deshidratación y daños causados por calor:

- mayor producción de calor en proporción a su masa corporal
- menor gasto cardiaco
- mayor pérdida de fluidos en igualdad de condiciones ambientales,
- umbral más alto para comenzar a sudar,
- mayor capacidad de absorción de calor cuando la temperatura ambiental supera la corporal,
- menor capacidad de termorregulación y aclimatación
- sensación de sed inadecuada al grado de deshidratación.

- Por último, al tener menor tasa de sudoración y menor concentración de sodio en el sudor, las pérdidas tanto de sodio como de cloro son proporcionalmente menores que en el adulto

En las dos últimas décadas se han llevado a cabo algunos estudios, no muy numerosos sobre la hidratación durante la actividad física en niños y jóvenes. En relación con la edad, los estudios sobre la deshidratación se han llevado a cabo en adultos principalmente, aunque Bar-Or, Dotan, Inbar Rotshtein y Zonder (1980), realizaron un estudio sobre la deshidratación en niños para determinar, por un lado, si los niños deshidrataban voluntariamente mientras se ejercitan en un clima con alta temperatura, y si tal deshidratación afectaba su bienestar y termorregulación. El estudio concluyó que los niños progresivamente se deshidratan mientras se ejercitan cuando no se les obliga a beber. A iguales niveles de % la pérdida de peso de los niños implica un mayor aumento de temperatura rectal que el de los adultos.

Estudios realizados posteriormente sobre la hidratación y la realización de actividad física en la edad escolar, se han centrado preferentemente en la composición de las bebidas para contrarrestar la deshidratación voluntaria propia de las edades de la infancia y la adolescencia. En esta línea de investigaciones, Meyer, Bar-Or, Salsberg y Passe (1994), estudiaron 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 min., en una muestra de 24 niños (14 niñas y 10 niños), con 13 años de edad, y que se ejercitaron en cuatro sesiones intermitentes, en las que tomaban distintas bebidas de sabores distintos. Aunque se produjo una rehidratación completa con todas las bebidas, la magnitud fue mayor con el mosto de uva y la naranja, que con el agua y el zumo de manzana, concluyéndose que durante el ejercicio en condiciones de hipohidratación existe un leve aumento de la sed y de la necesidad de beber.

Rico-Sanz, Frontera, Rivera, Rivera-Brown, Mole y Meredith (1996), llevaron a cabo un estudio con jugadores de fútbol de élite jóvenes (17 +/- 0.6 años), para determinar el efecto de una mayor ingesta de líquidos sobre la regulación de la temperatura y el rendimiento de los jugadores de fútbol de élite. Los datos sugieren que el consumo de agua adicional en estos jugadores aclimatados al calor aumentó las reservas corporales de agua y regulación de la temperatura mejoró durante un partido de fútbol sin ningún efecto significativo en la disminución en el rendimiento específico de fútbol.

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 a 35 ± 1 ° C y con un 45-50% de humedad relativa, y donde tras cada descanso de 25 minutos tomaban tres bebidas diferentes (agua sin sabor, agua con sabor a uva y agua con sabor a uva con un 6% de carbohidratos y 18 mmol/L de ClNa. 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.

Wilk, Kriemler., Keller y Bar- Or (1998), volvieron a incidir en la prevención de la deshidratación, en un estudio realizado con niños de 12 años, que realizaron ejercicio al 50 % del VO_2 máx. con ambiente caluroso y alta humedad relativa (60 % +/- 5%). 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), en un trabajo realizado con niños entrenados y aclimatados al calor, determinaron que una bebida con sabor a 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.

En una investigación con niñas, Rivera-Brown, Ramírez – Marrero, Wilk y Bar-Or (2009) examinaron los efectos de la composición de la bebida en el patrón de consumo voluntario, el equilibrio de líquidos corporales y respuestas de la temperatura corporal de niños que realizaban ejercicio durante 20 minutos al 60 % del VO_2 máx., llegando a la conclusión del sabor del agua y la adición de un 6% de hidratos de carbono más 18 mmol / l de NaCl no impiden hipohidratación leve en las niñas capacitadas, aclimatados al calor, con altas tasas de sudoración.

Respecto a las recomendaciones para el mantenimiento de una adecuada hidratación en niños y jóvenes, ya Casa et al. (2000), recogían una serie de medidas para educar a los atletas jóvenes para evitar la deshidratación, tales como:

- Educar a los atletas sobre los efectos de la deshidratación en el rendimiento físico

- Informar a los atletas sobre la forma de controlar el estado de hidratación.
- Convencer a los atletas a participar en su propia hidratación
- Establecer protocolos basados en la tasa de sudoración, beber preferencias, y respuestas personales a diferentes cantidades de líquido.
- Animar a los entrenadores con el mandato de la rehidratación durante las prácticas y competiciones, tal como lo requieren otros ejercicios y actividades de acondicionamiento
- Tener una escala accesible para ayudar a los atletas en el monitoreo peso antes, durante y después de la actividad.
- Proporcionar soluciones de rehidratación oral óptima (agua, CHO, electrolitos) antes, durante y después del ejercicio.
- Poner en práctica el protocolo de hidratación durante todas las prácticas y juegos, y adaptarlos según sea necesario.
- Fomentar la programación de eventos y reglas modificaciones para minimizar los riesgos asociados con el ejercicio en condiciones de calor.

Abián- Vicén y Abián (2012), indican que la hidratación es un aspecto que no debería ser obviado por los colectivos que están en contacto con el niño mientras realiza actividad física (profesores, entrenadores, padres...) Estos autores recomiendan como generales de hidratación las propuestas por la Guía australiana de medicina del deporte: beber entre 300 y 400 ml 45 minutos antes del ejercicio, cada 20 minutos de ejercicio entre 150 y 200 ml y tan pronto como se pueda una vez finalizado el ejercicio recuperar todo el líquido perdido, estas pautas deben adaptarse a las características individuales de cada niño, a las exigencias de la actividad realizada y a las condiciones ambientales.

1.4. RECOMENDACIONES DE INGESTA DE LÍQUIDOS.

El ámbito de las recomendaciones acerca de la ingesta de líquidos en relación con la actividad físico-deportiva, es un campo todavía plagado de controversias, a pesar de que se ha ido avanzando en la elaboración de recomendaciones, guías y protocolos para su aplicación.

Las personas físicamente activas logran mantener la euhidratación, esto es, un nivel de hidratación normal y equilibrado, 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.

1.4.1. Evolución histórica de las recomendaciones.

Las recomendaciones sobre la ingesta de líquidos en la actividad físico-deportiva ha ido cambiando notablemente desde principios del siglo XX, hasta nuestros días, cambios motivados en algunos momentos por determinados intereses comerciales, como veremos más adelante, y en otros por los avances científicos en el conocimiento de la fisiología de los mecanismos de la sed y la deshidratación.

A principios del siglo XX, estaba bastante extendida la idea de que no era aconsejable beber durante las pruebas de carrera de larga duración.

Siguiendo a Noakes (2010), se pueden establecer cinco grandes fases históricas en la evolución de las recomendaciones sobre ingesta de líquidos. Una primera etapa tiene su comienzo en los años 20, cuando el corredor de ultramaratón Arthur Newton crea la primera bebida deportiva. Varias décadas después, a mediados de los 60, el nefrólogo Robert Cade creó la bebida que luego sería mundialmente conocida como Gatorade.

Posteriormente, a partir de la segunda mitad de los sesenta, se abriría otra etapa, a partir del estudio que realizaron en 1969 Wyndham y Strydom, conocido como estudio Landmark, donde se concluía que una pérdida del 1 al 3% del peso corporal durante el ejercicio era perjudicial, debiendo beber los corredores 250 ml de líquido cada 15 minutos.

En la década de los 80, el ejército de los Estados Unidos desarrolló una estrategia consistente en la utilización de la hidratación en los soldados combinando tasas altas de ingesta de fluidos con periodos de actividad y descanso durante los combates en ambientes cálidos, aunque los trabajos en los que se basaron tenían errores metodológicos.

Más tarde, la aparición de la industria de las bebidas deportivas, con enormes facturaciones anuales, la incorporación de científicos a sus filas, y el aumento de la participación en pruebas deportivas, impulsó que apareciese un posicionamiento del ACSM (1996), en el que se recomendaba “beber tanto como sea tolerable”.

Algunos estudios en relación con el ejercicio trataron de investigar los efectos de la ingestión de agua antes, durante o después del ejercicio. Así, Fallowfield, Williams, Booth, Choo y Grows (1996), concluyeron que la ingestión de agua durante la carrera prolongada mejoraba la capacidad de resistencia.

Por último, y como desde finales de los noventa hasta nuestros días, a raíz de la aparición de casos graves de hiponatremia hizo replantearse las pautas de hidratación en la práctica físico-deportiva.

El aumento de casos de hiponatremia asociada con el ejercicio (EAH), así como de encefalopatía asociada a ésta (EEES), hace que en 2007, el ACSM lanzase un nuevo posicionamiento, corrigiendo el anterior, y con la recomendación de evitar beber en exceso pero suficiente para asegurar que no pierden 1 - 2% de su agua corporal de partida durante cualquier forma de ejercicio.

Diversos estudios han puesto de manifiesto que la excesiva ingesta de líquidos puede suponer riesgos como el descrito anteriormente de la hiponatremia, además de no mejorar ni el rendimiento ni otros parámetros fisiológicos.

En esta línea, Daries, Noakes y Dennis (2000) en un estudio realizado con ocho corredores varones a los que se administraba una bebida con CHO ad libitum concluyeron que mayores tasas de ingestión de líquidos no tuvieron efectos mensurables sobre el volumen plasmático y la osmolaridad, así como tampoco afectaban al rendimiento en ejercicio inferior a dos horas a 25° C.

Algunos estudios, en la última década, han puesto de relieve que la sustitución de agua guiada por la sed puede ser suficiente para el control de las funciones de termorregulación y para la ejecución adecuada del ejercicio. En este Cheuvront y Haymes (2001) demostraron que la temperatura corporal se mantenía en corredoras que ingirieron agua en función de la sed, sustituyendo el 60-70% de las pérdidas de líquido a través el sudor, en condiciones ambientales compensables.

Almond et al. observaron que durante el maratón de Boston 2002, el 13% de los atletas tenían hiponatremia y tres atletas tenían concentraciones tan bajas de sodio en plasma que estaban en riesgo de muerte. Observaron además que muchos atletas bebían cantidades excesivas de líquido.

Noakes (2003), informa que existen datos que muestran la evidencia del creciente número de personas que padecen hiponatremia (bajo concentración plasmática de sodio: valores por debajo de 135 mEq)

durante el ejercicio prolongado, debido principalmente a la sobrehidratación. Este mismo autor, en 2004, presenta una crítica a los protocolos de hidratación consistentes en la reposición de líquido cada determinado tiempo durante el ejercicio, alegando una ausencia de datos científicos consistentes acerca de estas recomendaciones, y defendiendo la sed como mecanismo fisiológico eficiente para determinar la ingesta de líquidos durante el ejercicio.

En el mismo sentido se pronuncian Machado-Moreira, Vimieiro-Gomes, Silami-Garcia y Carneiro Rodrigues (2006), cuando indican que después de años de asesorar a los atletas y practicantes de actividades físicas para que ingiriesen cantidades fijas o el máximo de líquidos (agua pura y bebidas deportivas) cada 15 o 20 minutos durante el ejercicio para prevenir la deshidratación, se ha verificado que esta estrategia de rehidratación puede ser excesiva o incluso perjudicial para la salud de las personas.

Rothenberg y Panagos (2008), indican que en los años 1980 y 1990 era común escuchar a los organizadores de carrera recomendar a los atletas que consumiesen líquidos en exceso para evitar la deshidratación. A pesar de la buena intención de estos organizadores, estas recomendaciones y directrices no tenían en cuenta las limitaciones fisiológicas renales, ya que el riñón tiene un límite de filtración de agua de aproximadamente 1 l / h, y sin embargo estos atletas estaban consumiendo mayor de 1,5 l / h.

Peña (2008), en una revisión sobre creencias relacionadas con la ingestión excesiva de agua en el manejo de determinadas situaciones, así como en pacientes con nefrolitiasis, concluyó que no existía demostración clara de que el beber más agua al día aumentase la saciedad, la termogénesis o la excreción de toxina, así como de que hubiesen mejoras en función renal, indicando incluso que en estudios controlados se había hallado una reducción de la filtración glomerular.

Wagner, Knechtle, Knechtle, Rüst y Rosemann (2012), indican que la hiperhidratación (común en carreras de resistencia) también pueden ser peligrosa, estando asociado con hiponatremia. Estudiaron a 25 sujetos masculinos y 11 femeninos durante una prueba de nado en agua abierta de más de 26 kms, desarrollando un 8% de los sujetos masculinos, y un 36 % de las mujeres, hiponatremia asociada al ejercicio.

. Con respecto al exceso de hidratación, Urso, Brucculeri y Caimi (2012), señalan que la hiponatremia por dilución se caracteriza por una concentración de sodio en plasma (Na) de menos de 135 mEq / l. La incidencia aumenta en pruebas de 6-8 horas (> 30 ° C y humedad relativa

55%), y está asociada con una falta de aclimatación al calor, así perdiendo Na^+ por la ingesta excesiva de agua o bebidas hipotónicas. En carreras de ultra-maratón (120-160 km), debido a la dificultad de ingerir cantidades adecuadas de líquidos, estados de deshidratación (3-6%) se producen en el 50% de los corredores de maratón y 30% sufren de hiponatremia

Actualmente, todavía sigue la controversia en este campo, ya que hay factores que no posibilitan establecer directrices universales (tipo de deporte, antropometría, factores ambientales...)

1.4.2. Recomendaciones generales.

El ACSM (2007), en su posicionamiento sobre la reposición de fluidos, reconoce que existe una variabilidad considerable entre individuos, diferentes actividades físicas y condiciones ambientales con respecto a las pérdidas de electrolitos y agua, por lo que cada persona necesitará individualizar estas recomendaciones. De forma importante, se hace énfasis en que durante el ejercicio los individuos deben evitar beber más líquido que la cantidad necesaria para reponer sus pérdidas de sudor.

Sawka (2007), ya establece que aun no habiendo un acuerdo universal sobre la cantidad de líquido que debe ser consumida durante el ejercicio prolongado en ambientes cálidos, el consenso general es que es mejor beber agua que beber nada y que las bebidas con CHO y electrolitos pueden promover un mejor rendimiento que agua sola (Sawka et al., 2007)

Las necesidades hídricas durante la actividad física dependen de la intensidad de ejecución y del estrés térmico soportado (humedad relativa y temperatura ambiental). Como norma general, durante la realización de actividad física se ha descrito que debería existir una reposición hídrica entre 0.7-1 l de bebida isotónica por hora, teniendo esta bebida como mínimo una concentración de entre 0.5-0.7g de Na/l (ACSM et al, 2007; ADA, Dietitians of Canada y ACSM, 2009).

En relación con la hidratación antes de la actividad física, señalan estos autores que Cualquier persona que vaya a realizar una actividad físico-deportiva con una duración mayor a 20-30min y especialmente en ambientes calurosos o de gran humedad relativa (por encima de los 25-30°C y humedad relativa superior a 55%) debería estar en un estado correcto de hidratación antes de comenzar la actividad.

Palacios Gil-Antuñano, Franco Bonafonte, Manonelles Marqueta, Manuz González y Villegas García (2008), realizan diversas

recomendaciones acerca de la utilización de bebidas en el deporte tales como la necesidad de la adecuada hidratación de los practicantes de ejercicio físico antes, durante y después de la actividad. Respecto a las bebidas a consumir por los practicantes durante entrenamientos o competiciones, (valor calórico de entre 80 kcal/1000 ml y 350 kcal/1000 ml, de las cuales, al menos el 75% debe provenir de carbohidratos de carga glucémica alta, y se deberá tener en cuenta el tipo de deporte, los factores ambientales, y las preferencias y tolerancia del deportista) Por otro lado, los mismos autores insisten en que las bebidas de entrenamiento y competición contengan el ión sodio en un rango de 20 a 50 mmol, teniendo en cuenta el calor, la duración y la intensidad del ejercicio.

También dan algunas indicaciones específicas sobre las bebidas adecuadas para la reposición (valor calórico de entre 80 kcal/1000 ml y 350 kcal/1000 ml, el 75 % de las cuales debe provenir de carbohidratos de carga glucémica alta, como glucosa, sacarosa, fructosa...) y las bebidas que se utilicen para la recuperación inmediata tras el ejercicio deberán contener el ión sodio en un rango de entre 40 y 50 mmol/l.

Gorostiaga y Olivé (2008), indican que autores como Tim Noakes y la Asociación Internacional de Directores Médicos de Competiciones de Maratón (2006) recomiendan que se ingiera, como máximo, solamente de unos 6 a 8 mililitros de líquido por kilogramo de peso corporal, por hora de ejercicio (de unos 400 a 450 mililitros de líquido por hora de ejercicio), en lugar de los 10 a 12 mililitros por kilogramo de peso corporal por hora de ejercicio, recomendados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (2007), ya que mantienen que hasta ahora se había estimado que el déficit hídrico que se produce durante un ejercicio de larga duración es proporcional a la pérdida de peso. Sin embargo, dicho déficit hídrico expresado en litros es en realidad muy inferior a la pérdida de peso corporal, expresada en kilogramos, que se observa durante el ejercicio.

Manonelles (2012), resumiendo distintos consensos, ofrece algunas pautas de hidratación antes, durante y después de la actividad. Respecto a la hidratación previa al ejercicio, hay que tener en cuenta que el deportista debe estar bien hidratado antes del inicio del entrenamiento o competición, debiendo ingerir suficientes bebidas con las comidas, sobre todo el día previo a la competición y antes de la misma se recomienda beber 5-7 ml/kg (350-600 ml) en las 4 horas anteriores.

Bebidas con 20-50 mEq/L de sodio y comidas con sal suficiente ayudan a estimular la sed y a retener los fluidos consumidos. En ambiente

de calor y humedad, ingerir cerca de medio litro de líquido con sales minerales durante la hora previa al comienzo de la competición (200 ml cada cuarto de hora) y, si el ejercicio va a durar más de una hora, es recomendable añadir CHO a la bebida especialmente en las dos últimas tomas.

La mejora del sabor de los fluidos promueve su consumo. El sabor depende de la temperatura (15-21° C), de la cantidad de sodio y del tipo de HC utilizado.

Durante el ejercicio la hidratación pretende mantener el balance hidroelectrolítico y el volumen plasmático adecuados y así, a partir de los 30 minutos del inicio del esfuerzo, ya empieza a ser necesario compensar la pérdida de líquidos, y después de una hora es imprescindible. La recomendación que se da es la de beber 6-8 ml de líquido por kg de peso y hora de ejercicio (150-200 ml cada 20 minutos). Las bebidas con 4-8% CHO se recomiendan para pruebas intensas de duración superior a una hora. Estas bebidas son también convenientes en actividades de menos de una hora, si bien el agua también es apropiada en estas condiciones.

En lo que se refiere a la rehidratación post-ejercicio, esta tiene por propósito restablecer las funciones cardiovasculares, musculares y metabólicas, reponiendo las pérdidas de líquidos y solutos producidas en el ejercicio.

Si la disminución de peso durante el esfuerzo ha sido superior al 2%, conviene beber aunque no se tenga sed y salar más los alimentos. Se recomienda ingerir como mínimo un 150% de la pérdida de peso en las primeras 6 horas tras el ejercicio para recuperar el equilibrio hídrico. Puesto que la resíntesis del glucógeno es mayor durante las dos primeras horas después del esfuerzo, se recomienda que las bebidas de rehidratación post-ejercicio contengan sodio y CHO debiendo ingerirse después del esfuerzo lo antes posible.

Urdampilleta, Martínez-Sanz, Julia-Sánchez y Álvarez-Herms (2013), indican que las recomendaciones generales sobre la reposición hídrica señalan que en una persona adulta sedentaria se considera adecuada la ingesta de 2 litros/día (8 vasos al día). En la misma línea se manifiestan AEG, SEEN, SEMERGEN, SEMFYC y SEPD (2010) además de Martínez-Álvarez et al, 2011, y cuando es físicamente activa, 3 litros (12 vasos al día) (Palacios, Franco, Manonelles, Manuz, Villegas, 2008).

Goulet(2012), aporta una serie de directrices para asegurar una correcta hidratación en el ámbito físico-deportivo, remarcando en primer

lugar la correcta hidratación antes del ejercicio, e insistiendo en que, aunque a primera vista pudiese parecer algo muy evidente, no son pocos los deportistas que inician la práctica en estado de hipohidratación. Por otra parte, el autor hace hincapié en que se beba de acuerdo a la sed que se tenga, y recuerda que el rendimiento en pruebas de ciclismo se optimiza cuando los deportistas beben según la sed que tienen. En la misma línea, indica que la ingesta de líquidos debe limitarse en ejercicios de alta intensidad de hasta una hora, pues no es importante para maximizar el rendimiento en este tipo de esfuerzos.

1.4.3. Recomendaciones específicas

Garth y Burke (2013), analizan un conjunto de prácticas deportivas, y analizan las recomendaciones hídricas existentes en cada uno de los grupos de pruebas o deportes, como se muestra en las tablas 2,3 y 4.

Tabla 2. Tendencias de ingesta de líquidos en deportes de resistencia (elaboración a partir de datos de Garth y Burke, 2013)

Grupo deportes/pruebas	Ingesta líquidos	Conclusiones
Eventos de resistencia (45-180 minutos)	Intervalo de 30 a 1,090 ml/h Promedio de 550 ± 340 ml / h	En condiciones ambientales similares, los corredores pueden comportarse de formas diferentes. La literatura actual sobre el equilibrio hídrico en situación real en estas pruebas es escasa.
Eventos ultrarresistencia de un solo día (ultramaratones, Ironman, medio Ironman...)	Ingestas medias entre 300-1000 ml/h, con grandes variaciones individuales. Ciclismo: 400-900 ml/h	Muchos estudios sobre la hiponatremia Escases de investigaciones con deportistas de élite.
Eventos ultrarresistencia de varios días (carreras aventura, ciclismo...)	Ingesta de 300-1000 ml/h	Deshidratación leve Influencia de factores tácticos, culturales y logísticos

Tabla 3. Tendencias de ingesta de líquidos en deportes de equipo, raqueta y acuáticos (elaboración a partir de datos de Garth y Burke, 2013)

Grupo deportes/pruebas	Ingesta líquidos	Conclusiones
Deportes de equipo al aire libre (rugby, fútbol americano...)	Muy variable.	Datos escasos, necesidad de más investigación
Deportes de equipo en sala (fútbol sala, balonmano, voleibol...)	Ingesta 500-600 ml/h mujeres, 900-1100 ml/h hombres	La frecuencia de descansos en algunos de estos deportes permite un mejor y mayor acceso a los líquidos.
Deportes de raqueta (tenis, tenis de mesa, bádminton, squash)	800-1500 ml/h. Hasta 2000 ml/h	Muchos jugadores comienzan con un grado de deshidratación leve.
Deportes acuáticos (natación, natación sincronizada, waterpolo, natación en aguas abiertas...)	400 ml/h waterpolo 440-560 ml/h nadadores aguas abiertas durante 10 horas	Casos de hiponatremia asintomática en un 8% de nadadores, y en un 36 % de mujeres.
Deportes en el agua (remo, kayak, piragüismo, vela, windsurf...)	Pruebas cortas: no hay necesidades de reposición.	Escasos datos. Diversidad de pruebas y duraciones

Tabla 4. Tendencias de ingesta de líquidos en deportes de invierno, motor, estéticos y de habilidad, y por categoría de peso (elaboración a partir de datos de Garth y Burke, 2013)

Grupo deportes/pruebas	Ingesta líquidos	Conclusiones
Deportes de invierno (esquí, patinaje sobre hielo, snowboard, hockey sobre hielo...)	700-800 ml/h hockey hielo.	Influencia de factores ambientales, radiación solar, vestimenta. Número de estudios muy limitados
Deportes de motor	Altas tasas de sudoración y necesidad de ingesta y reposición	Influencia de factores ambientales y equipación. Escasa investigación
Deportes estéticos y de habilidad (gimnasia artística, golf, tiro...)	Sin datos	Facilidad de acceso a los líquidos entre rondas. Deportes con gran número de volteos y giros: se restringe la ingesta para evitar molestias gastrointestinales
Deportes por categoría de peso (lucha, judo, boxeo...)	Muy pocos datos	Prácticas perjudiciales para la salud. Estrategias de restricción de fluidos para los pesajes.

Como conclusión a este apartado, las distintas recomendaciones nos indican que todavía, dada la variedad de prácticas, así como las grandes diferencias interindividuales de nivel, es difícil establecer recomendaciones con carácter fijo e inamovible en el ámbito de las recomendaciones de ingesta de líquidos.

1.5. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN: TÉCNICAS.

La revisión de la literatura científica arroja 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 y Maughan (2005), y Armstrong (2005). Este último autor en una revisión de 2006 sobre el tema recoge una delimitación terminológica, definiendo aquellos términos que están relacionados con el estudio de las técnicas de evaluación de la hidratación, y que se resumen en la tabla 5.

Armstrong (2006), expone diversas razones en las que se apoya la postura que enfatiza la dificultad de la obtención de un método de referencia. Así, considera que el estado de hidratación se ve influido por el volumen de agua ingerido y cuándo se ingiere. Respecto al Agua Corporal Total, su regulación fisiológica es compleja y cambiante, además de señalar diferencias individuales en función del nivel de actividad física que hacen que el déficit de agua en un día varíe de forma considerable.

Por otra parte, el autor indica las diferencias existentes en el diseño de los distintos experimentos, que no facilitan la interpretación de los resultados y su comparación con otros trabajos. Sobre las técnicas de medida del estado de hidratación, puede haber desajustes en el tiempo en la obtención de las muestras de orina, además de que las diferencias culturales marcan diferencias en los valores de osmolalidad de la orina. También la medida de la osmolalidad del plasma se ve alterada por la respuesta cardiovascular al ejercicio.

Tabla 5. Definiciones vinculadas al estudio de las técnicas de evaluación de la hidratación (elaboración a partir de datos de Armstrong (2006)).

TÉRMINO	DEFINICIÓN	AUTOR/ES
Resolución de la medición	Número de cifras significativas con las que un valor se puede expresar de forma válida.	Armstrong (2006)
Exactitud	Grado de conformidad de una medición respecto al valor real (verdadero).	Armstrong (2006)
Normohidratación	"Contenido de agua corporal normal". La normohidratación no es un punto específico, sino que se representa mejor a través de una onda sinusoidal que oscila alrededor de un promedio.	Opplinger y Bartok (2002)
Deshidratación	Proceso de pérdida de agua descompensada a través de la orina, sudor, heces y vapor respiratorio; este proceso reduce el agua corporal total por debajo del promedio del valor de referencia.	Armstrong (2006)
Hiperhidratación	Estado que existe cuando el líquido que se ha ingerido incrementa temporalmente el agua corporal total por encima del promedio del nivel de referencia antes de su eliminación a través de los riñones.	Armstrong (2006)
Osmolalidad	Concentración de una solución expresada en miliosmoles de partículas de soluto por kilogramo de agua.	Maw y cols. (1996)
Agua Corporal Total (ACT)	Agua corporal total (ACT): líquido que ocupa los espacios intracelulares y extracelulares; $\sim 0,6 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1}$ (63,3%) de masa corporal.	Armstrong y cols. (1997), Dircks (2001)
Volumen extracelular	Incluye el líquido intersticial y el agua plasmática; $\sim 0,2 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1}$ (24,9%) de masa corporal.	
Volumen intracelular	Líquido dentro de las células de tejido; $\sim 0,4 \text{ L} \cdot \text{kg}^{-1}$ (38,4%) de masa corporal.	

En lo que respecta a las técnicas de evaluación de la hidratación, Grandjean y Campbell (2006), dividen en cuatro grandes grupos las técnicas existentes: técnicas de dilución e impedancia, indicadores de plasma, indicadores de orina y cambios en el peso corporal. Las técnicas de dilución e impedancia evalúan el ACT y se supone que teóricamente permitirían medir de forma directa cambios en el estado de hidratación de los sujetos. Para ello, utilizan como marcadores el óxido de deuterio o el agua tritiada. Otra posibilidad es el uso de la corriente eléctrica para medir la conductividad de los tejidos. La impedancia bioeléctrica se basa en este principio.

Cheuvront y Sawka (2005), contemplan como técnicas para la medición del estado de hidratación el agua corporal total medida con la dilución de isótopos y técnicas de bioimpedancia, los marcadores

plasmáticos (osmolalidad, sodio, hematocrito, cambios en la hemoglobina...), marcadores urinarios (osmolalidad, gravedad específica y color), los cambios en el peso corporal, y otros marcadores como el flujo salival y los signos físicos de la deshidratación. Por otra parte, consideran que las técnicas completas, como las medidas de dilución de isótopos y los marcadores de plasma requieren de análisis complejos como desventajas, además de ser estos últimos un método invasivo.

Sobre el uso de Indicadores de plasma, diversos autores (Dauterman et al., 1995; Hackeny et al.1995; O`Brien et al. 1996; Shirrefs y Maughan 1998; Speedy et al. 2001) han referido la utilización de múltiples indicadores sanguíneos para evaluar el estado de hidratación, tales como la testosterona, el cortisol, la aldosterona, el sodio, potasio, hematocrito o proteínas en sangre.

Con frecuencia se ha utilizado para la evaluación del estado de hidratación la Osmolalidad plasmática. Armstrong (2006), planteó algunos inconvenientes que ponen en duda la eficacia de esta técnica, como por ejemplo, que en situaciones de sobre hidratación no era posible detectar cambios en la ingesta de agua acordes con el peso corporal.

Tampoco en diseños experimentales de deshidratación inducida con una fase posterior de rehidratación no se observaban cambios en la osmolalidad del plasma que concordasen con estos estados, y además en ambientes fríos como los de las regiones próximas al ártico y en altitud, este parámetro no aportaba una medida válida del estado de hidratación. Además, atendiendo al grado de pérdida de agua corporal, la variabilidad de la osmolalidad plasmática es mayor, incluso es compensada por los mecanismos neuroendocrinos cuando se producen grandes variaciones en la ingesta total de agua.

En cuanto a los indicadores de orina, se han utilizado de forma frecuente para medir el estado de hidratación, (Francesconi et al. 1987; Armstrong et al, 1994; Walsh et al, 1994; Weinberg y Minaker 1995; Arant 1996; Pollock et al. 1997; Shirrefs y Maughan 1998; Yankanich et al. 1998; Popowski et al. 2001). Al ser estos indicadores aquellos en los que se basará el presente estudio para analizar el estado de hidratación de los participantes en edad escolar, se describirán estos indicadores con mayor detalle en el apartado correspondiente.

El peso corporal puede ser un indicador fisiológico lo suficientemente estable para monitorizar el balance diario de líquidos, incluso durante períodos largos (1-2 semanas) que involucren ejercicio intenso y cambios agudos de fluidos (Cheuvront et al 2004). En relación con los cambios en el peso corporal, Gudivaka et al. (1999), concluyen

que pueden proporcionar estimaciones más sensibles en las variaciones del Agua Corporal Total. En la misma línea, Sawka et al. (2005), también remarcan que los cambios sobre el peso corporal inicial pueden expresar de manera más fiable el nivel de deshidratación que si se recurre a la variación del Agua Corporal Total.

Las diversas técnicas a las que se ha hecho alusión anteriormente 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 6)

Tabla 6. Técnicas de medición del estado de hidratación estudiadas por diversos autores.

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
Schoeller, Kushner, Taylor, Dietz y Bandini (1985),	Técnicas de dilución de isótopos
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 (2005)	Indices urinarios y sanguíneos
Greenleaf y Morimoto (1996),	Sensación de sed.
Armstrong et al. (1997)	Técnicas de bioimpedancia
Armstrong et al.(1998),	Índices urinarios.
Sirrefs y Maughan (1998),	Osmolalidad y conductividad de la orina.
Kovacs, Senden y Brouns (1999)	Color, osmolalidad y conductividad eléctrica específica de la orina.
Ritz (2001)	Impedancia Bioeléctrica.
Popowski et al. (2001)	
Kavouras (2002)	Índices sanguíneos y urinarios
Cheuvront, Carter, Mountain y Sawka (2004)	
Pialoux y cols. (2004)	Impedancia bioeléctrica
Walsh y cols. (2004)	Parámetros de la saliva
Opplinger, Magnes, Popowski y Gisolfi (2005).	Gravedad específica de la orina

En una revisión sobre las técnicas de medida de la hidratación, 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, concluyendo que no existía un método único para medir el estado de hidratación. En la misma revisión, y siguiendo a Castellani y cols. (2006), hace referencia a

la inclusión en los últimos años en el ámbito de las organizaciones de medicina deportiva, de la “solidez de las evidencias científicas” en sus opiniones y evaluaciones, estableciéndose tres grandes criterios de solidez:

- A: Basado en datos coherentes y de buena calidad, criterios de referencia y métodos de validación.
- B: Basado en datos inconsistentes o de calidad limitada, sin criterios de referencia o con criterios de referencia cuestionables, sin métodos de validación o con métodos de validación cuestionables.
- C: Basado en opinión o consenso.

Otra aportación acerca de la utilización de distintas técnicas para la medición del estado de hidratación, es la que realizaron diversas asociaciones deportivas norteamericanas. Así, la NCAA (National Collegiate Athletics Associations), propuso la utilización del peso corporal, junto con la gravedad específica de la orina como medidas para controlar y evitar la deshidratación intencional, que en 1998, llevó a la muerte a tres luchadores. En la misma dirección se pronunció la NATA (National Athletics Trainers Association), en 2000, recomendando tres métodos para la medida del estado de hidratación: el cambio en el peso corporal, la gravedad específica de la orina y el color de la orina.

Armstrong (2005), basándose en aportaciones de diversos autores, realiza otro análisis comparativo en relación con la resolución de la medición y la exactitud, de las distintas técnicas, otorgando además una clasificación atendiendo cada una a los criterios de solidez de los indicios citados anteriormente, y concluye que, aplicando el criterio de la solidez de la evidencia científica, sólo la dilución de isótopos y el análisis de activación de neutrones tendrían un respaldo científico avalado por un nivel de evidencia A, más favorable hacia la técnica de dilución de isótopos que presentaría una mayor exactitud de la medición.

Sobre los distintos parámetros de medida derivados de la orina (osmolalidad, gravedad específica, conductividad, color y volumen en 24 h.), el autor refiere que no se consideran la resolución de la medición y la exactitud, puesto que no miden el líquido intracelular y extracelular realmente, sino que más bien constituyen una referencia útil para conocer el equilibrio hidroelectrolítico en contextos de campo.

Muñoz et al. (2013), indican que el estado de hidratación puede evaluarse a través de los cambios de masa corporal, la osmolalidad del plasma y la orina, la gravedad específica de la orina y el volumen de la

orina, destacando que ningún índice de hidratación ha demostrado ser válido en todas las circunstancias. Por ello, evaluaron la osmolalidad salival en 23 hombres jóvenes a los que sometían a deshidratación activa y pasiva. Hallaron que en reposo, sólo los índices de orina aumentaban en concordancia con el agua corporal, y en ejercicio el agua corporal total, la osmolalidad salival y de la orina tuvieron la mayor sensibilidad y especificidad, llevando a los autores a sugerir que los biomarcadores que indican el estado de hidratación deben ser seleccionados teniendo en cuenta las actividades diarias.

Nissenshon, Ruano y Serra-Majem (2013), recogen como biomarcadores de para la medición del estado de hidratación los siguientes: dilución de isótopos estables, análisis de activación de neutrones, espectroscopia bioeléctrica de impedancia, osmolalidad del plasma, cambios de masa corporal, cambios porcentuales en el volumen de plasma, osmolalidad de la orina, gravedad específica de la orina, conductividad de la orina, color de la orina, volumen de orina en 24 horas, frecuencia de salivación osmolalidad y proteínas totales y la sensación de sed. Dichos autores refieren que no existe ningún marcador universal, que refleje los cambios producidos en la ingesta de líquidos.

Recientemente, Armstrong et al. (2014), evaluaron dos nuevas técnicas, la sensación de sed y el volumen de orina, en 29 hombres activos, encontrando correlaciones significativas con la gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina, por lo que concluyen que pueden ser de utilidad para detectar la presencia de estados leves de hipohidratación a primeras horas de la mañana.

En este sentido, Muñoz, McKenzie y Armstrong (2014), en un estudio con 27 adultos sanos para determinar los marcadores de hidratación en relación con el tipo de deshidratación (activa o pasiva), encontraron que la osmolaridad del suero y el volumen osmótico, así como los marcadores urinarios, eran los biomarcadores más adecuados para medir la deshidratación pasiva. Además, independientemente de la forma de deshidratación, los autores concluyeron que la gravedad específica de la orina era un índice valioso, sobre todo cuando se realizaban varias medidas, junto con la osmolaridad del suero y la disminución de masa corporal.

1.6. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE HIDRATACIÓN EN EL ÁMBITO FÍSICO-DEPORTIVO MEDIANTE MARCADORES DE ORINA.

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.

1.6.1. Marcadores de orina. Definición y valores de referencia.

Si bien se han utilizado múltiples marcadores urinarios para determinar el estado de hidratación, se detallarán en este apartado aquellos más usuales, y los que fueron objeto de análisis para este estudio.

Color de la orina.

Diem (1962), citado por Shirrefs (2003), indica que color de la orina 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 (2000), usando una escala de ocho colores (Figura 1), concluyó que existía una relación lineal entre el color de la orina 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 atléticos o laborales.



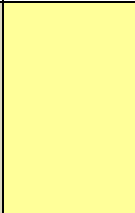

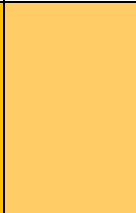
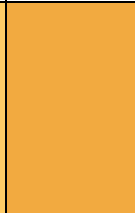
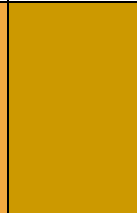

1	2	3	4	5	6	7	8
							

Figura 1. Escala de color de la orina para evaluar el grado de deshidratación (según datos de Armstrong, citado por Selga y Larin^{As} (2008).

No obstante, hay que tener en cuenta otros posibles aspectos patológicos que pudiesen alterar el color de la orina, ya que Simerville, Maxted y Pahira (2005), consideraron que determinados alimentos, medicamentos, productos metabólicos e infecciones eran causa de un

color anormal de orina. Por ello, hay que descartar otras posibles alteraciones cuando se trata de medir el estado de hidratación a través del color de la orina como indicador, siendo conveniente utilizarlo junto con otros indicadores o técnicas como las mencionadas en apartados anteriores.

Chevront y Sawka (2005), consideran que los parámetros de orina tienen una alta practicabilidad en el ámbito deportivo, estableciendo como puntos de corte una gravedad específica de la orina $<1,020$ g/ml y una osmolalidad de la orina < 700 mOsm/Kg, así como un color de orina <4 .

Kavouras et al. (2015), probaron la validez de la escala de color de la orina, como herramienta práctica para la evaluación del estado de hidratación en niños (210 niños de 8 – 14 años), encontrando que la escala de ocho puntos de color de la orina clásica constituye un método válido para evaluar el estado de hidratación en los niños de estas edades, bien por los investigadores o a través de la autoevaluación

Gravedad específica de la orina.

La gravedad específica de la orina se refiere a la densidad (masa por unidad de volumen) de una muestra en comparación con el agua pura (Armstrong, 2005). Correlaciona con la osmolalidad urinaria y aporta una información importante sobre el estado de hidratación del sujeto. También refleja la capacidad de concentración de los riñones.

Los valores de este parámetro también son indicadores de determinadas patologías. Cuando la Gravedad específica de la orina se encuentra elevada, se asocia con glucosuria y con el síndrome de secreción inadecuada de vasopresina. Si la gravedad específica disminuye, se asocia con el uso de diuréticos, diabetes insípida, insuficiencia suprarrenal, e insuficiencia renal (Marcos Tomás, Molina Gasset y Sastre Pascual, 2011)

La Gravedad específica se puede medir con rapidez y precisión con un refractómetro de mano. Un estudio de Armstrong y cols. (1998), con una muestra de 34 varones sanos demostró que la gravedad específica de orina (medida con un refractómetro) y la osmolaridad urinaria (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)

Los valores normales puede variar desde 1,003 hasta 1,030, indicando un valor inferior a 1.010 hidratación relativa, y un valor superior a 1.020 indica deshidratación (Kavouras, 2002). En el mismo sentido, Chevront y Sawka (2005), consideran que una gravedad específica mayor a 1.020 indica deshidratación, junto con una osmolalidad mayor de

500 Mosm/L. Anteriormente, ya Armstrong, Maresh, Castellani y cols. (1994), y Armstrong, Soto, Hacker, Casa, Kavouras y Maresh (1998), encontraron que los valores en orina normal por lo general abarcaban desde 1.013 hasta 1.029 en adultos sanos. O`Connell, Weinheimer, Martin y Weaver (2011), toman como valores de euhidratación para la gravedad específica el rango entre 1,006 y 1,020.

El valor de 1,020 ha sido tomado como punto de corte para delimitar un correcto estado de hidratación, considerando que un valor de gravedad específica de la orina $>1,020$ g/ml es indicador de hipohidratación (Sawka et al., 2007). En esta línea, Osterberg, Horswill y Baker (2009), en jugadores de baloncesto, hallaron valores de gravedad específica de la orina por encima de 1,020 en un 52 % de los jugadores, lo cual indicaba que la mitad de los jugadores habían comenzado el encuentro con un estado de hipohidratación, comprobándose también que la ingesta de líquidos durante el partido no compensaba este estado pobre de hidratación. Knechtle, Wirth, Knechtle, y Rosemann (2009), en un trabajo realizado con 39 atletas de ultrarresistencia de 100 kms, establecen una gravedad específica de la orina de 1.020 g/ml como punto de corte para considerar un correcto estado de hidratación. Palmer, Logan y Spriet (2010), encontraron que 2/3 de los jugadores de un equipo de hockey masculino presentaban valores superiores a 1,020, presentando un estado previo de hipohidratación.

Igualmente, en un estudio realizado con 29 adolescentes obesos, O`Connell, Weinheimer, Martin, BR, Weaver, y Campbell (2011), establecen el rango óptimo de gravedad específica de la orina para un correcto estado de hidratación entre 1.006 y 1.020 g/ml.

También Abián-Vicén, Del Coso, González-Millán, Salinero y Abián (2012), en una muestra con 46 jugadores de bádminton, tomaron como valor de la gravedad específica de la orina límite $< 1,020$ g/ml. El 90,9% presentaba valores inferiores. También Gibson, Stuart-Hill, Pethick y Gaul (2012), en una muestra de 34 futbolistas femeninas canadienses, tomaron como punto de corte este valor, hallando que el 45% de las jugadoras mostraba valores superiores, y por tanto un estado de hipohidratación. En la misma línea, Philips, Sykes y Gibson (2014), encontraron en catorce jugadores de fútbol varones que la mayoría se encontraban en un estado de hipohidratación a primera hora de la mañana cuando se aplicaba el umbral de 1,020 g/ml para la gravedad específica de la orina.

Algunos estudios (Cheuvront et al., 2010), han demostrado que el umbral de gravedad específica de la orina para detectar la hipohidratación puede ser más alto ($>1,025$), en atletas con una masa muscular relativa

más grande. En este sentido, también Harnouti, Del Coso, Ávila y Mora – Rodríguez (2010), compararon índices urinarios en dos grupos: jugadores de rugby y corredores, realizando mediciones durante seis días. Se encontraron valores promedio para la gravedad específica de la orina durante este periodo, de 1,021 +/- 0,002 para los jugadores de rugby y de 1,016 +/- 0,001 para los corredores. Para la osmolalidad de la orina, se obtuvieron valores de 702 + / - 56 vs 554 + / - 41 mOsm/kg, para jugadores y corredores, respectivamente. 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 gravedad específica de la orina se reduce en los atletas con gran masa muscular.

Recientemente, Lee et. Al (2014), en una muestra con 12 hombres sanos en los que estudiaron el estrés celular en ejercicio submáximo, en condiciones de hipoxia y normoxia, determinaron un correcto estado de hidratación con los valores de gravedad específica de la orina <1,020 g/ml y una osmolalidad de la orina <300 mOsm/kg.

Harnouti, Mora y del Coso (2013), consideran que la gravedad específica es un índice superior a otros como la osmolaridad sérica para detectar estados de deshidratación inferiores al 2% de pérdida del peso corporal. Riebl y Davy (2013), subrayan que la gravedad específica de la orina es un indicador preciso y rápido del estado de hidratación

Osmolalidad de la orina.

La osmolalidad de orina, es una 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 (Armstrong, 2005). Está en relación directa con la densidad, por lo que una densidad de 1,032 corresponde a una osmolalidad de 1.200 mOsm/kg. Como aquella, oscila entre límites muy amplios, aunque generalmente varía entre 300 y 1.200 mOsm/kg en adultos y 200 y 220 mOsm/kg en lactantes (Ladero Quesada, 2006). En orina al azar puede oscilar entre 50 y 1400 mOsm/kg, y se ve aumentada en situaciones de deshidratación y disminuida en situaciones de diabetes insípida e intoxicación de agua, entre otras alteraciones (Marcos Tomás, Molina Gasset y Sastre Pascual, 2011)

Los análisis requieren un osmómetro (como se describe anteriormente para el plasma / suero) y un técnico de laboratorio capacitado y necesita cierto tiempo. Se ha estudiado este parámetro ampliamente como un marcador de estado de hidratación posible si bien

Francesconi et al. (1987), concluyeron que 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) determinaron que las medidas de osmolalidad de la orina se podían utilizar indistintamente con la gravedad específica de la orina. Kovacs, Sendem y Brouns (1999), afirmaron que la osmolalidad urinaria puede no reflejar con precisión el estado de hidratación si se utiliza inmediatamente después del ejercicio.

Chadha, Gart y Alon (2001), destacan que la osmolalidad urinaria es un estándar preciso para la medición de la concentración de orina, aunque presenta problemas de disponibilidad, recomendando la gravedad específica de la orina, e indican que la refractometría se ve afectada por el número, masa y estructura química de las partículas disueltas.

La osmolalidad de la orina 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 y cols. (1992), encontraron valores de 649 mOsm/kg en hombres y 540 mOsm/kg en mujeres. En Alemania, en una franja de edad entre 2.5 y 17.5 años, se encontraron valores de 801 mOsm/kg en chicos frente a 729 mOsm/kg en chicas (Roberts y Manz, 1996). En otros países, como Italia, Riva y cols. (1984), no encontraron diferencias significativas entre ambos sexos. Existen diferencias ostensibles según en qué país se hayan tomado muestras, pudiendo encontrar valores que van desde los hallados por Simmons y Korte (1972), en Kenia, de 382 mOsm/kg, los 416 mOsm/kg, referidos por Widdowsen y McCance(1970), pasando por los valores hallados en daneses (676 mOsm/kg, según Rittig y cols.(1989), hasta valores mayores que reflejan Robers y Manz (1996), en Alemania (801 mOsm/kg), o Kawauchi y cols.(1996), en Japón (900 mOsm/kg).

Armstrong y cols. (1994) sugieren que, para una que una persona se encuentre en un estado de euhidratación, la gravedad específica de la orina no debe superar los 1,030 y la Osmolalidad de la orina no debe exceder de 1.050 mOsm / kg. Del mismo modo, Shirreffs y Maughan (2003) sugieren que una $U_{osm} > 716$ mOsm / kg en el vaciado de por la mañana refleja un primer estado de hipohidratación. La presente investigación evaluó el uso de la gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina como marcadores de deshidratación.

Fernández-Elías, Martínez-Abellán, López-Gullón, Morán Navarro y Pallarés (2014), en una muestra de 345 deportistas practicantes de deportes de lucha, establecen como valores para la determinación del estado de hidratación los que figuran en la tabla 6.

Tabla 7. Valores de referencia de la osmolalidad de la orina para determinar el estado de hidratación(a partir de datos Fernández-Elías, Martínez-Abellán, López-Gullón, Morán Navarro y Pallarés, 2014)

Estado	Osmolalidad de la orina(mOsm/kg⁻¹)
Euhidratado	250-700
Deshidratado	701-1080
Deshidratación severa	1081-1500

Perrier et al (2015), recientemente han sugerido que una osmolalidad urinaria en 24 horas $\leq 500 \text{mOsm} \cdot \text{kg}^{-1}$ puede ser un indicador simple de hidratación óptima, lo que representa un consumo de líquidos diario adecuado para compensar las pérdidas diarias, garantizar la producción de orina suficiente para reducir el riesgo de litiasis urinaria, el deterioro de la función renal y evitar valores elevados de vasopresina plasmática, referido a individuos sedentarios.

Sodio en orina

El sodio es un catión que se encuentra en el organismo humano en una concentración de 1,5 g/kg (Garrido et al, 2003). Se mide en mEq/l o mmol/l. Ha sido utilizado para la medición del estado de hidratación, aunque de forma muy escasa. La medida del sodio se ha realizado fundamentalmente en plasma, a fin de detectar la hiponatremia en atletas. Los valores normales en orina oscilan entre 150 y 197 mEq/día (Perigord, 2003). Ulate Montero (2006), considera como valores normales de sodio urinario el rango comprendido entre 50 y 130 mEq/l. Landry y Bazari (2011), más recientemente, indican valores de entre 40 y 220 mEq/litro por día. Idénticos valores aportan también Marcos Tomás, Molina Gasset y Sastre Pascual (2011).

pH en orina

Se define como el inverso del logaritmo de la concentración de iones hidrogeno (Quesada, Ruiz, Montes y Ortega de Heredia, 2006). Marcos Tomás, Molina Gasset y Sastre Pascual (2011), indican como

valores de referencia en orina los comprendidos entre 4.5 y 7.8 en orina al azar, y señalan además que “es una medida tosca del equilibrio ácido-base corporal”.

La medida del pH urinario ha estado relacionada fundamentalmente con la intensidad del ejercicio, y con los efectos de la aplicación de determinados protocolos de compensación del metabolismo anaeróbico láctico, como muestran los estudios llevados a cabo por McInnis, Newhouse, Von Duvillard y Thayer (1998), sobre los valores del pH urinario en relación con distintas intensidades de ejercicio, o alguno posterior como el de Carr, Gore y Dawson(2011), sobre los efectos de la ingestión de bicarbonato en pruebas anaeróbicas de alta intensidad.

1.6.2. Estudios realizados sobre la validez y fiabilidad de los marcadores de orina como medida del estado de hidratación en la práctica físico-deportiva.

Martínez – Álvarez et al. (2008), indican que en el ámbito deportivo, los biomarcadores más utilizados son: medir el volumen, el color, la gravedad específica, la osmolaridad o la conductividad de la orina y los cambios en el peso corporal. 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.

Desde la década de los 70 y hasta finales de los 90 son numerosos los trabajos que han tratado de establecer la fiabilidad de la utilización de distintos parámetros bioquímicos de la orina, principalmente la gravedad específica y la osmolalidad, aunque también se han utilizado otros (color, conductividad...). Realizaremos en primer lugar una revisión de estos trabajos, y posteriormente nos centraremos en estudios que han utilizado parámetros concretos.

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: gravedad específica, osmolaridad, pH, sodio y potasio, así como proteínas y cetonas. Los resultados obtenidos confirmaron que, tras la competición, la osmolalidad y la gravedad

específica eran significativamente menores que en las mediciones de antes del partido.

Acerca 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, en comparación con el ACT, en 10 sujetos masculinos durante una expedición de 14 días en alta montaña en la zona sub-ártica, con una altitud media de 5.245 +/- 229 m, y donde se realizaban tramos de esquí durante 10-15 horas, y tareas con cargas pesadas. Los parámetros urinarios medidos fueron la gravedad específica de la orina (USG) y la osmolalidad urinaria. En las medidas post- expedición, se encontraron aumentos significativos de la osmolalidad urinaria y la gravedad específica de la orina.

En una línea parecida, O'Brien, Freund, Sawka, McKay, Hesslink y Jones (1995), para cuantificar la magnitud de la deshidratación e identificar predictores de dicho estado, examinaron la composición corporal, el ACT (Agua Corporal Total), así como la sangre y otros parámetros urinarios, además de otras variables alimenticias, en una muestra de 24 marines, estudiados durante 8 días en un clima moderadamente frío, en el que se entrenaban. Los parámetros urinarios, junto con los sanguíneos, indicaron que a pesar de la disminución del ACT, la deshidratación no se produjo en los 8 días, sugiriendo que en clima frío 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.

Armstrong et al. (1998), en una muestra de nueve hombres altamente entrenados, evaluaron la validez y la sensibilidad del color de la orina (UCOL), la gravedad específica (USG), y la osmolalidad (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 gravedad específica de la orina entre 1.004 – 1.029, la osmolalidad de la orina entre 117 y 1.081 mOsm/kg, y el rango de color se situó entre 1 y 7, concluyendo que el color de la orina, la gravedad específica y la osmolalidad, son índices válidos del estado de hidratación.

Shirrefs y Maughan (1998), trataron de determinar un método rápido y fácil para la evaluación de hoy estado de hidratación días en los atletas en ambientes calurosos, midiendo la osmolalidad de la primera muestra de orina del día. Los resultados de las mediciones de laboratorio

establecieron que las diferencias en la osmolaridad se encontraban cuando los individuos se deshidrataron en un grado moderado en comparación con una situación de euhidratación. Obtuvieron valores en la osmolalidad de la primera muestra de la mañana en los sujetos control (n =11), de 675 (+/- 232 mOsm/kg). En los sujetos que se hipohidrataron por el ejercicio, seguido de restricción de líquidos, la osmolalidad de la orina matinal registró valores de 924 (+/- 99) mOsm/kg.

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

Oppliger y Bartok (2002), en una revisión sobre la medida del estado de hidratación en los atletas, 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.

Bartok et al. (2004), en una muestra de 25 luchadores federados de, donde evaluaron el estado de hidratación mediante indicadores plasmáticos y urinarios. Los autores establecieron como valores de corte 586 mOsm/L⁻¹ para la osmolalidad plasmática y de 1,020 g/ml⁻¹ para la gravedad específica de la orina, en relación con la deshidratación hipertónica.

Walsh, Laing y Oliver (2004), estudiaron distintos parámetros de la saliva como potenciales indicadores del estado de deshidratación en deportistas, en una muestra de 15 hombres que se ejercitaron a 30° con un 70% de humedad relativa sin ingesta de líquidos primero para inducir una pérdida de hasta un 3% del peso corporal, y posteriormente con ingesta para recurrar líquidos. Se estudió también la correlación de los parámetros de la saliva con la osmolaridad plasmática y la osmolalidad de la orina, existiendo una alta correlación (>.82), entre la osmolalidad de la saliva, la osmolalidad urinaria y la concentración de proteínas totales de la saliva. Asimismo, se observó además que la osmolalidad urinaria aumentaba durante la fase de deshidratación.

Stover, Petri, Passe, Holwild, Murray y Wildman (2006), midieron la Gravedad Específica de la orina (USG), antes del ejercicio en una muestra de deportistas recreativos, y su relación con factores como la hora del día, la ubicación geográfica y el género. Los sujetos completaron una encuesta sobre su régimen de entrenamiento típico y los hábitos de reposición de líquidos, y posteriormente anulado y entregado una muestra de orina a los investigadores antes de comenzar el ejercicio.

Kutlu y Guler (2006), en una muestra de 32 competidores de Taekwondo, evaluaron con el tiempo el estado de hidratación durante un campamento e preparación. Se midieron la osmolalidad de la orina, la conductividad, la gravedad específica y el color, 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. La masa corporal (media \pm s) fue esencialmente la misma en cada uno de los días de medición ($62,6 \pm 12,2$ y $62,7 \pm 12,3$ y $62,2 \pm 12,6$ kg, respectivamente). No se detectaron diferencias significativas en la osmolalidad de orina en los tres momentos a lo largo del estudio. No hubo diferencias significativas en ninguno de los cuatro métodos de análisis de orina durante el estudio ($P > 0,05$). Cada uno de los cuatro métodos utilizados aportó esencialmente la misma estimación del estado de hidratación de los atletas.

Lili y Gui (2007), en un estudio realizado con 9 ciclistas de fondo en carretera, matizan que los la osmolalidad de la orina y la gravedad específica de la orina no reflejaban el estado real de hidratación si se consumen líquidos con electrolitos durante la rehidratación.

Utter, McAnulty, Sarvazyan, Query y Landram (2010), utilizaron las medidas de osmolalidad de la orina, gravedad específica y osmolaridad plasmática para evaluar el estado de hidratación mediante la velocidad del ultrasonido. Los hallazgos obtenidos indicaron que las variaciones de la velocidad del ultrasonido se correspondían con cambios en los parámetros de plasma y orina.

En lo que se refiere a estudios realizados con deportistas de equipo, se han centrado fundamentalmente en conocer el estado de hidratación, así como del 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, Godek y Bartoluzzi (2005), en un trabajo con jugadores de fútbol americano, evaluaron el estado de hidratación a través de diversos indicadores, entre ellos la gravedad específica de la orina y el sodio en orina, en la fase de pretemporada, en la cual los jugadores se ejercitaban dos veces al día, durante seis días. El potasio en orina fue menor en los días 6 y 8 en comparación con el valor basal y el día 3. Otros trabajos han utilizado los indicadores urinarios para estudiar los efectos en el estado de hidratación otros parámetros y situaciones. Así, Yeargin y cols. (2006), emplearon los indicadores urinarios entre otros parámetros, para medir el estado de hidratación tras la aplicación de un protocolo de aclimatación al calor en jugadores de fútbol. En otra línea, Jones, Cleary, López, Zuri y López (2008), también utilizaron los indicadores de la orina junto a otros parámetros para estudiar los efectos de la deshidratación en la potencia anaeróbica. Valiente, Utter, Quindry y Niemann (2009), usaron estos indicadores urinarios para estudiar los efectos de distintos tipos de bebida sobre el estado de hidratación, y en la misma línea puede citarse el trabajo de Utter, Quindry, Emeranziani y Valiente (2010).

Hasta aquí hemos analizado diversos trabajos que han tratado de sentar las bases de la utilidad de los parámetros bioquímicos de la orina como medio para evaluar el estado de hidratación previo a la práctica físico-deportiva, así como para medir los niveles de hipohidratación o deshidratación alcanzados tras la misma.

1.6.3. Estudios realizados con marcadores específicos de orina en distintas modalidades físico-deportivas: gravedad específica, osmolalidad, sodio y pH.

En relación con parámetros específicos usados para evaluar el estado de hidratación, la gravedad específica de la orina ha sido utilizada en numerosos trabajos como indicador del estado de hidratación de los practicantes de diversas modalidades de práctica físico-deportiva, tanto

individuales como colectivas. En este sentido, los estudios realizados con participantes de modalidades deportivas de tipo cíclico, así como las combinaciones de estas, con sus correspondientes variaciones en duración e intensidad (maratón, carreras de ultrarresistencia, triatlón, duatlón, triatlón extremo, natación de ultrarresistencia, etc.), han sido especialmente proliferos en la utilización de este parámetro.

En esta línea cabe destacar el trabajo de Aragón-Vargas, Wilk, Timmons y Bar-Or (2013), llevaron a cabo un estudio con 95 niños y adolescentes de Costa Rica, que participaban en modalidades adaptadas de triatlón, y en la misma línea el de Wilk, Meyer, Timmons y Bar-Or(2014), en una muestra de 9 niños de 10 a 12 años, practicantes de ciclismo pero no competitivo, evaluaron los efectos de la deshidratación en sesiones con distinto grado de pérdida de peso corporal.

Siguiendo con las modalidades cíclicas individuales y sus combinaciones, la gravedad específica de la orina ha sido utilizada como medida del estado de hidratación en los estudios realizados por Laursen et al. (2006), con triatletas entrenados, Knechtle, Duff, Schulze y Kohler (2008), quienes estudiaron a 10 sujetos participantes en una carrera de ultrarresistencia de varios días y 1200 kilómetros, Knechtle, Knechtle, Kaul y Kohler(2009), con nadadores participantes en un evento de natación de ultrarresistencia en Suiza, con una muestra de 16 nadadores, o Knechtle et al. (2010), con triatletas no profesionales.

En la misma línea podemos citar los trabajos de Knechtle, Knechtle, Rosemann y Senn (2010), quienes evaluaron el estado de hidratación empleando la medida de la gravedad específica de la orina antes y después de un evento consistente en un triple Iron Man, sobre 53 participantes que se llevó a cabo en Alemania, Knechtle, Knechtle y Rosemann (2011), los cuales midieron el estado hidratación a través de la gravedad específica de la orina en 37 ciclistas suizos que participaban en una carrera de 120 kms, y Weitkunat, Knechtle, Knechtle, Rüst y Rosemann (2012), en un trabajo realizado con una muestra de 31 nadadores que disputaban una prueba de natación de ultradistancia que tuvo lugar en Suiza.

También Meyer et al. (2012), utilizaron la gravedad específica de la orina con 15 atletas recreativos adultos participantes en un Iron Man extremo celebrado en Suiza, al igual que hicieron Armstrong et al. (2012), en una muestra de 48 participantes en una prueba de ultrarresistencia de 164 kms. Recientemente, Moyon et al (2015), evaluaron el estado de hidratación previo a la actividad en 119 ciclistas master (46 ± 9 años), que

participaron en una carrera de ultrarresistencia sobre 161 kms utilizando este parámetro.

Otros trabajos se han llevado a cabo en modalidades cíclicas de carrera, como el que llevaron a cabo Mahon, Hackett y Davies(2010), en 20 participantes (16 hombres y 4 mujeres, de 18 a 72 años), sobre una carrera de cincuenta millas, o el estudio realizado por Cejka et al. (2012), en 80 corredores recreativos de maratón.

También hay que reseñar los trabajos realizados con atletas, en los que el estado de hidratación se evaluó a través de la gravedad específica de la orina. En esta línea se encuentra el estudio de Kavouras et al. (2011), realizado con atletas preadolescentes jóvenes, y más recientemente, Castro-Sepúlveda et al. (2015), utilizaron este parámetro con una muestra de 7 atletas de categoría universitaria.

Otro ámbito de práctica deportiva donde se ha utilizado con frecuencia la gravedad específica de la orina como un parámetro eficaz para determinar el estado de hidratación previo a la actividad deportiva, así como los niveles de deshidratación alcanzados tras finalizar la misma, son los deportes individuales donde hay establecidas categorías en función del peso corporal, como así puede apreciarse en los trabajos llevados a cabo por Kutlu y Gutler (2006) en taekwondistas, Bufford, Rossi, Smith, O'Brien y Pickering(2006) con luchadores de Primera División nacional, Utter, McAnulty, Sarvazyan, Query y Landram (2010), con luchadores jóvenes, y Gonçalves, Matias, Santos, Sardinha y Silva (2014), con judokas.

Los deportes de equipo tampoco han sido ajenos a la utilización de la gravedad específica de la orina a la hora de determinar el estado de hidratación de los participantes en estas disciplinas. Harvey, Meir, Brooks y Holloway (2008), utilizaron la gravedad específica de la orina junto con los cambios en la masa corporal, en 13 futbolistas de primera división australiana. En la misma línea Newell, Newell y Grant (2008), realizaron un estudio con una muestra de 20 jugadores de élite practicantes de fútbol gaélico y Kurdak et. al (2010), con una muestra de 22 jugadores de fútbol profesional, también utilizaron la gravedad específica de la orina.

En el fútbol convencional, se han realizado diversos estudios que han usado la gravedad específica de la orina para la determinación del estado de hidratación (Silva et al., 2011; Da Silva et al., 2012; Putriana y Dieny ,2014). Otros deportes de equipo también han usado este parámetro de orina para la evaluación del estado de hidratación de los jugadores, como el hockey y el hockey hielo (Bishop y Maxwell, 2009; Brandenburg y Gaetz, 2010), el baloncesto (Vesic et al., 2014), e incluso

los deportes de raqueta (Bergeron, Waller y Marinik, 2006; Hornery, Farrow, Mújika y Young, 2007; Abián-Vicén, Del Coso, González - Millán, Salinero y Abián ,2012).

El uso de este parámetro se ha extendido a otros deportes como la gimnasia, como muestra el trabajo reciente de Hasegawa, Fujihara, Mukumoto, Tawara y Okimura (2015), que evaluaron el estado de hidratación antes y después del entrenamiento en 22 gimnastas (10 chicos y 12 chicas, $20,7 \pm 1,6$ años).

En lo que se refiere a la osmolalidad de la orina, este parámetro, después de la gravedad específica de la orina, ha sido el segundo más utilizado en los estudios llevados a cabo sobre la práctica físico-deportiva en los que era preciso evaluar el estado de hidratación de los participantes. No son numerosos los realizados con sujetos practicantes de modalidades individuales. En este sentido hay que mencionar el trabajo de Byrne, Owen, Cosnefroy, y Lee (2011), en siete estudiantes masculinos de ciencias de la actividad física británicos, y algunos más recientes, como el de Meyer et al. (2015), con una muestra de 15 atletas participantes en pruebas de ultrarresistencia extremas.

En los deportes de equipo se ha utilizado con más frecuencia la osmolalidad de la orina como forma de evaluar el estado de hidratación, como muestran los trabajos de Maughan, Watson, Evans, Broad y Shirrefs (2007), con jugadores de Primera Liga Inglesa, de O`Hara et. al. (2008), con jugadores de Super Liga, de McDermott et. al. (2009), que estudiaron a jugadores jóvenes de fútbol durante una concentración, o el de MacLeod y Sunderland (2009), realizado con jugadores de élite de hockey hierba durante dos partidos.

Más recientemente, cabe destacar los estudios de Vukasinovic et al.(2014), con jugadores europeos de élite sub-20, y de Jones, O`Hara, Till y King (2015), quienes evaluaron el estado de hidratación mediante la osmolalidad urinaria, en jugadores de rugby profesionales en distintos momentos (partidos, entrenamientos y sesiones de gimnasio).

El sodio en orina ha sido escasamente utilizado como parámetro para evaluar el estado de hidratación, remontándose algunos trabajos a la décadas de los 80 y los 90 (Virvidakis, 1986; Freund, 1991; López Téllez, 1997). Posteriormente, se ha utilizado la medida del sodio en orina en diversas modalidades de práctica físico-deportiva, como atestiguan los trabajos de Godek, Godek y Bertolazzi (2005), con jugadores de fútbol en edad escolar, Saat et al. (2005), con 16 individuos jóvenes, Hew-Butler et al.(2008) con una muestra de 82 corredores de ultrarresistencia, o el llevado a cabo por Afshar, Sanavi y Jalali (2009), con 18 competidores

jóvenes de Karate, en los que midió la excreción de electrolitos en la orina antes y después de una competición.

En la última década han surgido diversos estudios en los cuales se han utilizado de forma conjunta tanto la gravedad específica de la orina como la osmolalidad de la orina, para determinar el estado de hidratación. Chlíbková et al. (2014), midieron tanto la gravedad específica de la orina como la osmolalidad de la orina, en una muestra de 49 participantes en una prueba de ultrarresistencia en Mountain Bike.

En deportes de equipo, Coelho et al. (2012) estudiaron en 36 jugadores de categorías sub-15 y sub-17 los niveles de deshidratación alcanzados según el tiempo que permanecían sobre el terreno de juego, para lo cual evaluaron el estado de hidratación antes y después de la actividad a través de la medición de la gravedad específica de la orina, y de la osmolalidad específica de la orina.

También otros estudios recientes han incluido el sodio además de los dos parámetros anteriores. Harnouti, Del Coso y Mora-Rodríguez (2013), utilizaron estos tres parámetros en una muestra de 18 atletas a los que se inducía la deshidratación por ejercicio.

Por otra parte, Chlíbková, Knechtle, Rosemann, Žáková, y Tomášková (2014), estudiaron en una muestra de 80 deportistas de distintas modalidades de ultrarresistencia (ultramountain-bikers, corredores, ciclistas de pruebas multi-etapas) durante cuatro pruebas que se celebraron por la república checa, con el fin de determinar si existían casos de hiponatremia, y utilizando los parámetros de orina para evaluar el estado de hidratación, así como el sodio para indicar estados de hiponatremia, junto con otros indicadores bioquímicos.

CAPÍTULO 2.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo de investigación son los que figuran a continuación:

1. Describir la prevalencia de deshidratación haciendo uso de diferentes indicadores urinarios
2. Comparar la gravedad específica de la orina después de la actividad en función del sexo y la categoría de los participantes
3. Comparar las distintas variables de orina (gravedad específica, osmolalidad, sodio y pH) antes y después de la actividad
4. Correlacionar la variables de orina analizadas después de la actividad entre ellas (gravedad específica vs osmolalidad; gravedad específica vs sodio; osmolalidad vs sodio)
5. Analizar el efecto que tiene el sexo y la categoría) sobre las distintas variables de orina (gravedad específica, osmolalidad, sodio y pH) después de la actividad analizada

CAPÍTULO 3.
MATERIAL Y
MÉTODO

3. MATERIAL Y MÉTODO.

3.1. PARTICIPANTES.

Respecto a los participantes, indicar que estos han sido deportistas federados de un club de triatlón de la localidad de Cieza (Murcia), pertenecientes a las categorías alevín e infantil. En lo que se refiere a la técnica de muestreo utilizada para la selección de la muestra, hemos realizado un muestreo por conveniencia, donde la muestra que no pretende representar a todo el colectivo de deportistas federados en edad escolar, sino tan sólo incrementar información al respecto (Anguera et al., 1995) Participaron el 100% de los componentes de cada una de las categorías que se analizaron. En relación con la antropometría, hay que indicar que uno de los sujetos asistió a la recogida de datos de variables antropométricas, pero no a la medición de las variables de orina. Se decidió dejar a todos los participantes de los que se recogieron datos sobre variables antropométricas.

Por otra parte, los padres/madres o tutores/as de los participantes de la presente investigación, firmaron un documento de consentimiento informado (Anexo II) como responsables o tutores/as legales de estos. Previamente, se procedió a una reunión con los padres en la que se explicó todo el proceso de la investigación, y en días posteriores se realizó una charla informativa con los participantes, entregando el documento referente al consentimiento informado. Los padres/madres y/o tutores legales que lo consideraron oportuno, firmaron dicho consentimiento informado, aprobado por la Comisión Bioética de la Universidad de Murcia (Anexo I).

La práctica deportiva analizada correspondió a una competición no oficial, en la modalidad de duatlón, el día 27 de diciembre de 2010.

Respecto a las características antropométricas (peso, talla, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros) así como las variables cardíacas, de esfuerzo percibido y temperatura corporal de los participantes, podemos hallarlos en las tablas 11,12, 13 y 14.

Los datos descriptivos relativos a las variables cardíacas medidas a los participantes, pueden apreciarse en la tabla 15, así como los datos relativos a esfuerzo percibido (tabla 16), y los referidos a la temperatura corporal en distintos momentos de la actividad (tabla 17).

Descriptivos de edad, género y categoría de los participantes.

El número de participantes en el estudio fue de 21 (tabla 8), de los cuales 13 fueron niñas y 8 niños. En cuanto a la edad sin tener en cuenta el género de los participantes, fue de $11,19 \pm 1,32$ (tabla 3) y, respecto a la edad de estos en función del género, los niños tenían una media de $11,62 \pm 1,19$ años y las niñas $10,50 \pm 1,30$. Respecto a las categorías, hay que indicar que fueron 11 los participantes infantiles y 10 en categoría alevín, siendo más niños que niñas en categoría infantil y menos en alevín.

Tabla 8. Descriptivos de edad género y categoría

		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	
Total de los participantes		21	9	13	11.19	1.32	
En función del género	♂	13	10	13	11.62	1.20	
	♀	8	9	13	10.50	1.30	
En función de la categoría	Infantil	11	12	13	12.36	.505	
	Alevín	10	9	10	9.90	.316	
En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	12	13	12.33	.500
		♀	2	12	13	12.50	.707
	Alevín	♂	4	10	10	10.00	.000
		♀	6	9	10	9.83	.408

EA: Edad en años

Descriptivos de parámetros antropométricos de los participantes

Las variables antropométricas medias en la muestra fueron el peso, la talla y el IMC (Índice de masa corporal). Los valores obtenidos, sin tener en cuenta el género ni la categoría de los participantes se muestran en la tabla 8. En la tabla 9 se reflejan los resultados obtenidos en las variables antropométricas medidas en relación con el género de los participantes, la categoría y el género y la categoría, de donde se desprenden valores superiores en las niñas que en los niños tanto en el peso ($39,45 \pm 7,12$ Kg y $33,87 \pm 1,36$ Kg, respectivamente), como en el IMC ($18,91 \pm 2,64$ y $16,32 \pm 1,12$ Kg, respectivamente). En lo que se refiere a la talla, los chicos muestran valores similares a los de las chicas ($1,44 \pm .43$ m. y $1,44 \pm .46$ m, respectivamente).

Si se tiene en cuenta la categoría, los resultados indican valores superiores para los participantes pertenecientes a la categoría infantil respecto de los de la categoría alevín, tanto en peso ($48,17 \pm 4,53$ Kg y

37,22 ± 6,08 Kg, respectivamente), talla (1,58 ± .37 m. y 1,44 ± .42 m., respectivamente), e IMC (19,26 ± 1,70 y 17,87 ± 2,47, respectivamente)

En lo que respecta a los valores obtenidos por los participantes de la categoría infantil, según el género, las niñas de esta categoría obtienen valores mayores que los niños en las tres variables medidas: peso (53,30 ± 6,08 Kg y 47,03 ± 3,60 Kg, respectivamente), talla (1,60 ± .01 Kg y 1,57 ± .03 Kg, respectivamente), e IMC (20,64 ± 2,62 y 18,95 ± 1,47, respectivamente). En lo referido a los valores obtenidos para los participantes en la categoría alevín en relación con el género, apreciándose valores más altos en las niñas respecto de los niños en el peso (39,45 ± 7,12 Kg y 33,87 ± 1,36 Kg, respectivamente) y el IMC (18,91± 2,64 y 16,32 ± 1,12, respectivamente)

Tabla 9. Descriptivos de variables antropométricas (peso, talla e IMC)

		N	Media	Desv tip.	Mínimo	Máximo		
PCkg	Total de los participantes	21	37.22	6.08	31.1	52.2		
	En función del género	♂	13	33.87	1.36	32.4	35.7	
		♀	8	39.45	7.12	31.1	52.2	
	En función de la categoría	Infantil	11	48.17	4.53	41.8	57.6	
		Alevín	10	37.22	6.08	31.1	52.2	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	47.03	3.60	41.8	54.5
			♀	2	53.30	6.08	49.0	57.6
		Alevín	♂	4	33.87	1.36	32.4	35.7
			♀	6	39.45	7.12	31.1	52.2
	TPm	Total de los participantes	21	1.44	.042	1.37	1.51	
En función del género		♂	13	1.44	.043	1.38	1.48	
		♀	8	1.44	.046	1.37	1.51	
En función de la categoría		Infantil	11	1.58	.037	1.50	1.63	
		Alevín	10	1.44	.042	1.37	1.51	
En función del género y la categoría		Infantil	♂	9	1.57	.039	1.50	1.63
			♀	2	1.60	.010	1.60	1.62
		Alevín	♂	4	1.44	.043	1.38	1.48
			♀	6	1.44	.046	1.37	1.51
IMC		Total de los participantes	21	17.87	2.47	14.87	23.05	
	En función del género	♂	13	16.32	1.12	14.87	17.60	
		♀	8	18.91	2.64	15.10	23.05	
	En función de la categoría	Infantil	11	19.26	1.70	17.06	22.50	
		Alevín	10	17.87	2.47	14.87	23.05	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	18.95	1.47	17.06	22.39
			♀	2	20.64	2.62	18.79	22.50
		Alevín	♂	4	16.32	1.12	14.87	17.62
			♀	6	18.91	2.64	15.10	23.05

PCkg: peso corporal en kg; TPm: talla de pie en metros; IMC: índice de masa corporal; ♂: niños; ♀: niñas

Descriptivos de pliegues cutáneos, diámetros y perímetros.

La tabla 10 refleja los pliegues cutáneos, diámetros y perímetros que se tomaron a todos los participantes. Así, se midieron 8 pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, bicipital, suprailíaco, supraespinal, abdominal, muslo y pierna medial), 3 diámetros (codo, muñeca y rodilla), y 8 perímetros (brazo relajado, brazo contraído, pierna medial, muñeca, muslo, cintura mínima, abdominal ombligo y cintura máxima).

Respecto a los valores obtenidos en la medición de los pliegues, diámetros y perímetros, los resultados se muestran en las tablas 11, 12, 13, 14, pudiendo apreciarse las medias obtenidas para cada una de las variables medidas en relación con género, categoría y género y categoría.

En cuanto a los valores obtenidos en las mediciones cineantropométricas de los pliegues cutáneos en relación con el género, los niños alcanzan valores superiores a las niñas en lo que respecta a los pliegues tricipital ($14,06 \pm 4,83$ mm. Y $13,80 \pm 3,12$ mm., respectivamente), subescapular ($9,63 \pm 5,25$ mm y $8,97 \pm 3,11$ mm, respectivamente), pliegue del muslo ($22,62 \pm 7,79$ mm. Y $22,07 \pm 4,87$ mm, respectivamente) y pliegue de la pierna medial ($15,61 \pm 6,17$ mm en niños y $14,87 \pm 4,33$ mm para las niñas). En cuanto a los demás pliegues, las niñas alcanzan valores superiores ($7,87 \pm 1,80$ mm) a los niños ($7,46 \pm 2,89$ mm.) en el pliegue bicipital. También las niñas muestran mayores valores en los pliegues suprailíaco, supraespinal y abdominal ($14,42 \pm 5,67$ mm; $12,85 \pm 5,76$ mm y $17,87 \pm 6,41$) que los niños ($13,78 \pm 7,10$ mm; $11,60 \pm 5,63$ mm y $16,84 \pm 8,34$ mm).

En lo que respecta a los diámetros, se observan valores superiores en los diámetros del codo y la muñeca en los niños ($5,93 \pm ,35$ cm y $4,76 \pm .30$ cm) respecto de las niñas ($5,86 \pm .37$ cm. y $4,73 \pm .38$ cm.). Sin embargo, se aprecian valores mayores en las niñas ($8,82 \pm .55$ mm) que en los niños ($8,73 \pm .59$ cm), en el diámetro de la rodilla.

Por lo que se refiere a los distintos perímetros medidos, los valores obtenidos para el perímetro de brazo relajado y para el perímetro del brazo contraído son mayores en los niños ($22,03 \pm 1,87$ cm y $23,700 \pm 1,90$ cm, respectivamente), que en las niñas ($21,65 \pm 2,04$ cm y $23,33 \pm 2,30$ cm, respectivamente). Otro tanto sucede con los perímetros de cintura mínima, con valores mayores en los chicos que en las chicas ($65,20 \pm 7,61$ cm y $65,18 \pm 5,69$ cm. respectivamente), y con el perímetro abdominal a la altura del ombligo, también con valores más altos en los

niños que en las niñas ($72,00 \pm 8,31$ cm y $71,62 \pm 7,52$ cm, respectivamente).

No ocurre así con los valores obtenidos en el perímetro de la muñeca, donde las niñas presentan valores mayores que los niños ($14,38 \pm .85$ cm y $14,31 \pm .73$, respectivamente), ni con el perímetro de la pierna medial, donde se obtienen valores superiores en las chicas respecto de los chicos ($30,93 \pm 2,74$ cm y $30,35 \pm 2,53$ cm, respectivamente). Igualmente sucede con el perímetro del muslo, con valores superiores en las niñas ($47,85 \pm 5,31$ cm) que en los niños ($46,20 \pm 4,36$ cm), y en el perímetro de cintura máxima, de nuevo con valores mayores para las niñas respecto de los niños ($81,86 \pm 7,72$ cm y $79,13 \pm 6,31$ cm, respectivamente). Teniendo en cuenta los valores obtenidos en la medición de pliegues, diámetros y perímetros en relación con la categoría de los participantes, se aprecian valores superiores en los pliegues tricipital y abdominal en la categoría infantil respecto de la alevín. El resto de los pliegues (subescapular, bicipital, suprailíaco, supraespinal, muslo y pierna medial), muestran valores superiores para la categoría alevín respecto de la infantil.

Los diámetros de muñeca y rodilla muestran valores más altos para la categoría infantil, mientras que el diámetro del codo presenta valores similares para las dos categorías (5,90 cm). Los perímetros medidos desprenden valores superiores favorables a la categoría alevín en los perímetros de brazo relajado ($21,95 \pm 2,26$ cm), brazo contraído ($23,73 \pm 2,23$ cm), pierna medial ($30,89 \pm 2,72$ cm), muñeca ($14,55 \pm .74$ cm), perímetro abdominal a la altura del ombligo ($72,30 \pm 9,30$ cm) y perímetro de cintura máxima ($81,40 \pm 8,59$ cm). Sólo los perímetros de muslo y cintura mínima arrojan valores mayores para la categoría infantil ($45,97 \pm 3,06$ y $65,36 \pm 6,87$ cm), respecto de la alevín ($47,77 \pm 6,04$ y $65,02 \pm 7,06$ cm).

Si tenemos en cuenta la categoría infantil en relación con el género, los datos muestran valores superiores en los pliegues cutáneos en las niñas respecto de los niños. No ocurre así con los valores obtenidos para los distintos diámetros, donde los valores que alcanzan los niños son mayores que los de las niñas. En cuanto a los perímetros, los datos arrojan valores superiores en todos los perímetros para los niños respecto de las niñas. En lo referente a los resultados obtenidos en la categoría alevín en relación con el género, encontramos que para los pliegues tricipital, subescapular, bicipital, suprailíaco, muslo y pierna medial, los valores son mayores en los niños que en las niñas. Sin

embargo, la media del pliegue supraespinal alcanza valores más altos en las niñas ($12,26 \pm 6,69$ mm), que en los niños ($12,20 \pm 8,78$ mm.).

En cuanto a los diámetros, los resultados muestran valores superiores en las niñas en los tres diámetros medidos. Lo mismo ocurre respecto a los perímetros medidos, siendo los valores hallados en todos ellos superiores en las niñas que en los niños

Tabla 10. Pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, bicipital y supraíliaco) medidos en mm de los participantes.

		N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo		
PCT	Total de los participantes	21	13.91	4.07	7.6	21.0		
	En función del género	♂	13	14.04	4.83	7.6	21.0	
		♀	8	13.80	3.12	8.8	17.8	
	En función de la categoría	Infantil	11	14.61	3.91	9.2	21.0	
		Alevín	10	11.22	4.54	7.6	19.2	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	14.35	4.32	9.2	21.0
			♀	2	-	-	-	-
		Alevín	♂	4	13.35	6.52	7.6	19.2
			♀	6	13.13	3.39	8.8	17.8
	PCSUB	Total de los participantes	21	9.40	4.37	4.8	23.6	
En función del género		♂	13	9.63	5.25	4.8	23.6	
		♀	8	8.97	3.11	6.0	14.6	
En función de la categoría		Infantil	11	9.16	3.08	5.6	15.0	
		Alevín	10	9.62	5.82	4.8	23.6	
En función del género y la categoría		Infantil	♂	9	8.75	3.26	5.6	15.0
			♀	2	11.00	1.41	10.0	12.0
		Alevín	♂	4	11.60	8.64	4.8	23.6
			♀	6	8.30	3.31	6.0	14.6
PCBB		Total de los participantes	21	7.72	2.48	3.8	12.4	
	En función del género	♂	13	7.46	2.89	3.8	12.4	
		♀	8	7.86	1.80	4.8	10.0	
	En función de la categoría	Infantil	11	7.49	1.97	4.8	9.8	
		Alevín	10	7.76	3.07	3.8	12.4	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	7.16	2.06	4.8	9.8
			♀	2	8.90	0.14	8.8	9.0
		Alevín	♂	4	8.10	4.63	3.8	12.4
			♀	6	7.53	1.99	4.8	10.0
	PCSP	Total de los participantes	21	14.16	6.32	4.8	26	
En función del género		♂	13	13.78	7.10	4.8	26	
		♀	8	14.42	5.67	8.8	25	
En función de la categoría		Infantil	11	13.85	4.81	7.8	20	
		Alevín	10	14.22	8.16	4.8	26	
En función del género y la categoría		Infantil	♂	9	13.15	5.08	7.8	20
			♀	2	17.00	0.84	16.4	17.6
		Alevín	♂	4	15.20	11.35	4.8	26
			♀	6	13.56	6.43	8.8	25

PCT: pliegue cutáneo tricipital en mm; PCSUB: pliegue cutáneo subescapular; PCBB: pliegue cutáneo bicipital braquial; PCSP: pliegue cutáneo supraíliaco

Tabla 11. Pliegues cutáneos (supraespinal, abdominal, muslo y pierna medial) medidos en mm de los participantes.

		N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo		
PCSE	Total de los participantes	21	12.02	5.44	4.0	24.8		
	En función del género	♂	13	11.60	5.63	4.0	19.8	
		♀	8	12.85	5.76	5.8	24.8	
	En función de la categoría	Infantil	11	11.97	4.05	7.0	17.6	
		Alevín	10	12.24	7.11	4.0	24.8	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	11.33	4.28	7.0	17.6
			♀	2	14.60	0.56	14.2	15.0
		Alevín	♂	4	12.2	8.78	4.0	19.8
♀			6	12.26	6.69	5.8	24.8	
PCAB	Total de los participantes	21	17.36	7.35	6.8	32.0		
	En función del género	♂	13	16.84	8.34	6.8	32.0	
		♀	8	17.87	6.41	9.6	28.0	
	En función de la categoría	Infantil	11	17.76	7.30	8.4	32.0	
		Alevín	10	16.66	8.09	6.8	28.0	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	16.73	6.13	13.2	32.0
			♀	2	22.4	2.82	20.4	24.4
		Alevín	♂	4	17.1	10.88	6.8	27.0
♀			6	16.36	6.82	9.6	28.0	
PCM	Total de los participantes	21	22.52	6.55	12.0	34.0		
	En función del género	♂	13	22.62	7.79	12.0	34.0	
		♀	8	22.07	4.87	16.6	31.0	
	En función de la categoría	Infantil	11	22.19	5.56	13.2	32.0	
		Alevín	10	22.66	8.06	12.0	34.0	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	22.14	6.13	13.2	32.0
			♀	2	22.40	2.82	20.4	24.4
		Alevín	♂	4	23.70	11.84	12.0	34.0
♀			6	21.96	5.61	16.6	31.0	
PCPM	Total de los participantes	21	15.30	5.30	6.0	26.6		
	En función del género	♂	13	15.61	6.17	6.0	26.6	
		♀	8	14.87	4.33	10.8	20.6	
	En función de la categoría	Infantil	11	15.03	3.60	10.0	21.0	
		Alevín	10	15.66	7.14	6.0	26.6	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	15.00	3.65	10.0	21.0
			♀	2	15.20	4.80	11.8	16.8
		Alevín	♂	4	17.00	10.62	6.0	26.0
♀			6	14.76	4.65	10.8	20.6	

PCSEP: pliegue cutáneo supraespinal en mm; PCAB: Pliegue cutáneo abdominal; PCM: pliegue cutáneo muslo; PCPM: pliegue cutáneo pierna medial

Tabla 12. Diámetros (codo, muñeca y rodilla) en cms, medidos en todos los participantes.

			N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo	
Diámetro codo	Total de los participantes		21	5.9	0.34	5.4	6.6	
	En función del género	♂	13	5.93	0.35	5.5	6.6	
		♀	8	5.86	0.37	5.4	6.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	5.9	0.41	5.4	6.6	
		Alevín	10	5.9	0.29	5.5	6.5	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	6.0	0.40	5.5	6.6
			♀	2	5.5	0.14	5.4	5.6
		Alevín	♂	4	5.77	0.17	5.6	6.0
			♀	6	5.98	0.34	5.5	6.5
	Diámetro muñeca	Total de los participantes		21	4.74	0.32	4.2	5.3
En función del sexo		♂	13	4.76	0.30	4.2	5.2	
		♀	8	4.74	0.38	4.3	5.3	
En función de la categoría		Infantil	11	4.67	0.34	4.2	5.2	
		Alevín	10	4.84	0.30	4.4	5.3	
En función del género y la categoría		Infantil	♂	9	4.74	0.34	4.2	5.2
			♀	2	4.35	0.07	4.3	4.4
		Alevín	♂	4	4.80	0.24	4.5	5.0
			♀	6	4.86	0.35	4.4	5.3
Diámetro rodilla		Total de los participantes		21	8.77	0.55	8.0	9.8
	En función del género	♂	13	8.72	0.59	8.0	9.5	
		♀	8	8.82	0.55	8.1	9.8	
	En función de la categoría	Infantil	11	8.7	0.64	8.0	9.5	
		Alevín	10	8.83	0.49	8.2	9.8	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	8.81	0.66	8.0	9.5
			♀	2	8.2	0.14	8.1	9.3
		Alevín	♂	4	8.52	0.40	8.2	9.1
			♀	6	9.03	0.46	8.5	9.8

Tabla 13. Perímetros (brazo relajado, brazo contraído, pierna medial, muñeca) medidos en cms en los participantes.

		<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Típ.</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>		
Brazo relajado	Total de los participantes	21	21.89	1.86	18.0	24.5		
	En función del género	♂	13	22.03	1.87	19.0	24.5	
		♀	8	21.65	2.04	18.0	24.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	21.83	1.61	19.5	24.5	
		Alevín	10	21.95	2.26	18.0	24.5	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	22.16	1.60	19.5	24.5
			♀	2	20.35	0.49	20.0	20.7
Alevín		♂	4	23.42	2.30	21.4	25.8	
		♀	6	23.93	2.38	19.2	25.5	
Brazo contraído	Total de los participantes	21	23.53	1.97	19.2	26.5		
	En función del género	♂	13	23.70	1.90	20.5	26.5	
		♀	8	23.33	2.30	19.2	25.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	23.40	1.90	20.5	26.5	
		Alevín	10	23.73	2.23	19.2	25.8	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	23.82	1.84	20.5	26.5
			♀	2	21.55	0.63	21.1	22
Alevín		♂	4	23.42	2.30	21.4	25.8	
		♀	6	23.93	2.38	19.2	25.5	
Pierna medial	Total de los participantes	21	30.59	2.50	26.5	34.8		
	En función del género	♂	13	30.35	2.53	26.5	33.4	
		♀	8	30.93	2.74	27.0	34.8	
	En función de la categoría	Infantil	11	30.29	2.51	26.5	33.4	
		Alevín	10	30.89	2.72	26.6	34.8	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	30.68	2.58	26.5	33.4
			♀	2	28.50	1.41	27.5	29.5
Alevín		♂	4	29.60	2.62	26.6	33	
		♀	6	31.75	2.74	27.0	34.8	
Muñeca	Total de los participantes	21	14.35	.74	13.0	15.4		
	En función del género	♂	13	14.33	.73	13.0	15.4	
		♀	8	14.38	.85	13.2	15.4	
	En función de la categoría	Infantil	11	14.17	.76	13.0	15.1	
		Alevín	10	14.50	.74	13.5	15.4	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	14.35	.72	13.0	15.1
			♀	2	13.35	.21	13.2	13.5
Alevín		♂	4	13.62	.62	13.0	14.5	
		♀	6	13.96	.82	13.2	15.4	

Tabla 14. Perímetros (muslo, cintura mínima, perímetro abdominal ombligo y cintura máxima en cms), medidos en los participantes

			N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo	
Muslo	Total de los participantes		21	46.81	4.58	39.3	56.5	
	En función del género	♂	13	46.20	4.36	39.3	55.0	
		♀	8	47.85	5.31	39.5	56.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	45.97	3.06	41.5	50.4	
		Alevín	10	47.77	6.04	39.3	56.5	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	46.31	2.98	42.0	50.4
			♀	2	44.45	4.17	41.5	47.4
		Alevín	♂	4	45.95	7.23	39.3	55.0
♀			6	48.98	5.47	39.5	56.5	
Cintura mínima	Total de los participantes		21	65.20	6.62	55.5	84.0	
	En función del género	♂	13	65.20	7.61	55.5	84.0	
		♀	8	65.18	5.69	55.5	75.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	65.36	6.87	57.0	84.0	
		Alevín	10	65.02	7.06	55.5	76.1	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	65.83	7.47	57.0	84.0
			♀	2	63.62	3.88	60.5	66.0
		Alevín	♂	4	63.80	8.90	55.5	76.1
♀			6	65.83	6.35	55.5	75.5	
Perímetro abdominal ombligo	Total de los participantes		21	71.81	7.64	59.5	88.0	
	En función del género	♂	13	72.00	8.31	63.0	68.0	
		♀	8	71.60	7.52	59.5	85.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	71.45	6.65	63.5	87.0	
		Alevín	10	72.30	9.30	59.5	88.0	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	71.94	7.21	63.5	87.0
			♀	2	69.25	3.88	66.5	72.0
		Alevín	♂	4	72.12	11.73	63.0	59.5
♀			6	72.41	8.55	68.0	85.5	
Cintura máxima	Total de los participantes		21	80.16	6.67	70.4	96.5	
	En función del género	♂	13	79.13	6.33	70.5	90.0	
		♀	8	81.86	7.72	70.4	96.5	
	En función de la categoría	Infantil	11	79.06	4.92	71.5	89.0	
		Alevín	10	81.40	8.59	70.4	96.5	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	79.57	5.34	71.5	89.0
			♀	2	76.75	1.06	76.0	77.5
		Alevín	♂	4	78.15	9.08	70.5	90.0
♀			6	83.56	8.32	70.4	96.5	

Descriptivos de variables cardiacas.

Las variables cardiacas de los participantes en el estudio tomadas en reposo fueron: presión arterial Presión Sistólica, presión arterial Presión Diastólica y frecuencia cardíaca basal, en todos los participantes (Tabla 15).

En relación con las variables cardiacas, sin tener en cuenta género ni categoría de los participantes, se obtuvo una media para la presión Sistólica de $11,272 \pm 1,36$ mmHg; para la presión diastólica se obtuvo una media de $6,410 \pm ,95$ mmHg, y para la frecuencia cardiaca basal se obtuvo un valor medio de $85,952 \pm 10,97$ pulsaciones/minuto.

La tabla muestra los valores de las variables cardiacas en el relación con el género de los participantes, apreciándose mayores valores en los chicos que en las chicas en los valores de presión sistólica ($11,60 \pm 1,21$ mmHg y $10,75 \pm 1,49$ mmHg, respectivamente), así como en los de presión diastólica ($6,68 \pm ,97$ y $5,96 \pm 78$, respectivamente), y en los de frecuencia cardiaca basal ($88,32 \pm 10,94$ y $82,250 \pm 10,64$ pulsaciones/minuto, respectivamente).

En lo que respecta a los valores obtenidos en las variables cardiacas teniendo en cuenta la categoría de pertenencia de los participantes, los resultados indican que los participantes de la categoría infantil obtienen valores superiores a los de la categoría alevín en las variables de presión Sistólica ($11,98 \pm ,76$ mmHg y $10,49 \pm 1,47$ mmHg, respectivamente), presión diastólica ($6,84 \pm ,87$ mmHg y $5,93 \pm ,83$, respectivamente) , y frecuencia cardíaca basal ($85,72 \pm 13,19$ y $86,200 \pm 8,61$, respectivamente).

Sobre los valores descriptivos obtenidos en las variables cardiacas medidas en relación con la categoría infantil y el género, puede apreciarse cómo los niños en esta categoría obtienen valores superiores a las niñas en las variables estudiadas: presión sistólica ($12,011 \pm ,88$ y $11,85 \pm ,35$, respectivamente), presión diastólica ($7,03 \pm ,85$ y $6,00 \pm ,28$, respectivamente), y frecuencia cardiaca basal ($88,88 \pm 10,79$ y $71,50 \pm 16,67$, respectivamente).

En lo que se refiere a las variables cardiacas estudiadas en relación con la categoría alevín y el género de los participantes, son mayores los valores obtenidos por los niños en dos variables: presión sistólica ($10,70 \pm 1,55$ y $10,35 \pm 1,55$, respectivamente), y frecuencia cardiaca basal ($86,75 \pm 12,81$ y $85,83 \pm 5,87$, respectivamente). Los resultados obtenidos por las niñas en categoría alevín en la variable de

presión diastólica son, en cambio, mayores que los obtenidos por los niños para la misma categoría ($5,90 \pm,81$ y $5,95 \pm,91$, respectivamente).

Tabla 15. Descriptivos de variables cardíacas (Tensión Arterial Sistólica, Tensión Arterial Diastólica, Frecuencia cardíaca basal), medidas en los participantes

			N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo	
TAS	Total de los participantes		21	110.27	1.36	7.8	13.4	
	En función del género	♂	13	11.60	1.21	9.0	13.4	
		♀	8	10.72	1.49	7.8	12.4	
	En función de la categoría	Infantil	11	11.99	.77	11.0	13.4	
		Alevín	10	10.49	1.47	7.8	12.5	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	12.01	.88	11.0	13.4
			♀	2	11.85	.35	11.6	12.1
		Alevín	♂	4	10.70	1.55	9.0	12.5
♀			6	10.35	1.55	7.8	12.4	
TAD	Total de los participantes		21	6.41	.95	5.1	6.1	
	En función del género	♂	13	6.68	.97	5.1	8.1	
		♀	8	5.96	.78	5.1	7.7	
	En función de la categoría	Infantil	11	6.84	.87	5.4	8.1	
		Alevín	10	5.93	.83	5.1	7.7	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	7.03	.85	5.4	8.1
			♀	2	6.00	.28	5.8	6.2
		Alevín	♂	4	5.90	.81	5.1	6.7
♀			6	5.95	.91	5.1	7.7	
FCB	Total de los participantes		21	85.95	10.97	59.0	104.0	
	En función del género	♂	13	88.23	10.94	68.0	104.0	
		♀	8	82.25	10.64	59.0	94.0	
	En función de la categoría	Infantil	11	85.72	13.19	59.0	103.0	
		Alevín	10	86.20	8.61	73.0	104.0	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	88.88	10.79	68.0	103.0
			♀	2	71.50	16.67	59.0	84.0
		Alevín	♂	4	86.75	12.81	73.0	104.0
♀			6	85.83	5.87	79.0	94.0	

TAS: Tensión Arterial Sistólica, en cmHg; **TAD:** Tensión arterial diastólica en cmHg; **FCB:** Frecuencia cardíaca basal en latidos/minuto

Descriptivos de esfuerzo percibido.

Se cumplimentó la escala de Borg de Esfuerzo Percibido (RPE), por 20 sujetos de la muestra (tabla), en las versiones de 15 y 10 ítems, al terminar la actividad. Sin tener en cuenta el género ni la categoría (Tabla 16), se obtiene una media de $11,75 \pm 2,44$ para la versión de 15 ítems y una media de $3,55 \pm 1,14$ para la versión de 10 ítems.

La escala de 15 ítems fue cumplimentada por 12 niños y 8 niñas, al igual que la de 10 ítems. En relación con el género, las niñas obtienen valores superiores a los niños en la escala de Borg 15 ítems ($12,88 \pm 1,12$ y $11,00 \pm 2,82$, respectivamente), así como en la escala de Borg 10 ítems ($3,75 \pm 1,16$ para las niñas, $3,42 \pm 1,16$ para los niños).

Teniendo en cuenta la categoría, la escala fue cumplimentada por 10 participantes de categoría infantil y otros 10 de categoría alevín. Respecto de los datos obtenidos de esfuerzo percibido en relación con la categoría de los participantes, los resultados indican valores superiores para la categoría infantil en las dos versiones de la escala ($12,50 \pm 2,12$ para Borg 15 y $3,80 \pm 0,91$ para Borg 10), respecto de la categoría alevín ($11,00 \pm 2,62$ para Borg 15 y $3,80 \pm 1,33$ para Borg 10).

Dentro de la categoría infantil, la escala de esfuerzo percibido fue cumplimentada por 8 niños y 2 niñas. Los resultados de esfuerzo percibido en la categoría infantil, en relación con el género, reflejan valores de esfuerzo percibido más alto en las niñas que en los niños en la escala Borg de 15 ítems ($13,50 \pm 2,12$ y $12,25 \pm 2,18$, respectivamente). En cuanto a la escala Borg de 10 ítems, los niños obtienen valores mayores ($3,88 \pm 0,99$), que las niñas ($3,50 \pm 0,70$).

Por lo que se refiere a la categoría alevín, la escala fue cumplimentada en sus dos versiones por 4 niños y 6 niñas. Los resultados de esfuerzo percibido en categoría alevín, en relación con el género, arrojan valores mayores a favor de las niñas en las dos versiones de la escala (15 y 10 ítems).

Tabla 16. Descriptivos de variables de esfuerzo percibido (Borg 10 y 15) medidos en los participantes.

			N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo	
BORG 15	Total de los participantes		21	11.75	2.44	6.0	15.0	
	En función del género	♂	13	11.00	2.82	6.0	15.0	
		♀	8	12.88	1.13	11.0	15.0	
	En función de la categoría	Infantil	11	12.50	2.12	9.0	15.0	
		Alevín	10	11.00	2.62	6.0	13.0	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	12.25	2.19	9.0	15.0
			♀	2	13.50	2.12	12.0	15.0
		Alevín	♂	4	8.50	2.38	6.0	11.0
			♀	6	12.67	.81	11.0	13.0
	BORG 10	Total de los participantes		21	3.55	1.14	1.0	6.0
En función del género		♂	13	3.42	1.16	1.0	6.0	
		♀	8	3.75	1.16	2.0	6.0	
En función de la categoría		Infantil	11	3.88	.99	3.0	6.0	
		Alevín	10	3.50	.70	3.0	4.0	
En función del género y la categoría		Infantil	♂	9	3.88	.99	3.0	6.0
			♀	2	3.50	.70	3.0	4.0
		Alevín	♂	4	2.50	1.00	1.0	3.0
			♀	6	3.83	1.03	2.0	6.0

Descriptivos de temperatura corporal.

Se realizaron mediciones de la temperatura corporal antes y después de la actividad en los 21 participantes, así como en las dos transiciones carrera/bicicleta y bicicleta/carrera. Sin tener en cuenta el género ni la categoría (Tabla 17), se aprecian temperaturas con valores medios superiores antes del comienzo de la actividad (36.46°C), que en la primera y segunda transición y al final de la actividad

En relación con el género, las niñas obtienen valores ligeramente superiores a los niños tanto antes y después de la actividad, como en la primera y segunda transición. Si tenemos en cuenta la categoría, no hay grandes diferencias en los valores medios entre los participantes de las categorías infantil y alevín, salvo en la primera transición (infantil: 35.42°C, alevín: 34.38°C). En la segunda transición y después de la actividad, los participantes en categoría infantil muestra valores medios de temperatura ligeramente más altos que los participantes en la categoría alevín.

Por último, y teniendo en cuenta tanto el género como la categoría, las niñas pertenecientes a la categoría infantil, obtienen valores superiores a los niños de la misma categoría, antes de la actividad, en la

primera y en la segunda transición. En relación con el género y la categoría alevín, los valores medios son ligeramente superiores en los niños, en la segunda transición y después de la actividad.

Tabla 17. Descriptivos de temperatura corporal (°C), medida en los participantes.

			N	Media	Desv. Típ.	Mínimo	Máximo	
TCPR	Total de los participantes		21	36.46	.45	35.3	37.4	
	En función del género	♂	13	36.39	.46	35.3	37.0	
		♀	8	36.58	.44	36.1	37.4	
	En función de la categoría	Infantil	11	36.44	.44	35.9	37.4	
		Alevín	10	36.49	.49	35.3	36.9	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	36.37	.34	35.9	37.0
			♀	2	36.75	.91	36.1	37.4
		Alevín	♂	4	36.42	.75	35.3	36.9
♀			6	36.53	.31	36.2	36.9	
TCPT	Total de los participantes		21	35.25	.78	33.7	36.7	
	En función del género	♂	13	35.15	.63	34.0	35.9	
		♀	8	35.42	1.10	33.3	36.7	
	En función de la categoría	Infantil	11	35.42	.82	34.0	36.7	
		Alevín	10	34.38	.72	33.3	35.7	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	35.18	.70	34.0	35.9
			♀	2	36.50	.28	36.3	36.7
		Alevín	♂	4	35.07	.49	34.4	35.5
♀			6	35.06	.89	33.3	35.7	
TCST	Total de los participantes		21	34.51	.90	32.4	35.7	
	En función del género	♂	13	34.46	.89	32.8	35.5	
		♀	8	34.57	.99	32.4	35.7	
	En función de la categoría	Infantil	11	34.52	.98	32.8	35.7	
		Alevín	10	34.49	.86	32.4	35.4	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	34.34	.99	32.8	35.5
			♀	2	35.35	.49	35.0	35.7
		Alevín	♂	4	34.75	.64	34.1	35.4
♀			6	34.31	1.01	32.4	35.2	
TCP	Total de los participantes		21	34.58	.90	32.1	35.9	
	En función del género	♂	13	34.56	.72	33.0	35.9	
		♀	8	34.62	1.20	32.1	35.8	
	En función de la categoría	Infantil	11	34.77	.90	33.0	35.9	
		Alevín	10	34.38	.91	32.1	35.4	
	En función del género y la categoría	Infantil	♂	9	34.55	.85	33.0	35.9
			♀	2	35.75	.08	35.7	35.8
		Alevín	♂	4	34.57	.37	34.2	34.9
♀			6	34.25	1.16	32.1	35.4	

TCPR: Temperatura corporal pre-actividad en °C; TCPT: Temperatura corporal en la primera transición en °C; TCST: Temperatura corporal en la segunda transición en °C; TCP: Temperatura corporal post-actividad en °C

3.2. PROCEDIMIENTO.

Para poder conseguir los objetivos de la presente investigación, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Previamente, dos meses antes, se contactó con el presidente del club de triatlón, para requerir su colaboración en la realización del estudio. Se le pidió que convocase una reunión con las madres y padres de los deportistas del club, a la que asistiría el investigador y el director de la investigación, a fin de explicarles con detalle todos los pormenores de la investigación que se iba a realizar.

En la reunión realizada con las madres y padres de los deportistas se les explicó detalladamente las variables que se iban a medir, el procedimiento a realizar y todos los detalles necesarios (aprobación del estudio por la Comisión de Bioética, utilización de métodos no invasivos, preservación de la intimidad en la recogida de muestras...). Igualmente se garantizó la confidencialidad en el tratamiento de los datos obtenidos.

Se les entregó también el documento de consentimiento informado (Anexo II), a fin de que lo estudiaran con detenimiento, y lo cumplimentasen, entregándolo posteriormente. Una vez recogidos los consentimientos informados autorizando la participación de los deportistas en el estudio, se continuó con el resto de la fase informativa y la posterior recogida de datos.

En noviembre, se realizó otra reunión con los participantes, a los cuales se les explicó en qué consistía el estudio que se iba a realizar, se les mostraron los instrumentos para la recogida de variables antropométricas, y se les realizó una pequeña demostración por parte de una persona acreditada por la ISAK.

Se pidió también permiso a la dirección del CEIP “Gerónimo Belda”, para poder utilizar una sala a fin de poder medir las variables antropométricas en un entorno tranquilo y con los medios necesarios, siendo autorizada la sala de fisioterapia. El hecho de solicitar las instalaciones de este centro vino determinado por ser lugar de trabajo habitual del investigador.

El día 22 de diciembre se llevó a cabo la medición de variables antropométricas, así como otras variables cardíacas de reposo (tensión arterial sistólica, tensión arterial diastólica y frecuencia cardíaca basal). La medición de las variables antropométricas no pudo ser llevada a cabo por el investigador, al no estar acreditado por la ISAK, y no existiendo

disponibilidad en aquel momento para poder realizar el curso de acreditación de nivel I, aunque si fue entrenado en la medición de estas variables. Las mediciones de variables antropométricas fueron realizadas por un especialista acreditado por la ISAK.

El 24 de diciembre se llevó a cabo una simulación de la prueba que se iba a realizar tres días más tarde. Se llevaron a cabo los mismos pasos, a fin de familiarizar a los deportistas y a todo el personal que colaboró con la organización del evento, con el procedimiento a seguir.

El 27 de diciembre se llevó a cabo la actividad, consistente en una prueba no oficial de duatlón, y en la que se establecieron las siguientes distancias para cada una de las categorías participantes: alevín e infantil (Tabla 18)

Tabla 18. Distancias a recorrer (en Kms) por los participantes de cada categoría

CATEGORÍA	CARRERA A PIE	BICICLETA	CARRERA A PIE
INFANTIL	2	8	1
ALEVÍN	1	4	0.5

El procedimiento llevado a cabo para la recogida de datos el día 27 de diciembre es el que se detalla a continuación:

- Los participantes fueron citados en las instalaciones cuatro horas antes del inicio de la prueba. Previamente se les había recomendado el tipo de desayuno que debían hacer, así como el no ingerir líquidos hasta que se iniciase el protocolo de hidratación que se llevó a cabo. Durante la primera media hora se llevó a cabo un recordatorio del procedimiento y se procedió al reparto de las botellas de agua a cada participante, así como los correspondientes vasos de plástico para empezar a beber cuando se les indicase. Las botellas estaban identificadas con el número asignado al participante.
- Se colocó a los participantes en una zona delimitada de la cual no podían salir, con el fin de controlar el desarrollo adecuado del protocolo de hidratación.
- Para que los participantes iniciaran la actividad física euhidratados, se siguieron las recomendaciones del American College of Sports Medicine et al. (2007), donde los participantes tomaron volúmenes equivalentes a ~5-7 ml.kg⁻¹ de peso

corporal, y de manera lenta, durante las cuatro horas previas a la actividad analizada (los protocolos de hidratación previo a la actividad realizados con anterioridad de varias horas, permite que se produzca la suficiente orina para volver a la normalidad antes del evento deportivo).

- La recogida de muestras de orina, antes y después de la actividad física analizada, y previo aseo genital por parte de los participantes, se llevó a cabo por el método de la muestra limpia del chorro medio (Strasinger y Di Lorenzo, 2008) en los aseos de los vestuarios de la instalación deportiva donde se citó a los niños y niñas participantes. En cuanto a la orina recogida antes de la actividad física, y tras el protocolo de hidratación previo a la actividad física, se hizo entrega a cada participante de 1 contenedor (con capacidad de 100 ml) estéril e intransferible en el que, 15 minutos antes de iniciar la prueba, se les pidió que vaciaran la vejiga todo lo que pudieran (un mínimo de 30 ml de orina).
- Los contenedores de orina recogidos antes de la actividad física, se colocaron en hileras dentro de una caja de almacenamiento de plástico con geles refrigerantes y transportados a Laboratorios Munuera, S. L. (Certificación Norma ISO 9001:2000 por Bureau Veritas desde el año 2004) de la ciudad de Murcia para el análisis de las variables urinarias indicadas dentro de los 30 minutos de la recogida de la orina.
- Tras la recogida de muestras de orina, se procedió a la medición del peso y la temperatura corporal, previas a la actividad.
- Una vez finalizada la primera fase de mediciones y tras un breve desplazamiento, los participantes se dirigieron hacia el punto de salida para iniciar la prueba. Realizaron un calentamiento que se dividió en las siguientes fases: 3 minutos de trote, 3-5 minutos de estiramientos suaves, breve explicación por parte del presidente y entrenador, y reactivación cardiovascular (trote suave de poco más de un minuto)
- Una vez iniciada la prueba (los participantes salieron por categorías, con una diferencia de 6 minutos en iniciar la prueba), se midió la temperatura corporal en la primera transición (carrera a bicicleta), y en la segunda (bicicleta a carrera).

- Finalizada la prueba, se tomó la temperatura al llegar a meta y se entregó a los participantes una hoja con el cuestionario de Borg (tanto el 15 ítems como el de 10 en el mismo folio), y un bolígrafo para cumplimentarlo.
- Tras un breve desplazamiento a las instalaciones, 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 participantes debían orinar sin realizar ningún tipo de ingesta de líquido antes de orinar en el nuevo contenedor que se le facilitó tras la prueba, así como a la medición del peso corporal.
- Una vez que los participantes depositaron la muestra de orina en los contenedores estériles, se les facilitó líquidos y una manzana a cada uno.
- Los contenedores de orina recogidos tras la actividad física, fueron colocados de la misma manera que la realizada antes de la actividad física, y transportadas a Laboratorios Munuera, S. L., para idéntico análisis bioquímico de la orina que el realizado antes de la prueba.

Los valores normales de los distintos marcadores urinarios son:

- El pH se encuentran entre 5 y 6, fluctuando en el rango de 4.5 a 8.5 (Laso, 2002). Sin embargo, Gerber y Brendler (2011), establecen como valores normales entre 4.6 y 8.
- La gravedad específica de la orina oscila entre 1010g/l a 1025 g/l. (Laso, 2002). Para Casa et al. (2000), bien hidratado <1010, deshidratación mínima 1010-1020, deshidratación significativa entre valores de 1021 a 1030, y deshidratación grave >1030. Cheuvront y Sawka (2005) y Oppliger y Bartok (2002) establecen como punto de corte aceptado como euhidratado <1020 (g/l).
- 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 41 a 115 mmol/día. En muestra de orina única, el valor normal del sodio es >20mEq/L (20mmol/L) (Pagana y Pagana, 2010).
- La Osmolalidad (mOsm/kg) es considerada aceptable como punto de corte de un estado euhidratado <700 (Cheuvront y Sawka, 2005). Sin embargo, Gerber y Brendler (2011), establecen como valores normales entre 50 a 1.200.

La tabla 19 recoge de forma resumida el calendario de actuaciones seguido para el desarrollo de la investigación.

Tabla 19. Calendario de actuaciones seguido para llevar a cabo la presente investigación

Actuación	Fecha
Contacto con el presidente del club	Principios de octubre
Reunión con madres y padres del club	23 de noviembre de 2010
Recogida de consentimientos informados	26 de noviembre de 2010
Reunión con los participantes	1 de diciembre de 2010
Variables antropométricas y cardíacas de reposo	23 de diciembre de 2010
Simulación de prueba	24 de diciembre de 2010
Prueba no oficial	27 de diciembre de 2010

3.3. INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados para el registro de datos fueron los siguientes:

Instrumentos:

- Hoja de registro de datos obtenidos referente a cada uno de los participantes, peso antes y después de la prueba, temperatura antes y después de la prueba. (Anexo III).

- Hoja de registro para la recogida de datos sobre tiempos empleados en cada tramo de la prueba (carrera y bicicleta), frecuencia cardíaca y temperatura corporal iniciales, frecuencia cardíaca y temperatura corporal entre cada transición y frecuencia cardíaca y temperatura corporal finales. (Anexo IV)

- Escala de esfuerzo percibido de Borg (10 y 15 ítems), que los alumnos cumplimentaron tras la prueba (Anexo V)

Recursos materiales para la obtención de datos

A. Para la obtención de los parámetros antropométricos

- Masa corporal. Para hallar esta variable, se utilizará una balanza TANITA BC-545 con precisión 0,1 kg. y con un rango de medida de 0 a 150 kg. (Figura 2)

- Talla. Para hallar esta variable, se utilizará un tallímetro de marca Tanita, con graduación de 1 mm, rango de medición de 0 a 210 cm y precisión de 0,1 cm. (Figura 3)

- Para el registro de las variables antropométricas, se utilizará un lápiz dermográfico,(figura 4) un plicómetro Holtain Skinfold Caliper (Holtain Ltd., Reino Unido), con amplitud de 0 a 40 mm y graduación de

0,2 mm(figura 5), una cinta métrica Holtain (Holtain Ltd., Reino Unido) y un paquímetro Holtain (Holtain Ltd., Reino Unido), que se muestra en la figura 6.



Figura 2. Peso utilizado para medir la masa corporal en kg de los participantes



Figura 3. Tallímetro utilizado para medir la talla en m. de los participantes



Figura 4. Lápiz dermatográfico



Figura 5. Plicómetro utilizado para medir los pliegues cutáneos (mm) de los participantes.



Figura 6. Paquímetro utilizado para medir los diámetros (cm) de los participantes

B. Para la recogida de variables cardíacas de reposo (tensión arterial

- Para la recogida de la tensión arterial (diastólica y sistólica), se utilizará el Registro de la presión arterial mediante productos Welch Allyn, aneroides manuales de la serie 50, modelo DuraShock DS56 (serie oro). Dicho material, está compuesto por estetoscopio profesional pediátrico, esfigmomanómetro y manguito.

C. Material a utilizar para la recogida de la modificación de la temperatura corporal durante la actividad física extraescolar:

- Para el registro de la modificación de la temperatura corporal durante la actividad física extraescolar, se utilizará el termómetro de oído Braun ThermoScan PRO 4000 y protectores de sondas de un solo uso (Figura 7)



Figura 7. Termómetro timpánico utilizado para medir la temperatura corporal (°C) de los participantes

D. Material para la recogida de las muestras de orina

- Recipiente estéril, que será utilizado para la recogida de orina y que posteriormente serán colocados en un contenedor para su análisis por el laboratorio. Dicho material está compuesto por cuerpo y tapón de polietileno (figura 8)

- Guantes de nitrilo para el manejo del recipiente estéril donde se halló la orina.

- Rotulador permanente...PAPER MATE M15 Permanent Maker, color azul, para marcar adecuadamente los recipientes de orina. (Figura)

- Contenedor estanco de 40 x 30 para colocar los recipientes de orina (Figura 9)



Figura 8. Contenedores estériles y precintados para la recogida de la orina



Figura 9. Contenedor estanco para transporte de las muestras de orina

E. Líquido utilizado por los participantes para llevar a cabo el protocolo previo de hidratación.

- *El agua ingerida por los participantes correspondió a marca Bezoya, en un envase de 0.5 litros de capacidad. En la tabla 20 se muestra la composición química del agua que fue utilizada para el estudio. Se utilizaron 44 botellas. (Figura 10)*

Tabla 20. Composición química del agua utilizada para la presente investigación.

Residuo seco a 180°C	26 mg/l.	Cloruros	0.67 mg/l
Bicarbonato	18mg/l	Sílice	8.9 mg/l
Calcio	4.0 mg/l	Sodio	1.3 mg/l
Magnesio	1.8 mg/l		



Figura 10. Botellas de agua utilizadas para el protocolo de hidratación.

Otros materiales:

- Papel para limpiarse una vez que los niños orinen.
- 22 manzanas para después de la actividad y una vez que los niños hayan orinado (1 manzana para cada participante).
- 44 vasos de plástico para beber durante el protocolo de hidratación.
- Aislante para descalzarse y pisar en él para luego, subir al peso y proceder a recoger el peso antes de la actividad.
- 1 bolsa de plástico grande para echar las sondas usadas. Dicha bolsa, la tendrá aquella persona encargada del registro de la temperatura corporal, colgada en el cronómetro (colgado en el cuello).
- 1 cronómetro para indicarle al anotador de tiempos parciales y temperatura corporal, el tiempo que empleado por cada participante en cada transición.
- 1 cámara fotográfica Olympus (10 megapíxeles).
- 2 bolígrafos normales de marca pilot para llevar a cabo diferentes anotaciones durante el transcurso de la investigación.
- 22 bolígrafos normales de marca Bic para cada uno de los participantes para rellenar las dos escalas de Borg, una vez finalizada la prueba.
- 2 soportes duros forrados de plástico para poder escribir durante la investigación.
- 2 bolsas Nike (utilizadas para el transporte de zapatillas) para transportar material de la investigación (estación meteorológica, termómetro de oído, sondas de un solo uso, cámara fotográfica, guantes de nitrilo, bolígrafo indeleble y bolígrafos normales).
- 1 silbato para llamar la atención de los participantes y que llevarsen a cabo la ingesta de agua.

Recursos humanos de apoyo al trabajo de campo

- 1 persona para pesar antes y después y tomar la temperatura antes, durante y después de la actividad.
- 1 persona para apuntar los datos de peso antes y después y temperatura corporal antes, durante la actividad y después de la misma.

- 1 persona para ir indicando el tiempo que marca el cronómetro conforme vayan llegando los participantes en cada transición.

- 1 persona colocada en la zona de carrera para indicar al participante de categoría infantil que se diese la vuelta.

- 1 persona colocada en la zona de carrera para indicar al participante de categoría alevín que se diese la vuelta.

- 2 a 3 personas para controlar el tráfico.

Instalaciones:

- Sala para recogida de parámetros antropométricos y cardíacos de reposo, del CEIP “Gerónimo Belda” de Cieza.

- Instalaciones del club de Piragüismo Cieza, para la recogida de muestras de orina, peso antes y después de la actividad, organización y colocación del material.

- Laboratorio de análisis clínicos. Se analizó la orina en Laboratorios Munuera, situados en Murcia.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.4.1. Tipo de diseño.

Teniendo en cuenta la naturaleza del presente trabajo, y atendiendo a McMillan y Schumacher (2005), el diseño de la investigación es de corte cuantitativo no experimental de tipo descriptivo, comparativo y correlacional.

3.4.2. Variables del diseño.

3.4.2.1. Protocolo para la obtención de datos.

Medición de variables antropométricas.

Respecto al estudio que nos ocupa, el pesaje se realizó antes de iniciar el calentamiento y al finalizar la prueba, anotando el resultado que aparecía en la pantalla de la balanza en la hoja de registro. El protocolo que se siguió para el registro del peso corporal, se llevó a cabo en ropa interior, considerada vestimenta mínima por el protocolo elaborado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry, ISAK) (Norton et al., 1996; Marfell-Jones et al., 2006) y el Grupo Español de Cineantropometría (GREC) (Aragones, Casajús, Rodríguez y Cabañas,

1993).

A continuación, se colocó la balanza equilibrada, utilizando para ello un nivel situado sobre la misma (figura 3 y 4). Una vez equilibrada, o nivelada, el instrumento, se llevó a cabo un cotejo para indicar que la balanza utilizada para dicha investigación estuviese colocada a cero. A continuación, se procedió a indicar a los participantes, uno a uno, que se colocasen en el centro de la balanza sin apoyo y con su peso distribuido equitativamente en ambos pies para proceder a la medición del peso corporal

La recogida de datos referente a variables cineantropométricas se llevó a cabo por una persona acreditada ISAK nivel II según el protocolo The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) y Grupo Español de Cineantropometría (GREC), en una habitación destinada al estudio antropométrico (amplia y a temperatura confortable para los participantes). Por otra parte, el participante debía estar descalzo y con la menor ropa posible (pantalón corto o bañador de dos piezas) para poder llevar a cabo la recogida de las siguientes variables antropométricas: peso (kg), talla (m), pliegues cutáneos en mm (tricipital, subescapular, bicipital, supraíliaco, supraespinal y pierna medial) diámetros en cm (biepicondíleo del húmero y bicondíleo del fémur) y perímetros en cm (brazo contraído, pierna medial, cintura mínima, umbilical y cadera). Por otra parte, para hallar el Índice de Masa Corporal (IMC), se obtuvo haciendo uso de la siguiente fórmula: peso (kg)/ talla (m)².

La recogida de datos referente a la frecuencia cardíaca basal, tensión arterial basal y temperatura corporal basal, se llevaron a cabo en una habitación amplia, ambiente tranquilo y a temperatura confortable para los participantes.

Para *hallar la frecuencia cardíaca basal*, esta se llevó a cabo durante siete días en los que el participante no tenía que realizar ningún tipo de actividad física, siguiendo las indicaciones marcadas por Fairclough y Stratton (2005). Así, cada uno de estos siete días, el participante permanecerá tumbado en decúbito dorsal (decúbito supino) durante quince minutos con el POLAR TEAM² (cinta alrededor del pecho con su correspondiente transmisor para la recogida de datos). Una vez obtenidos dichos datos, se hizo el promedio para hallar la frecuencia cardíaca de reposo del participante.

Medición de la temperatura corporal en el oído.

El participante permanecerá sentado. Por otra parte, se utilizará un protector de sonda limpio en cada medición que se lleve a cabo para asegurar una correcta higiene y una lectura precisa. Una vez esto, se introducirá la sonda en el canal auditivo tanto como sea posible para pulsar el botón de inicio y proceder a la recogida de la temperatura corporal

Medición de la tensión arterial, o presión arterial.

El participante se colocaba sentado, su brazo tenía que estar apoyado, con la parte superior a nivel del corazón, la espalda apoyada, las piernas descruzadas y los pies en el suelo. Su brazo se colocaba desnudo, con la manga de la camisa cómodamente enrollada, con el brazalete del esfigmomanómetro cubriendo dos tercios de la extensión del brazo derecho y después de reposar un mínimo de cinco minutos. El mango rodeaba completamente la circunferencia del brazo, cubriendo el 75% de su longitud (distancia entre el acromion y el olecranon), dejando espacio suficiente en la fosa antecubital para colocar la campana del fonendoscopio

Medición de la temperatura corporal durante el esfuerzo

El participante se detenía progresivamente durante la transición y se le medía la temperatura en el oído, pudiendo continuar con la actividad.

Medición de las variables de orina.

Recogida de la orina antes y después de la actividad

Los participantes fueron identificados con un número. Antes de comenzar la prueba, los participantes orinaban en el recipiente facilitado al efecto, que era desprecintado en ese mismo instante por el investigador, accediendo el deportista a un aseo donde realizaba la micción, y garantizando su intimidad en todo momento. Posteriormente, se entregaba la muestra al investigador, que la marcaba con el número de participante y con la identificación A (antes)

Posteriormente, al finalizar la prueba, los participantes volvían a orinar en un nuevo recipiente estéril, desprecintado en ese momento, y realizando el deportista la micción en el aseo anteriormente citado. Posteriormente, entregaba la muestra al investigador, quien se cercioraba

de que estuviese bien cerrada, identificándola después con el número del participante y la letra D (después). En la figura... se aprecian las parejas de recipientes con la orina.

Los recipientes de orina fueron trasladados al mismo finalizar la actividad, en un contenedor hermético, a los laboratorios Munuera, sitios en Murcia, para su análisis.

Se utilizaron guantes de nitrilo para manipular los recipientes estériles, y garantizando la conservación de los mismos.



Figura 11. Contenedores con la orina recogida antes y después de los participantes

3.4.2.2. Variables de estudio.

Las variables de estudio del presente trabajo fueron las siguientes:

- Gravedad específica de la orina (g/ml). Se define como la densidad (masa por unidad de volumen) de una muestra de orina en comparación con el agua pura.
- Osmolalidad de la orina (mOsm/kg). 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.
- Sodio en orina. Cation que se encuentra en el organismo humano en una concentración de 1,5 g/kg (Pertierra et al,2003).
- pH de la orina: inverso del logaritmo de la concentración de iones hidrogeno (Quesada, Ruiz, Montes y Ortega de Heredia (2006).

Por otra parte, y debido a las características de esta investigación, no podemos obviar una serie de variables que han podido contaminar los resultados desprendidos. Dichas variables contaminadoras fueron las siguientes:

- Sesgo de reactividad. Si los participantes perciben que están siendo evaluados sobre el volumen de líquido ingerido y orina excretada, este sesgo podrá provocar un mayor o menor volumen de ingesta de líquido en función de la creencia y hábito que estos tengan sobre una correcta hidratación durante el desarrollo de la prueba. Para ello, se realizó tres días antes una simulación donde se llevó a cabo todo el proceso que se iba a realizar el día de la prueba.
- Sesgo de expectancia. Para contrarrestar este sesgo, basado en las percepciones subjetivas, las muestras de orina se analizaron en laboratorio de análisis clínicos. Aunque pueden utilizarse refractómetros clínicos, su coste y la necesidad de un proceso de entrenamiento y manejo hizo que se optara por el laboratorio.
- Estado psicofísico de los jugadores. La presente variable, no ha sido controlada por no disponer del material adecuado que posibilite el control de dicho aspecto.
- Debido a la imposibilidad de no poder realizar el desayuno en la instalación, aunque se recomendaron las pautas a seguir y tenían que controlarlas los padres y madres de los participantes, no se controló el cumplimiento de dichas pautas.

3.5. ENTRENAMIENTO DEL INVESTIGADOR

El investigador fue sometido a un proceso de entrenamiento en el uso y manejo de los diferentes materiales que fueron utilizados para esta investigación. La duración de este entrenamiento tuvo una duración de dos meses. En una primera sesión, el investigador recibió una explicación teórico-práctica sobre el material e instrumentos que se utilizaron en la investigación:

- Termómetro para la recogida de la temperatura corporal basal en el oído.
- Tensiómetro manual+ fonendoscopio para la recogida de la tensión arterial basal.
- Manipulación, apertura y cierre de los contenedores para la recogida de la orina.
- Báscula, para realizar el pesaje de los jugadores.

-Tallímetro, para llevar a cabo para la obtención de la talla de los participantes.

En una segunda sesión, bajo el programa estadístico SPSS versión 15, y en la lengüeta vista de variables, se establecieron las características que componían las variables de nuestro estudio, recogiendo aquellos aspectos necesarios para la obtención de resultados de interés científico.

3.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Las diferentes variables de estudio, han sido tratadas por estadística descriptiva, obteniendo los parámetros descriptivos característicos (media, desviación típica, entre otros). Al respecto, es el apartado 4.2. en el que hemos aplicado dicho tratamiento.

El análisis del efecto de los factores sexo y categoría sobre la variable gravedad específica de la orina, se llevó a cabo mediante análisis de la varianza factorial (ANOVA factorial), a la vez que también hemos utilizado el estadístico eta cuadrado parcial (η^2) para calcular la estimación del tamaño del efecto de las variables de estudio arriba indicadas. Dicho tratamiento estadístico se ha aplicado en el apartado

En cuanto a la comparación de las variables de estudio (gravedad específica de la orina, osmolalidad de la orina, sodio en orina y pH de la orina) entre niños y niñas, y categoría infantil y alevín, se ha acometido mediante la T de Student para muestras independientes

Para hallar las correlaciones lineales simples entre diferentes variables (gravedad específica después de la actividad vs. Osmolalidad de la orina después...) dicha correlación se ha realizado mediante el coeficiente de correlación no paramétrico Rho de Spearman, en aquellos supuestos que no cumplían con la normalidad.

La normalidad de las distribuciones se contrastará mediante el estadístico de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para una muestra.

Para hallar el tamaño del efecto de las distintas variables de estudio (gravedad específica después de la actividad, osmolalidad de la orina después de la actividad, sodio en orina después de la actividad y pH en orina después de la actividad) en función del sexo y la categoría de los participantes, se calculó mediante la d de Cohen (Cohen, 1988; Nakagawa y Cuthill, 2007), interpretando la magnitud del tamaño del

efecto como pequeño ($d=0.20$), moderado ($d=0.50$) y grande ($d=0.80$), tratamiento llevado a cabo en el punto. del presente trabajo.

Para finalizar, la variable sexo de los participantes que hemos dicotomizado (niños frente a niñas), así como la variable categoría fue analizada mediante regresión logística binaria, y las odds ratio (OR) y los intervalos de confianza (IC) del 95 % de pertenecer a un sexo o una categoría

CAPÍTULO 4.
RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1. Descriptivos parámetros de orina: densidad, osmolalidad, pH y sodio.

Se han medido los siguientes parámetros de la orina, antes y después de la actividad de entrenamiento realizada por los participantes en el estudio: densidad de la orina, osmolalidad de la orina, pH y sodio. En la tabla 21 se muestran los datos relativos a los distintos parámetros medidos antes y después de la actividad, sin tener en cuenta el género ni la categoría.

La media de la densidad de la orina muestra valores más altos después de la actividad que antes ($1,019 \pm .58$ g/ml y $1,011 \pm .004$ g/ml, respectivamente). Se aprecia también que la osmolalidad es más elevada después de la actividad que antes de la misma ($471,23 \pm 267,18$ mOsm/kg y $182,47 \pm 64,43$ mOsm/kg, respectivamente). El pH muestra valores mayores antes de la actividad ($5,66 \pm .45$), que después ($5,38 \pm .38$). Respecto al sodio, los resultados arrojan valores más altos después de la actividad ($79,04 \pm 58,38$ mEq) que antes ($25,23 \pm 16,31$ mEq).

En relación con el género, los parámetros de orina tomados antes de la actividad (Tabla 22), muestran valores más altos para la densidad de la orina en los niños ($1,013 \pm .0048$ g/ml), que en las niñas ($1,010 \pm .0026$ g/ml), al igual que sucede con la osmolalidad de la orina, con valores más altos en los niños ($203,23 \pm 70,17$ g/ml) que en las niñas ($148,75 \pm 36,34$ g/ml). El pH, no obstante, presenta valores superiores en las niñas ($5,75 \pm .37$) respecto de los niños ($5,61 \pm .50$), al igual que el sodio en orina, donde también se aprecian valores mayores en las niñas ($26,25 \pm 14,07$ mEq) que en los niños ($24,61 \pm 18,08$ mEq).

En cuanto a los parámetros de la orina tomados después de la actividad, en relación con el género (Tabla 23), los niños alcanzan valores mayores en la densidad de la orina ($1,020 \pm .0059$ g/ml) que las niñas ($1,018 \pm .0058$ g/ml). La osmolalidad de la orina también muestra valores más altos en los niños ($519,53 \pm 273,64$ mOsm/kg) que en las niñas ($392,75 \pm 253,42$ mOsm/kg), al igual que el pH ($5,50$ para los niños y $5,18$ para las niñas). El sodio en orina refleja valores mayores en las niñas ($87,50 \pm 70,45$ mEq), que en los niños ($73,84 \pm 52,04$ mEq).

En la tabla 24 se muestran los datos obtenidos para los distintos parámetros de orina antes de la actividad, en relación con la categoría de los participantes. Los resultados indican valores superiores en los parámetros de densidad de la orina, osmolalidad de la orina y sodio en

orina en la categoría infantil ($1,013 \pm .45$ g/ml, $215,54 \pm 63,10$ mOsm/kg y 30mEq), respecto de la categoría alevín ($1,010 \pm .0033$, $146,10 \pm 44,66$ y 20 mEq). El pH de la orina refleja valores mayores en la categoría alevín (5,85), que en la infantil (5,50).

Los parámetros de orina después de la actividad en relación con la categoría (Tabla 25), indican valores mayores en todos los parámetros de orina favorables a la categoría infantil. Respecto a los resultados obtenidos en los parámetros de orina en la categoría infantil antes de la actividad en relación con el género de los participantes (Tabla 26), los resultados indican valores superiores en los niños en los parámetros de densidad de la orina, osmolalidad y sodio, siendo mayor el valor obtenido en las niñas para el pH (5,75), que el de los niños (5,44). En la tabla 27 se muestran los resultados obtenidos para los parámetros de orina después de la actividad en la categoría infantil en relación con el género. Se aprecian valores superiores en los parámetros de densidad de la orina, osmolalidad de la orina y sodio en orina en los niños respecto de las niñas.

Considerando los parámetros de orina para la categoría alevín en relación con el género antes (Tabla 28) de la actividad, los resultados reflejan valores idénticos para niños y niñas en la densidad de la orina, siendo mayores en los niños la osmolalidad de la orina y el pH. En lo que se refiere a los valores para la categoría alevín en relación con el género después de la actividad (Tabla 29), se aprecian valores superiores en las niñas en los siguientes parámetros de orina: densidad de la orina, osmolalidad de la orina y sodio. El Ph refleja valores mayores en los niños (5,62), que en las niñas (5,16).

La tabla 30 refleja los valores medios de los parámetros de orina antes y después de la actividad teniendo en cuenta a todos los participantes, el género y la categoría, a modo de resumen.

Tabla 21. Descriptivos parámetros orina antes y después de la actividad.

Variables parámetros orina	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina(g/ml)	1.011	1.019	.004	.580	1.005/ 1.025	1.010/ 1.030
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	182.47	471.23	64.43	267.18	93/321	136/1045
pH de la orina	5.66	5.38	.45	.38	5/7	5/6
Sodio en orina	25.23	79.04	16.31	58.38	10/70	10/240

Tabla 22. Descriptivos de parámetros de orina antes de la actividad de la actividad en relación con el género de los participantes.

Variables parámetros orina	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina antes (g/ml)	1.013	1.010	.0048	.0026	1.005/ 1.025	1.005/ 1.015
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	203.230	148.750	70.171	36.342	93/321	101/223
pH de la orina	5.6154	5.750	.50637	.3779	5/7	5.50/6.50
Sodio en orina	24.615	26.250	18.081	14.078	10/70	10/50

Tabla 23. Descriptivos parámetros de orina después de la actividad en relación con el género de los participantes.

Variables parámetros orina	Niños		Niñas		Niños		Niñas	
	Media	SD	Mínimo/máximo					
Densidad de la orina (g/ml)	1.020	1.018	.0059	.0058	1.010/1.030	1.010/1.025		
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	519.538	392.750	273.645	253.427	136/1.045	161/759		
pH de la orina	5.5000	5.1875	.3535	.3720	5/6	5/6		
Sodio en orina	73.8462	87.500	52.047	70.457	10/190	30/240		

Tabla 24. Descriptivos de parámetros de orina antes de la actividad en relación con la categoría de los participantes.

Variables parámetros orina	Infantil		Alevín		Infantil		Alevín	
	Media	SD	Mínimo/máximo					
Densidad de la orina (g/ml)	1.013	1.010	.0045	.0033	1.010/1025	1.005/1.015		
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	215.545	146.100	63.102	44.662	154/321	93/223		
pH de la orina	5.50	5.85	.3162	.52967	5/6	5.50/7		
Sodio en orina	30.00	20.00	17.888	13.333	10/70	10/50		

Tabla 25. Descriptivos de parámetros de orina después de la actividad en relación con la categoría de los participantes.

Variables parámetros orina	Infantil	Alevín	Infantil	Alevín	Infantil	Alevín
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina (g/ml)	1.021	1.017	.0051	.0058	1.015/ 1.030	1.010/ 1.025
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	550.727	383.800	284.413	229.225	203/ 1.045	136/759
pH de la orina	5.409	5.350	.301	.474	5/6	5/6
Sodio en orina	85.454	72.00	48.241	69.888	30/190	10/240

Tabla 26. Descriptivos de parámetros de orina en categoría infantil antes de la actividad en relación con el género de los participantes.

Variables parámetros orina	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina (g/ml)	1.014	*	.0046	*	1.010/ 1.025	*
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	228.000	159.500	63.360	4.949	154/321	156/163
pH de la orina	5.444	5.7500	.3004	.353	5/6	5.50/6
Sodio en orina	31.111	25.000	18.333	21.213	10/70	10/40

* Densidad orina antes de actividad es una constante cuando género de los participantes = niña y se ha desestimado

Tabla 27. Descriptivos de parámetros de orina en categoría infantil después de la actividad en relación con el género.

Variables parámetros orina	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina (g/ml)	1.023	*	.004330	*	1.015/ 1.030	*
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	627.111	207.000	254.968	5.656	326/ 1.045	203/211
pH de la orina	5.444	5.250	.300	.353	5/6	5/5.50
Sodio en orina	96.666	35.000	46.097	7.071	60/190	30/40

*Densidad orina después de actividad es una constante cuando género de los participantes = niña y se ha desestimado.

Tabla 28. Descriptivos de parámetros de orina en categoría alevín antes de la actividad en relación con el género

Variables parámetros orina	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina (g/ml)	1.010	1.010	.004	.003	1.005/ 1.015	1.005/ 1.015
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	147.500	145.166	54.854	42.220	93/219	101/223
pH de la orina	6.000	5.750	.707	.418	5.50/7	5.50/6.5
Sodio en orina	*	26.666	*	13.662	*	10/50

* Sodio orina antes de actividad es una constante cuando género de los participantes = niño y se ha desestimado.

Tabla 29. Descriptivos de parámetros de orina después de la actividad en categoría alevín en relación con el género.

Variables parámetros orina	Niños	Niñas	Niños	Niñas	Niños	Niñas
	Media		SD		Mínimo/máximo	
Densidad de la orina (g/ml)	1.013	1.020	.002	.007	1.010/ 1.015	1.010/ 1.025
Osmolalidad de la orina (mOsm/kg ⁻¹)	277.5	454.666	115.511	267.408	136/409	161/759
pH de la orina	5.625	5.166	.478	.408	5/6	5/6
Sodio en orina	22.500	105.000	9.574	73.959	10/30	30/240

Tabla 30. Descriptivos de los parámetros de orina antes y después de la actividad de todos los participantes, en relación con el género y la categoría.

Marcadores urinarios antes	Descriptivos	Participantes clasificados por grupos				
		Todos	Chicos	Chicas	Infantil	Alevín
USG	Media	1.011	1.013	1.010	1.013	1.010
	SD	.0043	.0048	.0026	.0045	.0033
Osmolalidad	Media	182,47	203.23	148.75	215.54	146.10
	SD	64.43	70.17	36.34	63.10	44.66
pH orina	Media	5.66	5.61	5.75	5.50	5.85
	SD	.456	.506	.377	.316	.529
Sodio orina	Media	25.23	24.61	26.25	30.00	20.00
	SD	16.31	18.08	14.07	17.88	13.33
Marcadores urinarios después	Descriptivos	Participantes clasificados por grupos				
		Todos	Chicos	Chicas	Infantil	Alevín
USG	Media	1.019	1.020	1.018	1.021	1.017
	SD	.0058	.0059	.0058	.0051	.0058
Osmolalidad	Media	471.23	519.53	392.75	550.72	383.80
	SD	267.18	273.64	253.42	284.41	229.22
pH orina	Media	5.38	5.50	5.18	5.40	5.35
	SD	.384	.353	.372	.301	.474
Sodio orina	Media	79.04	73.84	87.50	85.45	72.00
	SD	58.38	52.04	70.45	48.24	69.88

4.2. PRUEBA DE NORMALIDAD PARA LAS DISTINTAS VARIABLES (parámetros de orina).

Se ha procedido a utilizar pruebas estadísticas de normalidad para verificar la distribución normal de las variables de orina. Para ello, se ha utilizado la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que se considera el estadístico de normalidad más potente para muestras donde $n < 30$. Así, y como podemos observar en la tabla 31, muestran una distribución normal la osmolalidad antes de la actividad (Shapiro – Wilk: antes de la actividad: $p = .111$), y después de la actividad (Shapiro – Wilk: después de la actividad: $p = .81$).

En la tabla 32, donde se reflejan los resultados de las pruebas de normalidad en relación con la categoría, tras el análisis para comprobar la normalidad de las variables de estudio, señalamos que la variable: densidad de la orina después de la actividad, sigue una distribución normal en ambas categorías (Shapiro-Wilk: infantil: $p = 0,054$; alevín: $0,058$). También sigue una distribución normal la osmolalidad antes de la actividad en ambas categorías infantil (Shapiro Wilk: Infantil $p = .054$; Alevín: $p = .166$), así como la osmolalidad de la orina después del actividad, también en las dos categorías (Shapiro – Wilk: Infantil: $p = .410$; Alevín: $p = .131$). La distribución del sodio en orina antes de la actividad presenta una distribución normal en la categoría infantil (Shapiro- Wilk: Infantil: $p = .160$) al igual que sucede con este parámetro después de la actividad también para la categoría infantil (Shapiro – Wilk: Infantil: $p = .078$).

La tabla 33 muestra las pruebas de normalidad realizadas en las variables relativas a los parámetros de la orina, en relación con el género, sin tener en cuenta la categoría. Se refleja en la prueba de normalidad que la densidad de la orina después de la actividad presenta una distribución normal, tanto para los niños como para las niñas (Shapiro-Wilk: Niños: $p = .141$; Niñas: $p = .114$). La osmolalidad de la orina antes de la actividad también sigue una distribución normal para ambos géneros (Shapiro – Wilk: Niños: $p = .773$; Niñas: $p = .408$), aunque la osmolalidad de la orina después de la actividad sigue una distribución normal sólo para los niños (Shapiro – Wilk: Niños: $p = .309$; Niñas: $p = .029$). El sodio en orina presenta una distribución normal en relación con las niñas, antes de la actividad (Shapiro – Wilk: Niñas: $p = .557$; Niños: $p = .006$), no ocurriendo lo mismo con el sodio en orina después de la actividad, donde son los niños quienes presentan una distribución normal (Shapiro Wilk:

Niños: $p = .140$; Niñas: $p = .042$). El pH antes de la actividad tampoco presenta una distribución normal (Shapiro Wilk; Niños= $.002$; Niñas: $p=.004$), y lo mismo ocurre con el pH después de la actividad (Shapiro Wilk: Niños: $p=.012$; Niñas= $.000$)

La tabla 34 recoge el resumen de las pruebas normalidad, indicándose con * aquellas variables que no siguen una distribución normal (al ser valor $p < .05$), pudiéndose apreciar que, para todos los participantes, sin tener en cuenta el género ni la categoría a la que pertenecen, no siguen una distribución normal los parámetros de densidad de la orina antes y después de la actividad (Shapiro – Wilk: densidad antes: $p = .001$; densidad después $p = .013$), así como el pH antes y después de la actividad (Shapiro – Wilk: pH antes: $p = .000$; pH después: $p = .000$), y el sodio tanto antes como después de la actividad (Shapiro – Wilk: sodio antes: $p = .003$; sodio después: $p = .008$). Los resultados obtenidos en las pruebas de normalidad para la muestra en relación con el género y la categoría han sido comentados en las tablas anteriores. No obstante, en relación con el género, hay que indicar que no siguen una distribución normal la densidad antes de la actividad en los chicos y en las chicas, así como el pH de la orina antes y después tanto en chicos como en las chicas. Igualmente sucede con el pH de la orina después de la actividad, no mostrando una distribución normal ni en los chicos ni en las chicas. En cuanto al sodio, indicar que no sigue una distribución normal en los chicos antes de la actividad, ni en las chicas después de la actividad.

En lo que se refiere a la categoría, se observa que la densidad de la orina no sigue una distribución normal en ninguna de las dos categorías antes de la actividad, ocurriendo lo mismo con el pH antes de la actividad en ambas categorías, resultado que se repite en el mismo parámetro después de la actividad también para las dos categorías de los participantes: infantil y alevín. Por último, el sodio no presenta una distribución normal en la categoría alevín, ni antes ni después de la actividad.

Tabla 31. Prueba de normalidad de los marcadores de orina sin tener en cuenta el género ni la categoría.

VARIABLES	Kolmogorov-Smirnov (valor de p)	Shapiro-Wilk (valor de p)
Densidad de orina antes de actividad	.000	.001
Densidad de orina después de actividad	.002	.013
Osmolalidad antes de actividad	.046	.111
Osmolalidad después de actividad	.078	.081
pH orina antes de actividad	.000	.000
pH orina después de actividad	.000	.000
Sodio orina antes de actividad	.032	.003
Sodio orina después de actividad	.006	.008

Tabla 32. Prueba de normalidad de diferentes variables en relación de los marcadores de orina antes y después de la actividad en función de la categoría y sin tener en cuenta el género de los participantes.

VARIABLES	Categoría de los participantes	Kolmogorov-Smirnov (valor de p)	Shapiro-Wilk (valor de p)
Densidad de orina antes de actividad	INFANTIL	p = .010	p = .001
	ALEVÍN	p = .011	p = .022
Densidad de orina después de actividad	INFANTIL	p = .018	p = .054
	ALEVÍN	p = .046	p = .058
Osmolalidad antes de actividad	INFANTIL	p = .200(*)	p = .052
	ALEVÍN	p = .200(*)	p = .166
Osmolalidad después de actividad	INFANTIL	p = .197	p = .410
	ALEVÍN	p = .200(*)	p = .131
pH orina antes de actividad	INFANTIL	p = .003	p = .008
	ALEVÍN	p = .001	p = .002
pH orina después de actividad	INFANTIL	p = .001	p = .004
	ALEVÍN	p = .000	p = .001
Sodio orina antes de actividad	INFANTIL	p = .117	p = .160
	ALEVÍN	p = .033	p = .010
Sodio orina después de actividad	INFANTIL	p = .034	p = .078
	ALEVÍN	p = .159	p = .017

Tabla 33. Prueba de normalidad de diferentes variables en relación de los marcadores de orina antes y después de la actividad en función del género y sin tener en cuenta la categoría de los participantes.

Variables	Género de los participantes	Kolmogorov-Smirnov (valor de p)	Shapiro-Wilk (valor de p)
Densidad de orina antes de actividad	Niño	p = 0.012	p = 0.022
	Niña	p = 0.001	p = 0.005
Densidad de orina después de actividad	Niño	p = 0.034	p = 0.141
	Niña	p = 0.195	P = 0.114
Osmolalidad antes de actividad	Niño	p = .200(*)	p = .773
	Niña	p = .200(*)	p = .408
Osmolalidad después de actividad	Niño	p = .036	p = .309
	Niña	p = .108	p = .029
pH orina antes de actividad	Niño	p = .000	p = .002
	Niña	p = .002	p = .004
pH orina después de actividad	Niño	p = .011	p = .012
	Niña	p = .000	p = .000
Sodio orina antes de actividad	Niño	p = .061	p = .006
	Niña	p = .200(*)	p = .557
Sodio orina después de actividad	Niño	p = .080	p = .140
	Niña	p = .200(*)	p = .042

Tabla 34. Resumen de resultados de la prueba de normalidad Shapiro – Wilk, con indicación de los marcadores de orina que no siguen una distribución normal ($p \leq .05$).

Parámetros orina antes	Participantes clasificados por grupos				
	Todos	Chicos	Chicas	Infantil	Alevín
Gravedad específica de la orina	.001*	.022*	.005*	.001*	.022*
Osmolalidad de la orina	.111	.773	.408	.052	.166
pH de la orina	.000*	.002*	.004*	.008*	.002*
Sodio en orina	.003*	.006*	.557	.160	.010*
Parámetros de orina después	Todos	Chicos	Chicas	Infantil	Alevín
Gravedad específica de la orina	.013*	.141	.114	.054	.058
Osmolalidad de la orina	.081	.309	.029*	.410	.131
pH de la orina	.000*	.012*	.000*	.004*	.001*
Sodio en orina	.008*	.140	.042*	.078	.017*

4.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL.

4.3.1. ANÁLISIS DE LA VARIANZA FACTORIAL. EFECTO DE LOS FACTORES CATEGORÍA Y GÉNERO SOBRE LAS VARIABLES DE ESTUDIO.

Una vez hallados los resultados de la prueba de normalidad, y que podemos ver en las tablas 31,32, 33 y 34 (prueba de normalidad de las variables de estudio en función de la categoría) procedemos al tratamiento estadístico correspondiente.

A. Gravedad específica de la orina después de la actividad

En base a los resultados de la tabla, indicamos lo siguiente:

- Para el factor Categoría, la prueba F no ha resultado estadísticamente significativa: F (.942), $p=0.345$. No existen por ello diferencias significativas en las distintas categorías en cuanto a la gravedad específica de la orina después de la actividad.

- Para el factor Género, la prueba F no ha resultado estadísticamente significativa: F (0.195), $p=0.665$. No existen diferencias significativas en los niños y niñas en relación a la gravedad específica de la orina después de la actividad.

- La prueba F para la intersección entre los factores Categoría y Género ha resultado estadísticamente significativa: F (9,540), $p=0.007$, por tanto, existe un efecto de interacción entre la categoría y el género de los participantes. Por otra parte, indicar que el 35,9% de la varianza es explicada por la intersección entre los factores Categoría y Género ($\eta^2=0.359$) y, en esta línea, también indicamos el valor de la potencia observada (0.829), considerado aceptable.

Tabla 35. Análisis de la varianza factorial de todos los participantes de la variable: gravedad específica de la orina después de la actividad

Fuente	gl	F	Significación	Eta al cuadrado parcial	Potencia observada(a)
CATEGORIA	1	.942	.345	.053	.150
GÉNERO	1	.195	.665	.011	.070
CATEGORIA * GÉNERO	1	9.540	.007	.359	.829

Tabla 36. Media de la variable: gravedad específica de la orina en función de la categoría y sin tener en cuenta el género

CATEGORIA	N	Media	Desv. típ.
INFANTIL	11	1.021	.0051
ALEVÍN	10	1.017	.0058

Tabla 37. Media de la variable: gravedad específica de la orina después de la actividad en función del género y sin tener en cuenta la categoría

GÉNERO	N	Media	Desv. típ.
NIÑOS	13	1,020	,0059
NIÑAS	8	1,018	,0058

4.4. COMPARACIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO ENTRE GRUPOS (test t de Student)

Una vez aplicada la prueba t –student para muestras relacionadas, y cuyos valores se muestran en la tabla 38, la osmolalidad de la orina presenta diferencias significativas antes y después para todos los participantes y los diferentes grupos establecidos (género y categoría). En cuanto al sodio en orina, también hallamos diferencias significativas antes y después en la categoría infantil. Sin embargo, debido a que dicha variable no presenta una distribución normal, también hemos procedido a llevar un contraste de hipótesis no paramétrico para dos muestras relacionadas, obteniendo similares resultados que el contraste de hipótesis paramétrico (Wilcoxon: $p = 0.005$; t-Student: $p = 0.006$).

Tabla 38. Resultados de la prueba de contraste t – Student para los parámetros de osmolalidad y sodio en orina

	Osmolalidad antes/ después			Sodio antes /después		
	t	gl	Sig.	t	gl	Sig.
Todos	-5.363	20	0.000	-	-	-
Chicos	-4.548	12	.001	-	-	-
Infantil	-4.117	10	.002	-3.863	10	.003
Alevín	-3.404	9	.008	-	-	-

Al llevar a cabo el contraste de hipótesis mediante estadísticos no paramétricos (Wilcoxon), en los marcadores urinarios pH, densidad y sodio, indicar que , en cuanto al género, hallamos diferencias significativas tan sólo en los parámetros urinarios densidad ($p = 0.000$), y sodio ($p= 0.000$), no hallando dicha diferencia significativa en el pH de la orina ($p=0.074$). Al igual que ocurre con todos los participantes, en el grupo de los chicos encontramos similares resultados en cuanto a diferencias significativas tanto en densidad ($p = 0.006$), como en sodio ($p= 0.002$), no hallando tampoco diferencias significativas en el pH de la orina ($p = 0.726$).

Sin embargo, en las chicas, aun hallando diferencias significativas en densidad ($p=0.017$), y sodio ($p= 0.018$), también encontramos diferencias significativas en el marcador Ph ($p = 0.034$). Los resultados obtenidos respecto al grupo categoría, indican que en la categoría infantil, se desprenden valores en los que encontramos diferencias significativas tanto en la densidad ($p =0.007$), y en el sodio ($p = 0.005$), no hallando dichas diferencias significativas en el Ph ($p=0.527$). Por otra parte, en la categoría alevín, y al igual que ocurre en la anterior categoría, comentar que tanto la densidad ($p= 0.016$), como el sodio ($p=0.007$), presentan diferencias significativas, no encontrando dichas diferencias en el marcador Ph ($p= 0.08$)

4.5. CORRELACIONES

4.5.1. CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES ORINA SIN TENER EN CUENTA EL GÉNERO NI LA CATEGORÍA

Una vez realizadas las pruebas de normalidad, se procederá, de acuerdo al resultado de la mismas, a establecer las correlaciones entre las distintas variables de orina estudiadas. Se ha utilizado el coeficiente rho de Spearman, al no cumplir el supuesto de normalidad las variables estudiadas.

A. Gravedad específica de la orina después de la actividad

A. 1. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y la osmolalidad de la orina después de la actividad.

Como se puede apreciar en la tabla 38, existe una correlación estadísticamente significativa entre estas dos variables al interpretar el coeficiente Rho de Spearman ($p=0.000$; $r=0.902$).

Tabla 39. Correlación entre gravedad específica de la orina después de la actividad y osmolalidad de la orina después de la actividad (Spearman)

Variables	Coefficiente de correlación	Sig. (bilateral)
Gravedad específica de la orina(g/ml) después de la actividad– Osmolalidad de la orina(mOsm/kg ⁻¹) después de la actividad	r=.902**	p= .000

A. 2. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y sodio en orina después de la actividad

Como se puede apreciar en la tabla 39, existe correlación estadísticamente significativa entre las variables gravedad específica de la orina y sodio en orina después de la actividad interpretando el coeficiente de Rho de Spearman de Pearson (p=0.001; r=0.658).

Tabla 40. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y el sodio en orina después de la actividad

Variables	Coefficiente de correlación Rho de Spearman	Sig. (bilateral)
Gravedad específica de la orina(g/ml)después de la actividad – Sodio en orina (mmol/l)después de la actividad	r=0.658	p=0.001

A.3. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y el pH después de la actividad.

Como puede apreciarse en la tabla 40 no hay correlación estadísticamente significativa entre la gravedad específica de la orina y el sodio de la orina después de la actividad interpretando el coeficiente de correlación Rho de Spearman (p=.276; r=-0.251).

Tabla 41. Correlación entre la gravedad específica de la orina después de la actividad y el pH de la orina después de la actividad.

Variables	Coefficiente de correlación Rho de Spearman	Sig. (bilateral)
Gravedad específica de la orina(g/ml) después de la actividad – pH después de la actividad	r=-0.251	p=0.273

B. Osmolalidad de la orina después de la actividad

B. 1. Correlación entre la osmolalidad de la orina después de la actividad y el sodio en orina después de la actividad.

Como puede observarse en la tabla 42, no existe relación estadísticamente significativa entre la osmolalidad de la orina y el sodio en orina después de la actividad, interpretando el estadístico Rho de Spearman ($p=0.001$; $r=0.653$)

Tabla 42. Correlación entre la osmolalidad de la orina después de la actividad y el sodio en orina después de la actividad.

Variables	Coefficiente de correlación Rho de Spearman)	Sig. (bilateral)
Osmolalidad de la orina($mOsm/kg^{-1}$) después de la actividad – Sodio en orina($mmol/l$) después de la actividad	$r=0.653$	$p=0.001$

B.2. Correlación entre la osmolalidad de la orina y el pH en orina después de la actividad.

Tal y como se aprecia en la tabla 43, no existe correlación estadísticamente significativa entre la osmolalidad de la orina y el pH en orina después de la actividad, interpretando el coeficiente de correlación de la Rho de Spearman ($p=0.957$; $r=-0.013$)

Tabla 43. Correlación entre la osmolalidad de la orina después de la actividad y el pH en orina después de la actividad.

Variables	Coefficiente de correlación (Spearman)	Sig. (bilateral)
Osmolalidad de la orina($mOsm/kg^{-1}$) después de la actividad – Sodio en orina($mmol/l$) después de la actividad	$r=-0.013$	$p=0.957$

C. Sodio en orina después de la actividad

C.1. Correlación entre la osmolalidad de la orina después de la actividad y el pH en orina después de la actividad.

Tabla 44. Correlación entre la osmolalidad de la orina y el pH en orina después de la actividad.

Variables	Coefficiente de correlación (Spearman)	Sig. (bilateral)
Sodio en orina después de la actividad (mmol/l) – pH en orina después de la actividad.	r=-0.013	p=0.957

4.6. TAMAÑO DEL EFECTO (d de Cohen).

Se calculó en función del género y la categoría de los participantes, se calculó mediante la d de Cohen (Cohen, 1988; Nakagawa y Cuthill, 2007), interpretando la magnitud del tamaño del efecto como pequeño (d=0.20), moderado (d=0.50) y grande (d=0.80).

A. Género

A. 1. Tamaño del efecto de las variables de orina estudiadas en el género

Como se aprecia en la tabla 45, y tras el análisis estadístico para hallar el tamaño del efecto (d de Cohen), observamos que, en valores absolutos, encontramos el mayor dato en la variable: pH de la orina con un valor de 0.89, y el menor valor en la variable: sodio en orina, con valor negativo de -0.23. Por otra parte, las variables gravedad específica y osmolalidad de la orina presentan un efecto mediano.

Tabla 45. Tamaño del efecto (d de Cohen) en el sexo.

VARIABLES	d de Cohen
Gravedad específica de la orina	0.34
Osmolalidad de la orina	0.48
Sodio en orina	-0.23
pH en orina	0.89

B. Categoría.

B.1. Tamaño del efecto de las variables de orina estudiadas en la categoría

En la tabla 45, y tras el análisis estadístico para hallar el tamaño del efecto (d de Cohen), observamos que, en valores absolutos, encontramos que los valores son negativos, siendo el mayor dato observado el de la variable: gravedad específica de la orina con un valor de -0.73, y el menor el del pH de la orina, con -0.13. Por lo tanto, la variable gravedad específica de la orina, junto con la variable osmolalidad de la orina tendrían un tamaño del efecto grande (>0.50), y el sodio en orina presentaría un valor mediano para el tamaño del efecto.

Tabla 46 . Tamaño del efecto (d de Cohen) en la categoría

VARIABLES	d de Cohen
Gravedad específica de la orina	-0.73
Osmolalidad de la orina	-0.64
Sodio en orina	-0.23
pH en orina	-0.13

4.7. REGRESIÓN LOGÍSTICA.

Se analizaron las variables género y categoría (dicotómicas) mediante regresión logística binaria, así como las odds ratio (OR), las distintas variables de parámetros de orina.

A. Regresión logística binaria las variables de estudio de todos los participantes teniendo en cuenta el género.

Como podemos observar en las tablas 47, 48,49 y 50, no existe relación entre las variables analizadas (gravedad específica de la orina después de la actividad: $p=0.523$, $B=-0.000$; osmolalidad de la orina después de la actividad: $p=0.291$, $B=-0.998$; Sodio en orina después de la actividad: $p=0.597$, $B=1.004$; pH de la orina después de la actividad: $p=0.083$, $B= 0.70$) y la variable género.

Tabla 47. Efecto del género en la variable gravedad específica de la orina después de la actividad.

	B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
						Inferior	Superior
Paso 1(a) Gravedad específica de la orina después de la actividad	-51.416	80.575	.407	.523	.000	.000	1.801E+.46
Constante	51.937	82.138	.400	.527	3.597		

Tabla 48. Efecto del género en la osmolalidad de la orina después de la actividad.

	B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
						Inferior	Superior
Paso 1(a) Osmolalidad de la orina después de la actividad	-.002	.002	1.115	.291	.998	.994	1.002
Constante	.434	.951	.208	.648	1.543		

Tabla 49. Efecto del género en el sodio en orina después de la actividad

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1(a)	Sodio en orina después de la actividad	.004	.008	.279	.597	1.004	.989	1.020
	Constante	-.818	.781	1.096	.295	.441		

Tabla 50. Efecto del género en el pH de la orina después de la actividad

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1(a)	pH de la orina después de la actividad	-2.663	1.536	3.008	.083	.070	.003	1.414
	Constante	13.710	8.121	2.850	.091	900243.057		

B. Regresión logística binaria las variables de estudio de todos los participantes teniendo en cuenta la categoría

Como se aprecia en las tablas 51, 52, 53 y 54 no existe relación entre las variables analizadas (gravedad específica de la orina después de la actividad: $p=0.095$, $B=-0.000$; osmolalidad de la orina después de la actividad: $p=0.160$, $B=0.997$; Sodio en orina después de la actividad: $p=0.592$, $B=0.996$ y pH de la orina después de la actividad: $p=0.719$, $B=0.655$) y la variable categoría.

Tabla 51. Efecto de la categoría en la variable gravedad específica de la orina después de la actividad.

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1(a)	Gravedad específica orina después	-147.492	88.463	2.780	.095	.000	.000	1785E+11
	Constante	150.300	90.201	2.776	.096	1881E+0.6		

Tabla 52. Efecto de la categoría en la osmolalidad de la orina después de la actividad.

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1(a)	Osmolalidad de la orina después de la actividad	-.003	.002	1.976	.160	.997	.994	1.001
	Constante	1.148	.973	1.391	.238	3.152		

Tabla 53. Efecto de la categoría en el sodio en orina después de la actividad

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1(a)	Sodio en orina después de la actividad	-.004	.008	.287	.592	.996	.980	1.011
	Constante	.238	.757	.099	.753	1.269		

Tabla 54. Efecto de la categoría en el pH de la orina después de la actividad

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	IC 95% EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1(a)	pH de la orina después de la actividad	-.423	1.174	.130	.719	.655	.066	6.543
	Constante	2.178	6.328	.118	.731	8.829		

CAPÍTULO 5.

DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

Se llevó a cabo un estudio donde se midieron los niveles de deshidratación alcanzados por niños en edad escolar en una prueba simulada de duatlón, mediante procedimientos no invasivos, a través del análisis de parámetros de orina. Los resultados mostraron un aumento de la gravedad específica después de la prueba para todos los participantes, produciéndose dicho aumento tanto en los chicos como en las chicas, así como en las dos categorías a las que pertenecían los participantes. Otro tanto sucede con la osmolalidad de la orina y el sodio en orina. El pH disminuyó en todos los grupos.

Una vez analizados los resultados, se inicia la discusión de las distintas variables analizadas.

5.1. Gravedad específica de la orina.

La medida del estado de hidratación a través de los parámetros en orina, sobre todo la gravedad específica, se ha llevado a cabo en múltiples estudios tanto con sujetos practicantes de deportes cíclicos aislados (carrera de resistencia, nado, ciclismo en ruta...), como las combinaciones de estos (duatlón, triatlón, carreras de ultrarresistencia...) Sin embargo, cabe destacar que son más bien escasos los trabajos realizados con niños y adolescentes en los que se haya abordado la determinación del estado de hidratación a través de parámetros de orina durante la práctica de actividad físico-deportiva, y en realidad dicho estado no es frecuentemente evaluado.

Aragón-Vargas, Wilk, Timmons y Bar-Or (2013), llevaron a cabo un estudio con 95 niños y adolescentes de Costa Rica, participantes en triatlón de edades similares a las nuestras (junior: 13.1 ± 2.5 años; senior: 14 a 17 años). Obtuvieron un valor medio de gravedad específica de la orina post-actividad de 1,014, con un rango de 1,000 a 1,030. valores inferiores a los obtenidos por los participantes en este estudio (todos post-actividad: $1,019 \pm 0.005$)

En la misma línea, Wilk, Meyer, Timmons y Bar-Or (2014), en una muestra de 9 niños de 10 a 12 años, practicantes de ciclismo pero no competitivo, evaluaron los efectos de una deshidratación del 1 al 2% de pérdida de peso corporal en un entrenamiento de ciclismo intermitente de alta intensidad sometiendo a tres sesiones con distinto grado de

deshidratación. Los valores obtenidos para la gravedad específica de la orina antes de cada sesión (0% deshidratación: 1.015 ± 0.003 ; 1%: 1.013 ± 0.002 ; 1.015 ± 0.002), son similares a los obtenidos por los participantes en el presente estudio (total de los participantes: 1.011 ± 0.004)

En relación con los estudios realizados en pruebas cíclicas con otros rangos de edad, Laursen et al. (2006), obtuvieron con triatletas entrenados valores similares (pre-actividad: 1.011 g/ml ; post-actividad: 1.017 g/ml^{-1} a los obtenidos por la presente investigación en todos los participantes (pre-actividad: 1.011 g/ml^{-1} ; post-actividad: 1.019 g/ml).

Posteriormente, Knechtle, Duff, Schulze y Kohler (2008), llevaron a cabo un estudio sobre las variaciones del agua corporal total en 10 sujetos participantes en una Carrera de 17 días y 1200 kms, midiendo a diario el estado de hidratación a través de la gravedad específica de la orina, y obteniendo unos valores medios pre-actividad de la gravedad específica de la orina de 1.013 ± 0.007 similares a los valores medios obtenidos por el presente estudio en los chicos (gravedad específica chicos pre-actividad: 1.013 ± 0.004), así como en la totalidad de la categoría infantil pre-actividad. En estudio de los autores citados, se constató como al sexto día de carrera, la gravedad específica había incrementado su valor medio a 1.023 ± 0.005 .

Knechtle, Knechtle, Kaul y Kohler (2009), evaluaron el estado de hidratación empleando como uno de los indicadores la gravedad específica de la orina, en 16 nadadores masculinos de ultrarresistencia que participan en un evento de 12 horas de duración, hallando valores medios de gravedad específica de la orina pre-actividad de 1.020 , y de 1.010 , post-actividad, lo que sugiere que los competidores emplearon las técnicas adecuadas de rehidratación durante la prueba.

Knechtle et al. (2010), en otra muestra con triatletas no profesionales, encontraron valores también valores similares (pre-actividad: 1.010 g/ml ; post-actividad: 1.022 g/ml), a los obtenidos en la actual investigación (pre-actividad: 1.011 ± 0.004 ; post-actividad: 1.019 ± 0.005) para los distintos grupos, siendo ligeramente superior el valor de la USG post-actividad en el trabajo citado. Valores similares hallaron Mahon, Hackett y Davies (2010), en 20 participantes (16 hombres y 4 mujeres, de 18 a 72 años), que participaban en una carrera de 50 millas (pre-actividad: 1.011 ; post-actividad: 1.024).

En la misma línea de estudio de los deportes extremos de ultrarresistencia, Knechtle, Knechtle, Rosemann y Senn (2010), en un estudio con 53 participantes en un triple Iron Man en Alemania, evaluaron

el estado de hidratación pre y post actividad a través de la gravedad específica de la orina, obteniendo resultados pre-actividad similares a los obtenidos por este trabajo por la media de los chicos y de la categoría infantil (gravedad específica: $1,013 \pm 0,007$ vs. $1,013 \pm 0,033$ obtenido por el presente trabajo), y resultados post-actividad similares al valor medio obtenido por el presente trabajo (gravedad específica $1,017 \pm 0,007$ vs. $\pm 0,058$).

Knechtle, Knechtle y Rosemann (2011), en un trabajo sobre la hiponatremia en 37 hombres suizos adultos ($38,8 \pm 9,0$ años) participantes en una prueba de ultrarresistencia en bicicleta de montaña de 120 kms, evaluaron la gravedad específica de la orina antes y después de la prueba obteniendo valores medios (pre- actividad: $1,010 \pm 0,007$; post-actividad: $1,014 \pm 0,007$), siendo los valores medios pre- actividad similares a los obtenidos por nuestro trabajo, en concreto por la media de las chicas y la categoría alevín (chicas pre-actividad: $1,013 \pm 0,002$; categoría alevín pre-actividad: $1,010 \pm 0,003$).

Cejka et al. (2012), obtuvieron, en 80 corredores recreativos de maratón, valores pre y post- carrera de $1.005 \pm 0.008 \text{ g/ml}^{-1}$. Y $1.024 \pm 0.008 \text{ g/ml}^{-1}$, respectivamente. En la misma línea, Weikunat et al. (2012), con una muestra de 20 hombres y 11 mujeres en un evento de natación de ultradistancia en aguas abiertas, hallaron valores pre-carrera de 1.014 ± 0.008 y post- carrera de $1.011 \pm 0.008 \text{ g/ml}^{-1}$.

Meyer et al. (2012), estudiaron a 15 atletas recreativos adultos participantes en un Iron Man Suizo tipo Terra, hallando un valor medio de Gravedad específica de la orina de $1,013 \pm 0,006$ antes de la carrera, similares a los obtenidos por el presente trabajo en la categoría infantil (categoría infantil pre-actividad: $1,013 \pm 0,003$), y un valor medio post-carrera de $1,026 \pm 0,005$, superior al obtenido por este estudio (categoría infantil post-actividad: $1,021 \pm 0,005$). Valores todavía mayores hallaron Armstrong et al. (2012), en una muestra de 48 participantes en una prueba de ultrarresistencia de 164 kms, donde constataron que 5 sujetos presentaban valores gravedad específica de la orina entre 1,035 y 1,038, con evidente deshidratación.

Weikunat, Knechtle, Knechtle, Rüst y Rosemann (2012), en un trabajo realizado con una muestra de 31 nadadores (hombres y mujeres), participantes en una prueba suiza de natación de ultradistancia, indicaron valores medio pre-actividad y post actividad de $1,014 \pm 0,008$ y $1,011 \pm 0,008$, respectivamente, que son similares a la media obtenida por el total de los participantes en este estudio, antes de la actividad (todos los participantes pre-actividad: $1,011 \pm 0,004$)

También recientemente, Castro- Sepúlveda et al. (2015), en 7 atletas universitarios, pertenecientes a una muestra total de 14, y que formaban el grupo de los que no podían hidratarse durante el periodo de ejercicio, obtuvieron un valor medio de $1,005 \pm 0,009$ gr/ml² pre-actividad, inferior a los hallados por nuestro estudio (todos los participantes pre-actividad: $1,011 \pm 0,004$), y un valor medio de gravedad específica de la orina de $1,023 \pm 0,0017$ gr/ml².

En cuanto a otros deportes individuales de carácter cíclico diferentes a la marcha, carrera o nado de larga distancia, ultradistancia o pruebas múltiples, Sun, Chia, Aziz y Tan (2008), en una muestra de 10 piragüistas de fondo, encontraron un valor medio de gravedad específica previo al entrenamiento de $1,020 \pm 0,012$, cuando se hidrataba a los sujetos con agua, resultados superiores a los valores previos de gravedad específica hallados por el presente estudio. Siguiendo en el ámbito de los deportes de agua, Higham et al. (2009), en un estudio con nadadores de competición, hallaron valores pre actividad mayores de 1.020 g/ml, superiores a los obtenidos en este estudio por todos los grupos (total de los participantes: $1,011 \pm 0,004$; chicos: $1,013 \pm 0,004$; chicas: $1,010 \pm 0,002$; infantil: $1,013 \pm 0,004$; alevín: $1,010 \pm 0,003$)

Kavouras et al.(2011), llevaron a cabo un trabajo con jóvenes atletas preadolescentes durante una concentración, y obtuvieron valores superiores pre- actividad ($1.031 \pm 0,009$), a los obtenidos por el presente estudio (total de los participantes: $1,011 \pm 0,004$; chicos: $1,013 \pm 0,004$; chicas: $1,010 \pm 0,002$; infantil: $1,013 \pm 0,004$; alevín: $1,010 \pm 0,003$) en todos los grupos, siendo además los valores post-actividad ligeramente superiores (1.023 ± 0.012 g/ml) a los obtenidos por el este estudio para todos los grupos (todos: $1,019 \pm 0,005$ g/ml; chicos: $1,020 \pm 0,005$ g/ml; chicas: $1,018 \pm 0,005$ g/ml ; infantil: $1,021 \pm 0,005$ g/ml; alevín: $1,017 \pm 0,005$ g/ml) , aunque hay que indicar que los valores obtenidos por estos autores mejoraron tras la aplicación de un protocolo de hidratación aplicado en dos días.

Moyen et al (2015), evaluaron el estado de hidratación previo a la actividad en 119 ciclistas master (46 ± 9 años), que participaron en una carrera de ultrarresistencia sobre 161 kms. Establecieron el punto de corte de euhidratación en gravedad específica de la orina $\leq 1,018$ g/ml², siendo la media del valor de los deshidratados $1,027 \pm 0,004$, y la de los euhidratados $1,012 \pm 0,004$.

En cuanto a deportes individuales donde el peso es determinante para establecer las categorías, también se ha utilizado la gravedad específica de la orina como parámetro sencillo a fin de obtener información sobre el estado de hidratación de los deportistas. Así, Kutlu y

Gutler (2006), en que evaluaron el estado de hidratación de taekwondistas durante un campamento de entrenamiento, hallando valores de $1.017 \pm 0.010 \text{ g/ml}^{-1}$, superiores a los valores iniciales obtenidos por este estudio en los distintos grupos ((total de los participantes: $1,011 \pm 0,004$; chicos: $1,013 \pm 0,004$; chicas: $1,010 \pm 0,002$; infantil: $1,013 \pm 0,004$; alevín: $1,010 \pm 0,003$). También Buford, Rossi, Smith, O'Brien y Pickering (2006), realizaron un estudio con 12 luchadores de la I División Nacional de lucha, evaluando el estado de hidratación en mitad de la temporada, y después de la temporada. Los valores hallados de gravedad específica de la orina (media temporada: $1,024 \pm 0,00015$; después de la temporada: $1,022 \pm 0,00024$), muestran una línea similar de hipohidratación en ambos momentos.

Utter, McAnulty, Sarvazyan, Query y Landram (2010), estudiaron a 47 luchadores jóvenes, hallando valores previos a un proceso de deshidratación de $1,018 \pm 0,0001 \text{ g/ml}$ y de 1.024 ± 0.001 post-deshidratación. En la misma línea, con una muestra de competidores de judo masculinos adultos jóvenes ($23,2 \pm 3,3$ años), Gonçalves, Matias, Santos, Sardinha y Silva (2014), hallaron un valor medio de gravedad específica de la orina de $1,023 \pm 0,008 \text{ g/ml}$.

La determinación del estado de hidratación también mediante la gravedad específica de la orina también se ha utilizada en otras modalidades o protocolos de ejercicio, como muestra el estudio de Stover et al. (2006), donde evaluaron la gravedad específica de la orina en practicantes de centros de fitness, hallando un valor medio de todos los sujetos antes de la actividad ($1.018 \pm 0.007 \text{ g/ml}$), superior al obtenido en nuestro estudio por todos los participantes (todos los participantes pre-actividad: $1.011 \pm 0.004 \text{ g/ml}$).

También Ferreira, Alves, Brunoro Costa, Campos Santana y Bouzas Marins (2010), estudiaron a 30 sujetos, 15 atletas y 15 no activos a los que se hidrataba durante la realización de ejercicio cada 15 minutos, obteniendo valores en reposo pre-ejercicio de gravedad específica de $1,014 \pm 0,006$, cercanos a los obtenidos por el presente trabajo, sobre todo en los valores obtenidos por los chicos antes de la prueba, y los obtenidos en la categoría infantil ($1,013 \pm 0,004$ y $1,013 \pm 0,004 \text{ g/ml}$, respectivamente)

Hamezah, Jusoh y Mohamad (2014) midieron los efectos sobre el estado de hidratación de varias series de sprints repetidos, en adultos jóvenes (21 ± 1 años), utilizando dos métodos: refractómetro y tiras. Los valores obtenidos tanto con refractómetro (Pre - actividad: $1,013 \pm 0,010$; post - actividad: $1,013 \pm 0,008$), como mediante las tiras (Pre - actividad: $1,012 \pm 0,007$; post - actividad: $1,013 \pm 0,008$), muestran valores pre-

actividad similares a los obtenidos en el presente trabajo ($1,011 \pm 0,004$ g/ml), apreciándose sin embargo valores post-actividad menores que los del presente estudio, ya que se permitía la hidratación entre tandas de sprints.

En relación con otros tipos de estudio en los que se han empleado protocolos de actividad física basados en carrera y combinación con ejercicios, Pompermayer et al. (2014), utilizaron una muestra de 10 sujetos varones adultos jóvenes ($22,5 \pm 2,21$ años), a los que sometían a periodos de 20 minutos de ejercicio en sesiones con y sin rehidratación. Los resultados de las sesiones sin rehidratación mostraron un valor pre-actividad medio de $1,007 \pm 0,006$, inferior al por nuestro estudio para todas las categorías, y con respecto al género, así como un valor medio post-actividad de $1,024 \pm 0,005$, superior al valor medio hallado por el presente trabajo, para todas las categorías, así como en relación al género de los participantes (todos los participantes post-actividad: $1,019 \pm 0,005$ g/ml)

En los deportes de equipo también ha sido ampliamente utilizada la medición de la gravedad específica de la orina, para obtener información acerca del estado de hidratación de los jugadores. En este sentido, Harvey, Meir, Brooks y Holloway (2008), estudiaron en 13 jugadores de fútbol de la primera división australiana el uso de los cambios de masa corporal como medida de la deshidratación, y utilizaron también la gravedad específica de la orina para determinarlo antes y después de un partido. Los resultados pre- actividad, mostraron un valor medio de gravedad específica de la orina de $1,012 \pm 0,005$ g/ml, muy similar a los obtenidos por los participantes en este trabajo ($1,011 \pm 0,004$), así como un valor medio de gravedad específica post-actividad de $1,018 \pm 0,007$, valor medio que coincide con el obtenido por las chicas en nuestro estudio, y muy similar al valor medio obtenido por todos los participantes del presente trabajo ($1,019 \pm 0,005$ g/ml)

Newell, Newell y Grant (2008), midieron la gravedad específica de la orina antes del ejercicio en 20 jugadores de élite de fútbol gaélico, y señalaron que la mayoría de ellos mostraba una buena hidratación (gravedad específica $< 1,010$), en la línea de los resultados obtenidos por la presente investigación para todos los grupos ($1,011 \pm 0,004$), aunque con valores ligeramente superiores en los chicos y en la categoría infantil ($1,013 \pm 0,004$ y $1,013 \pm 0,004$, respectivamente)

Kurdak et al. (2010), en una investigación llevada a cabo con 22 jugadores de fútbol de competición durante dos partidos, indican valores medios antes de la actividad para el primer partido y en ambos equipos

(Equipo 1: 1.012 ± 0.006 g/ml; Equipo 2: 1.010 ± 0.006 g/ml), similares a los obtenidos en la presente investigación para todos los participantes antes de la actividad. Sin embargo, los resultados obtenidos en el segundo partido para ambos equipos (Equipo 1: 1.012 ± 0.008 g/ml; Equipo 2: 1.006 ± 0.003 g/ml), muestran valores en el segundo equipo inferiores a los obtenidos por el estudio que nos ocupa para todos los participantes ($1,011 \pm 0,004$).

En un estudio de Silva y cols. (2011), con 20 jugadores adolescentes brasileños, hallaron valores de USG pre- actividad (USG >1.020), mayores que los obtenidos por nuestro estudio, para todas los grupos. También López- Mata, Ruiz- Cruz, Valbuena- Gregorio y Valenzuela – Chávez, en un trabajo con 17 jugadores mexicanos pertenecientes a un equipo universitario, hallaron valores pre-actividad (partido), de $1,019 \pm 0,005$, y post-actividad de $1,025 \pm 0,004$.

También obtienen valores superiores, indicativos de un estado previo de deshidratación, Da Silva et al. (2012), con jugadores jóvenes de fútbol (valores pre- juego $1,021 \pm 0.004$, oscilando entre 1,010 y 1,025), con la circunstancia añadida de alto estrés térmico ambiental (temperaturas $31 \pm 2.0^\circ$ C).

Putriana y Dieny (2014), en un estudio observacional con 47 futbolistas adolescentes indonesios, de edades entre 13 y 16 años, encontraron valores medios de $1,028 \pm 0,004$, con un mínimo de 1,015 y un máximo de 1,030, superiores a los obtenidos por este estudio (pre-actividad: $1,011 \pm 0.004$). Como dato de interés, el 89,4% de los sujetos estudiados presentaba una deshidratación significativa antes de las prácticas deportivas.

Por otra parte, se han llevado a cabo diversos trabajos en deportes de equipo distintos al fútbol, que han utilizado la gravedad específica de la orina como indicador básico del estado de hidratación. Bishop y Maxwell (2009), determinaron el estado de hidratación de 8 jugadores de hockey a los que se realizaba un calentamiento previo y un trabajo de sprints intermitentes, hallando un valor medio previo de $1,010 \pm 0,006$, muy similar a los valores medios hallados por este estudio en las chicas y en la categoría alevín, pre-actividad ($1,010 \pm 0.002$ y $1,010 \pm 0.003$, respectivamente).

En el mismo ámbito, Brandenburg y Gaetz (2010), evaluaron el estado de hidratación de 19 jugadores canadienses de hockey sobre hielo, con la intención de comparar si el estado de hidratación obtenido antes de la práctica en una sesión, influiría en el estado de hidratación de la segunda. Los resultados mostraron valores medios casi idéntico de

1,021 ± 0,005 en la primera sesión y 1,021 ± 0,007 en la segunda sesión, muy superiores a los obtenidos por el presente trabajo (1,011±0.004).

Otro estudio es el llevado a cabo por Vesic et al. (2014), quienes siguieron a 96 jugadores masculinos sub-20 de baloncesto, participantes en el Campeonato de Europa de la FIBA. El valor medio pre-partido hallado fue de 1,024 ± 0,6 y el post- partido de 1,026 ± 0,006, superiores ambos a los obtenidos (pre-actividad:1,011±0.004; post-actividad: 1.019±0.005) por el trabajo que nos ocupa, e indicadores de que los jugadores iniciaron la competición en un estado de hipohidratación.

En deportes de raqueta y deportes alternativos de cancha dividida, se ha utilizado también la gravedad específica de la orina como medio para determinar el estado de hidratación de los competidores. En este ámbito, Bergeron, Waller y Marinik (2006), determinaron el estado de hidratación previo a la sesión de entrenamiento en jugadores jóvenes de tenis (15,1± 1,4 años), hallando un valor de 1,025 muy superior a los obtenidos en este trabajo (pre-actividad: 1,011±0.004). En un trabajo posterior, Hornery, Farrow, Mújika y Young (2007), examinaron el perfil fisiológico de tenistas de competición australianos y su relación con diversas variables, entre ellas el estado de hidratación, tanto en pista dura como en tierra batida. Los valores medios de gravedad específica de la orina pre-actividad hallados fueron de 1,023 ± 0,004 en jugadores de pista dura, y de 1,021 ± 0,004 en pista de tierra batida.

En otro estudio con jugadores de ultimate italianos, Martarelli et al.(2009), determinaron el estado de hidratación antes y después de una sesión de juego, obteniendo un valor medio pre- actividad de 1,021±4,09 y post-actividad de 1,020 ± 5,06, teniendo en cuenta que se permitía la hidratación durante el juego. Los valores en un segundo grupo que no bebía agua fueron de 1,022 ± 3,80 y 1,022 ± 7,6, superiores a los obtenidos por los participantes de este estudio (pre-actividad: 1,011±0.004; post-actividad: 1,019±0.005).

Abián-Vicén, Del Coso, González - Millán, Salinero y Abián (2012), quisieron estudiar los efectos del estado de hidratación en el salto vertical en jugadores de bádminton españoles (hombres y mujeres), de nivel nacional. Concluyen que, en cuanto a la gravedad específica de la orina, todos los participantes llegaban a los eventos con valores por debajo de 1,020.

En relación con otras variables como el género, Rivera et al. (2008), analizaron la gravedad específica de la orina antes de la actividad en niños y adolescentes practicantes de diversas modalidades deportivas, hallando valores muy superiores (Niños: 1.030 ± 0.0017 g/ml; Niñas:

1.028 ± 0.015 g/ml) a los obtenidos por el presente trabajo (Niños: 1.013 ± 0.0048 g/ml; Niñas: 1.010 ± 0.0026 g/ml).

También Volpe et al. (2009), analizando la gravedad específica en deportistas jóvenes universitarios, encontraron que los chicos tenían un promedio de gravedad específica (1,020 ± 0,007), más alto que las chicas (1,017 ± 0,008), resultados que coinciden con los obtenidos por este trabajo, tanto antes de la actividad como después (chicos pre-actividad: 1,013±0.004; chicas pre-actividad:1,010±0.002). En el mismo sentido, O`Neal, Poulos y Bishop (2012), en un estudio realizado en mujeres jóvenes, hallaron valores antes de una actividad de caminata superiores (> 1,020 g/ml⁻¹) a los obtenidos por nuestro trabajo (1,011±0.004 g/ml⁻¹).

Chlibkova et al. (2014), estudiaron a 37 hombres y 12 mujeres que participaron en una prueba de 24 horas de ultramountain BTT. De los resultados se desprende que los hombres tuvieron mayores valores de gravedad específica (pre-actividad: 1,013 ± 0,002); post-actividad: 1,022 ± 0,004), que las mujeres (gravedad específica pre-actividad:1,000 ± 0,005; post-actividad 1,001± 0,005)

Otro estudio reciente es el realizado por Hasegawa, Fujihara, Mukumoto, Tawara y Okimura (2015), en 22 gimnastas (10 chicos y 12 chicas, 20,7 ± 1,6 años). Se midió el estado de hidratación a través de la gravedad específica de la orina, antes y después del entrenamiento. Los resultados mostraron que mayores valores de deshidratación en los chicos (pre-actividad: 1,030 ± 0,006; post-actividad: 1,036±0,004) que en las chicas (pre-actividad: 1,027 ± 0,005; post-actividad: 1,034±0,004), mayores que los obtenidos por el presente estudio (chicos pre-actividad: 1,013±0.004; chicas pre-actividad:1,010±0.003; chicos post-actividad 1,020±0.005; chicas post-actividad: 1,018± 0.005).

5.2. Osmolalidad de la orina.

Junto con la gravedad específica de la orina, la osmolalidad es el segundo parámetro más utilizado en la determinación del estado de hidratación, si bien los estudios hallados en los que dicho parámetro sea utilizado de manera exclusiva son menos numerosos, complementando generalmente a otros parámetros para determinar el estado de hidratación.

En relación con actividades físico- deportivas individuales, Kavouras et. al.(2011), con el fin de evaluar la efectividad de un programa de intervención enfatizando la ingesta elevada de líquidos en el rendimiento en niños en ambiente caluroso, realizaron un estudio

realizado con atletas jóvenes ($13,8 \pm 0.4$ años), obteniendo resultados de osmolalidad urinaria antes de la actividad (941 ± 30 mOsm/kg⁻¹), muy superiores a los obtenidos en el presente trabajo por todos los participantes antes de la actividad (182.47 ± 64.43 mOsm/kg⁻¹), como también lo son los obtenidos después de la actividad (782 ± 34 mOsm/kg⁻¹), con relación a los obtenidos por este estudio (471.23 ± 267.18 mOsm/kg⁻¹).

Byrne, C; Owen C; Cosnefroy, A y Wei Lee (2011), en siete estudiantes masculinos de ciencias de la actividad física británicos, llevaron a cabo un estudio sobre la ingesta de fluidos fríos durante ejercicio en ambiente cálido, y evaluaron el estado de hidratación utilizando la osmolalidad de la orina, con un valor pre-actividad de 317 ± 169 mOsm/kg⁻¹, superior al obtenido en el trabajo que nos ocupa ($182,47 \pm 64.43$ mOsm/kg⁻¹)

Meyer et al. (2012), en un estudio con 15 triatletas no profesionales suizos que participaban en un Iron Man Terra, obtuvieron valores de osmolalidad (pre-actividad de $531,7 \pm 271,2$;post-actividad: $836 \pm 196,3$), muy superiores a los obtenidos por los participantes en el presente estudio (pre-actividad: 182.47 ± 64.43 ; post – actividad: 471.23 ± 267.68), a pesar de que los participantes del estudio de Meyer ingirieron fluidos en cantidades de $0,79 \pm 0,43$ l/h durante la prueba.

En otros deportes individuales de combate, Kutlu y Guhler (2006), evaluaron el estado de hidratación matinal durante un campamento de preparación, en 32 deportistas de taekwondo utilizando, entre otras, la osmolalidad de la orina, y hallaron un valor medio para la osmolalidad de la orina de 989 ± 205 · mOsm/ kg⁻¹.

Es en deportes de equipo donde se ha utilizado más frecuentemente, junto con la gravedad específica de la orina, la osmolalidad de la orina como forma sencilla de determinar el estado de hidratación. De este modo, en el trabajo realizado por Maughan, Watson, Evans, Broad y Shirrefs (2007), con jugadores de Primera Liga Inglesa Reserva, arroja valores prepartido superiores (678 ± 344 mOsm/kg⁻¹), a los obtenidos por el presente trabajo ($182,47 \pm 64$ mOsm/kg⁻¹).

En la misma línea, O'Hara et. al. (2008), en un trabajo realizado con jugadores de Super Liga, hallaron valores de osmolalidad prepartido (237 ± 177 mOsm/kg⁻¹), superiores a los obtenidos en la presente investigación ($182,47 \pm 64$ mOsm/kg⁻¹), antes de la actividad; por otra parte, los resultados obtenidos en esta investigación al finalizar la actividad (471.23 ± 267 mOsm/kg⁻¹), siguen siendo inferiores a los desprendidos del trabajo de O'Hara et. al. (2008), siendo estos de $489 \pm$

150 mOsm/kg⁻¹. También Eberman, Minton y Cleary (2009), hallaron un valor medio de 795 ± 258 mOsm/kg⁻¹, en una muestra de 69 jugadores de fútbol americano de I División durante la pretemporada, muy superiores a los obtenidos por nuestro estudio.

McDermott et. al.(2009), en una investigación realizada en una concentración de jugadores de fútbol jóvenes, señalaron valores medios de osmolalidad urinaria superiores (796 ± 293 mOsm/kg⁻¹) a los resultados arrojados por el grupo de los chicos antes y después de la actividad en el presente estudio (pre: 203.23 ±70.17; post : 519.53± 273.64 mosmkg⁻¹).

También MacLeod y Sunderland (2009), en estudio acerca del equilibrio hídrico y los hábitos de hidratación realizado con jugadores de élite de hockey sobre hierba, con mediciones realizadas en dos partidos, indican valores de osmolalidad urinaria prepartido 1 (197±10 mOsm/kg⁻¹) superiores a los obtenidos por el grupo de las chicas antes de la actividad en el presente trabajo (148.75 ± 36.34 mOsm/kg⁻¹), y siendo también superiores (425 ± 206 mOsm/kg⁻¹) los valores prepartido 2, a los obtenidos por el presente trabajo en el grupo de chicas antes de la actividad (148.75 ± 36.34 mOsm/kg⁻¹)

En un estudio reciente de Vukasinovic et al. (2014), con jugadores FIBA sub 20, los valores medios de osmolalidad de la orina pre-actividad (883 ± 229 mOsm/kg⁻¹), y post-actividad (852 ± 228 mOsm/kg⁻¹), superan de forma significativa los obtenidos por los participantes en la presente investigación (pre-actividad:182.47 ± 64.43 mOsm/Kg⁻¹; post – actividad: 471.23 ± 267.68 mOsm/Kg⁻¹)

Jones, O`Hara, Till y King (2015), evaluaron el estado de hidratación mediante la osmolalidad urinaria, en una muestra de jugadores de rugby profesionales, antes de sesiones de partido, entrenamiento de campo y gimnasio. La media de la osmolalidad de la orina antes de las actividades fue de 423 ± 157 mOsm/Kg⁻¹, superiores a los obtenidos por los sujetos de este estudio pre-actividad (182.47 ± 64.43 mOsm/Kg⁻¹)

5.3. Sodio en orina

Los resultados obtenidos por el presente trabajo parecen confirmar las afirmaciones de Virvidakis (1986) y Freund (1991), al indicar que el ejercicio a intensidades submáximas produce un aumento de la excreción urinaria de sodio. Freund, Shizuru, Hashiro y Claybaugh, (1991), encontraron que el ejercicio moderado favorecía la excreción urinaria de sodio y potasio, no dándose esta circunstancia a intensidades máximas.

En un trabajo posterior con nadadores adolescentes, López Téllez (1997), encontró que la excreción de sodio urinario aumentó de forma significativa en la orina post-esfuerzo. Otros estudios han mostrado resultados similares en condiciones diversas de práctica física (Mao, Chen y Ko, 2001; Saat, Gamini, Singh y Tochihara, 2008; Kim, Lee y Choue, 2011). Estos resultados se encuentran en la misma línea del presente estudio.

En este sentido, Godek, Godek y Bertolazzi (2005), midieron los niveles de sodio urinario en jugadores de fútbol colegiales en pretemporada. Los resultados indicaron que el sodio disminuía hasta el segundo día, se mantuvo bajo los días 3, 4 y 6, y aumentó por encima de la línea base al 8 día. Los datos de nuestro estudio indican un aumento de los niveles de sodio urinario después de la actividad, en todos los grupos.

En la misma línea se encuentra el trabajo llevado a cabo por Saat et al. (2005), con dieciséis sujetos jóvenes a los que sometieron a ejercicio aeróbico durante un tiempo de 60 minutos y por un espacio de 16 días, y donde se aprecian incrementos de sodio urinario post-ejercicio en el día 1 (sodio pre-ejercicio 71 ± 53 mmol/l; sodio post-ejercicio 92 ± 25 mmol/l), así como en el día 16 (sodio pre-ejercicio 77 ± 50 mmol/l; sodio post-ejercicio 103 ± 47 mmol/l).

No obstante, en un estudio llevado a cabo por Hew-Butler et al. (2008), con 82 corredores de ultramaratón sobre una carrera de 56 kms, hallaron un descenso post-carrera con una media de 25.5 ± 6.4 mmol/l. En el mismo trabajo, encontraron valores máximos de sodio urinario de 116 mmol/l, superiores a los hallados por el presente estudio (87.50 ± 48.24 mmol/l)

En otro trabajo realizado por Afshar, Sanavi y Jalali (2009), con 18 competidores jóvenes de Kárate, en los que midió la excreción de electrolitos urinarios antes y después de un encuentro, mostraron valores mayores tras la actividad ($200,3 \pm 89,3$ mEq/L/día vs. $206,9 \pm 74,7$ mEq / L / día), coincidiendo con la tendencia observada en este trabajo en relación con el aumento de la excreción de sodio urinario, si bien los autores concluyen que dicho aumento no es significativo dado el carácter anaeróbico del kárate.

5.4. Gravedad específica de la orina y osmolalidad de la orina

Otro grupo estudios han evaluado la gravedad específica de la orina junto con la osmolalidad de la orina como indicadores del estado de hidratación en diversas prácticas físico- deportivas. Por ejemplo, Kavouras et al. (2011), realizaron un estudio con 92 niños ($13,8 \pm 0,4$ años), divididos en dos grupos: 31 niños grupo control y 61 niños que

recibieron un programa de educación en hidratación y se utilizaban una serie de pruebas, como los 600 metros de carrera, para evaluar el efecto sobre el rendimiento físico. Los participantes del grupo de intervención en hidratación mejoraron (gravedad específica media pre-actividad: $1,031 \pm 0,09$, post- actividad $1,023 \pm 0,012$), así como el valor medio de la osmolalidad de la orina (Pre-actividad: 970 ± 38 ; Post-actividad 961 ± 38) aunque los resultados obtenidos siguen siendo superiores a los de los participantes del presente estudio (gravedad específica pre-actividad: $1,011 \pm 0,004$; gravedad específica post-actividad: $1,019 \pm 0,005$; osmolalidad orina pre-actividad: $182,47 \pm 64,43 \text{ mOsm/kg}^{-1}$; osmolalidad orina post – actividad: $471,23 \pm 267,18 \text{ mOsm/kg}^{-1}$)

Chlíbková et al. (2014), evaluaron la osmolalidad de la orina, así como la gravedad específica de la orina, en 49 participantes (37 hombres y 12 mujeres), participantes en una prueba de ultrarresistencia de 24 horas en mountain bike. Los valores obtenidos por los hombres tanto pre-actividad como post-actividad en los parámetros de gravedad específica de la orina (pre: $1,013 \pm 0,002$ post: $1,022 \pm 0,004$), como en osmolalidad de la orina (pre: $415,7 \pm 190,3$; post: $776,7 \pm 133,4$), son superiores a los obtenidos por las mujeres para la gravedad específica de la orina (pre - actividad: $1,000 \pm 0,005$, post - actividad: $1,001 \pm 0,005$) aunque no sucede esto con la osmolalidad de la orina (pre- actividad: $724,3 \pm 214,0$; post-actividad: $716,4 \pm 329,1$).

Coelho et al. (2012) realizaron un estudio con Treinta y seis jugadores de fútbol masculino de la categoría sub-15 ($14,2 \pm 0,8$ años) y catorce jugadores masculinos de la categoría sub-17 ($16,2 \pm 1,2$ años) de la primera división de fútbol brasileño, donde evaluaron el estado de hidratación según la permanencia de los jugadores sobre el terreno. Los jugadores que más tiempo permanecían jugando (entre 51 y 80 minutos) mostraron valores de gravedad específica pre-actividad de $1,023 \pm 0,8$ y post-actividad de $1,023 \pm 0,7$, superiores a los valores pre-actividad obtenidos por este estudio (pre-actividad: $1,011 \pm 0,004 \text{ g/ml}^{-1}$; post – actividad: $1,019 \pm 0,005 \text{ g/ml}^{-1}$). Aquellos jugadores que tuvieron una participación intermedia (31 a 50 minutos), presentaron un valor medio pre-actividad de $1,021 \pm 0,6$ y post-actividad de $1,025 \pm 1,3$, también superiores a los hallados por la presente investigación (pre-actividad: $1,011 \pm 0,004 \text{ g/ml}^{-1}$; post – actividad: $1,019 \pm 0,005 \text{ g/ml}^{-1}$). Evaluaron también la osmolalidad de la orina, obteniendo valores pre-actividad y post actividad superiores a los del presente trabajo, tanto en los jugadores que participaban durante todo el periodo de juego (pre-actividad: $817,2 \pm 168,6$; post-actividad: $795,6 \pm 100,6$), como en aquellos

que tenían una participación intermedia (pre-actividad: 853.2 ± 61.3 mOsm/kg; post-actividad: 811.8 ± 52.9 mOsm/kg)

5.5. Gravedad específica de la orina, osmolalidad de la orina y sodio en orina.

Son escasos los trabajos que han evaluado estos tres parámetros en un mismo estudio. Harnouti, Del Coso y Mora-Rodríguez (2013) evaluaron estos tres parámetros en una muestra de 18 atletas a los que se deshidrató en ejercicio hasta una pérdida de un 3% de la masa corporal, obteniendo un valor medio de la gravedad específica de la orina de $1,028 \pm 0,003 \text{ g/ml}^{-1}$, muy superior al obtenido por este estudio ($1,011 \pm 0.004 \text{ g/ml}^{-1}$). Asimismo, para la osmolalidad obtuvieron un valor medio en deshidratación de $287 \pm 5 \text{ mOsm/kg}^{-1}$, inferior a los obtenidos por esta investigación (. En cuanto al sodio en orina, hallaron un valor medio de $66.3 \pm 34.3 \text{ mmol/l}$ al 3% de deshidratación.

Recientemente, Chlíbařková, Knechtle, Rosemann, Žáková, y Tomášková (2014), estudiaron en una muestra de 27 ciclistas de montaña, 27 ciclistas de montaña ultra (ultra-MTBers), 12 corredores de ultrarresistencia, y 14 ciclistas de mountain bike en pruebas multi-stage, recogiendo datos a través de cuatro pruebas de ultrarresistencia celebradas en la República Checa. Los valores obtenidos pre-actividad en cada una de las cuatro pruebas tanto para la gravedad específica de la orina (1.015 ± 0.004 , 1.016 ± 0.004 , 1.013 ± 0.005 y 1.015 ± 0.007 , respectivamente), la osmolalidad de la orina (485.01 ± 219.1 , 530.01 ± 272.3 , 364.8 ± 163.3 y $444.4 \pm 273.0 \text{ mOsm/kg}$, respectivamente), y el sodio en orina (58.7 ± 46.1 , 82.8 ± 40.8 , 81.3 ± 39.5 y $94.2 \pm 52.3 \text{ mmol/l}$), superiores a los obtenidos por el presente trabajo. Otro tanto ocurre con los resultados obtenidos post-actividad para los parámetros de gravedad específica de la orina (1.021 ± 0.004 , 1.022 ± 0.004 , 1.019 ± 0.010 y $1.025 \pm 0.007 \text{ g/ml}$) y para la osmolalidad de la orina (764.3 ± 196.9 , 730.9 ± 241.4 , 505.0 ± 312.0 y $763.4 \pm 291.4 \text{ mOsm/kg}$)

No sucede lo mismo con los valores medios de sodio en orina post-actividad (43.2 ± 30.6 , 44.4 ± 44.9 , 51.2 ± 34.7 y $80.4 \pm 58.9 \text{ mmol/l}$), siendo mayores los valores obtenidos por nuestro trabajo (todos los participantes: $79.04 \pm 58.38 \text{ mmol/l}$; chicos: 73.84 ± 52.04 ; chicas: 87.50 ± 70.45 ; infantil: 85.45 ± 48.24 ; alevín: 72 ± 69.88)

5.6. pH de la orina.

Son muy escasos los estudios que miden el pH urinario, y no utilizan este parámetro como indicador del estado de hidratación, sino como indicador del grado de acidez del medio interno provocado por pruebas de alta intensidad.

Podemos citar el trabajo de Abián Vicén, Del Coso, González-Millán, Salinero y Abián (2012), midieron el pH urinario en 46 hombres y 24 mujeres, todos ellos jugadores de bádminton españoles de nivel nacional, hallando un valor medio en hombres de 7.2061 ± 0.21 antes de la actividad y de 6.2560 ± 0.87 después de la actividad. En mujeres los valores medios obtenidos fueron de 7.20 ± 0.08 antes de la actividad y 6.28 ± 0.05 , valores muy superiores a los obtenidos por el presente estudio.

CAPÍTULO 6.
CONCLUSIONES
LIMITACIONES
PROSPECTIVA

6.1. CONCLUSIONES.

Los resultados hallados en el presente trabajo de investigación respecto a parámetros relacionados con el estado de hidratación (peso perdido, tasa de sudoración, entre otros) de los jugadores de fútbol en categorías inferiores tras la disputa de partidos oficiales, invitan a diseñar programas de intervención sobre hábitos correctos de hidratación durante la práctica del fútbol en estas edades.

A continuación, desarrollamos cada una de las conclusiones atendiendo a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación.

Primer objetivo: Describir la prevalencia de deshidratación haciendo uso de diferentes indicadores urinarios.

En cuanto a la prevalencia de deshidratación, a través de los biomarcadores de orina analizados, si se tiene en cuenta la gravedad específica de la orina se observa cómo los todos los participantes iniciaron la prueba en un estado adecuado de hidratación, de acuerdo a los valores establecidos por distintos autores e instituciones, y finalizando la prueba con valores próximos al punto de corte de gravedad específica $\leq 1,020$, indicado como límite para la euhidratación.

Lo mismo sucede con la osmolalidad urinaria, partiendo de un estado de euhidratación dentro de los valores establecidos por diferentes autores e incrementando su valor después de la prueba, aunque sin rebasar los valores que indicarían hipohidratación.

El sodio en orina se incrementó igualmente después de la prueba, al aumentar la excreción de sodio urinario, sin alcanzar valores alarmantes que pudieran indicar hipohidratación o deshidratación. El pH de la orina disminuyó ligeramente, indicando una mayor acidez del medio.

En relación con el género de los participantes, y teniendo en cuenta la gravedad específica de la orina, se puede apreciar cómo tanto chicos como chicas partieron de un estado de euhidratación, antes de la prueba, que se ve más acentuado en las chicas. Los resultados después de la actividad indican que, si bien aumentó la gravedad específica de la orina, los valores resultantes siguen estando dentro de los parámetros de una correcta hidratación, si bien los chicos se quedan justo en el punto de corte de gravedad específica de la orina $\leq 1,020$.

La osmolalidad de la orina antes de la prueba se encuentra dentro de los parámetros de euhidratación, aumentando después de la prueba, si

bien se siguió manteniendo en los valores considerados válidos para un correcto estado de hidratación. Cabe destacar que los valores de la osmolalidad de la orina fueron mayores en los chicos que en las chicas, tanto antes como después de la prueba.

El sodio en orina, aumentó con respecto a antes de la prueba, tanto en chicos como en chicas, como consecuencia de la excreción de sodio, aunque dentro de valores normales que no indicador de deshidratación ni hiponatremia, y siendo los valores mayores en las chicas, tanto antes como después de la prueba. El pH de la orina también disminuyó con respecto a los valores iniciales de antes de la prueba, siendo esta disminución mayor en las chicas.

En lo que respecta a la categoría de los participantes, tomando como parámetro de referencia la gravedad específica de la orina, se constata que tanto alevines como infantiles, se hallaron antes de la prueba en un estado adecuado de hidratación, dentro de los valores de referencia. En ambas categorías aumentaron los valores después de la prueba, manteniéndose los participantes de la categoría alevín dentro de los valores de referencia, y destacando que los participantes de la categoría infantil, ligeramente por encima del punto de corte de gravedad específica de la orina $\leq 1,020$.

Segundo objetivo: Comparar la gravedad específica de la orina después de la actividad en función del género y la categoría de los participantes

Atendiendo al enunciado del segundo objetivo concluimos lo siguiente:

- La variable gravedad específica de la orina, esta no se asocia con el género de los participantes, al no haber diferencias estadísticamente significativas entre ellas.
- Tampoco se asocia la variable gravedad específica de la orina con la categoría de los participantes, al no haber diferencias estadísticamente significativas entre ellas.
- Sin embargo, la variable gravedad específica de la orina sí se asocia con la interacción de los factores categoría y género.

Tercer objetivo: Comparar, Comparar las distintas variables de orina (gravedad específica, osmolalidad, sodio y ph) antes y después de la actividad

Tras los resultados hallados de la comparación de las variables de estudio antes y después de la actividad teniendo en cuenta el género y la categoría, y aplicada la prueba t-student, la osmolalidad de la orina presentó diferencias significativas antes y después para todos los participantes, así como para el género y la categoría. Lo mismo sucedió con la variable sodio en orina. Por otra parte, y dado que se emplearon pruebas no paramétricas, al no cumplir algunas variables con el supuesto de normalidad, la gravedad específica de la orina, así como el sodio en orina, mostraron diferencias significativas, tanto para todos los participantes como para los chicos.

No se encontraron diferencias significativas con respecto al pH de la orina, ni para todos los participantes, ni para los chicos, pero sí para las chicas. En relación con la categoría, se hallaron diferencias significativas con respecto a la gravedad específica de la orina y el sodio en orina, pero no así para el pH de la orina.

Cuarto objetivo: Correlacionar la variables de orina analizadas después de la actividad entre ellas (gravedad específica de la orina vs osmolalidad de la orina; gravedad específica de la orina vs sodio en orina; gravedad específica de la orina vs. pH de la orina; osmolalidad de la orina vs sodio de la orina; osmolalidad de la orina vs pH de la orina, pH de la orina vs sodio en orina)

Tras los resultados hallamos concluimos lo siguiente:

- Respecto a gravedad específica de la orina después de la actividad, se da correlación entre esta variable y la osmolalidad de la orina después de la actividad.

-No existe correlación entre la gravedad específica de la orina después de la prueba con el sodio en orina después de la prueba, así como tampoco con el pH en orina después de la prueba

Quinto objetivo: Analizar el efecto que tiene el sexo y la categoría sobre las distintas variables de orina (gravedad específica, osmolalidad, sodio y Ph) después de la actividad analizada.

En cuanto a los resultados hallados del tamaño del efecto, y atendiendo al género podemos concluir lo siguiente:

- En lo que respecta al género, se observa una magnitud del efecto grande en la variable pH de la orina.
- También en relación con el género, se observa una magnitud del efecto mediana, en las variables osmolalidad de la orina y gravedad específica de la orina, respectivamente.
- En cuanto a la categoría, se observa tamaño del efecto significativo las variables de orina gravedad específica de la orina, osmolalidad y sodio.

6.2. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Finalizado el trabajo de investigación, a continuación indico una serie de limitaciones que han provocado no llevar a cabo el registro de variables que hubieran facilitado ahondar más en parámetros fisiológicos estudiados:

1. La limitación económica ha sido un factor determinante que ha impedido haber obtenido información de variables bioquímicas sobre niveles de hidratación, en una mayor muestra de participantes, además de haber podido complementar el estudio de los parámetros de orina con otros parámetros (osmolalidad del plasma, sodio sérico...)
2. La exigencia del despliegue humano necesario para poder acometer este tipo de recogida de datos, tal y como se ha comentado en el material y método, hace inviable realizar trabajos de mayor envergadura, si no se dispone, como se ha comentado anteriormente, de soporte económico. Por otra parte, y debido a que el presente trabajo se ha realizado fuera del entorno educativo, en situación de competición, se requiere una dotación adicional de personal para controlar diversas contingencias del entorno (tráfico, toma de datos, señalización...), lo cual imposibilita poder acometer trabajos de este tipo de forma habitual.
3. Las instalaciones a utilizar fueron cedidas gracias a la amabilidad de un club deportivo privado, ya que hubo que citar a los participantes dos horas antes de la prueba para llevar a cabo el protocolo de hidratación, y era necesario un lugar donde realizar las mediciones, y controlar a los participantes.

4. Habiendo intentado acometer el estudio en otros momentos del año, no se encontró la adecuada colaboración por parte de otros clubes o instituciones que pudiesen facilitar su realización.
5. Por otro lado, las dificultades que pudieran derivarse del análisis de las muestras de orina pudieron solventarse gracias a la disponibilidad de los trabajadores del laboratorio, que mantuvieron abierto el mismo a fin de poder entregar las muestras.
6. La escasez de trabajos realizados con niños en estas edades con respecto a esta línea de trabajo, pues a la hora de discutir los resultados hemos debido recurrir a estudios sobre actividades similares realizadas con adultos, y a los resultados obtenidos en otros tipos de deportes: de combate, de equipo, de raqueta...

6.3. PROSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN.

Atendiendo a la revisión bibliográfica realizada y a los resultados hallados en el presente trabajo de investigación, sugerimos las siguientes perspectivas de investigación:

1. Incrementar el número de estudios que evalúen el estado de hidratación en niños a través de técnicas no invasivas y fáciles de aplicar, como los biomarcadores de orina, en concreto la gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina, así como otras variables fisiológicas (variabilidad de la frecuencia cardíaca, etc.)
2. Desarrollar programas de concienciación para implicar a instituciones y clubes a fin de facilitar la realización de estudios para la mejora de las condiciones de la práctica de actividades físico-deportivas en estas edades.
3. Realizar otros estudios comparando diversos tipos de deportes, en distintos momentos de las temporadas y con distintas temperaturas ambientales, variando tanto los protocolos de hidratación como la composición de los líquidos ingeridos.
4. Iniciar programas de intervención en los distintos clubs y entidades deportivas que trabajan con niños.
5. Iniciar programas de formación a técnicos deportivos, profesores y entrenadores que trabajan habitualmente con niños, incluyendo fundamentos fisiológicos y de aplicación práctica de toma de muestras.

Referencias

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., & Abián P. (2012). Analysis of Dehydration and Strength in Elite Badminton Players. *PLoS ONE* 7(5):e37821. doi:10.1371/journal.pone.0037821
- Adam ,G. E., Carter, R. 3rd, Cheuvront, S.N., Merullo, D.J., Castellani, J.W., Lieberman, HR., & Sawka, M.N.(2008). Hydration effects on cognitive performance during military tasks in temperate and cold environments. *Physiol Behav.*, 93(4-5):748-56.doi: 10.1016/j.physbeh.2007.11.028.
- Adolph E.F., & Wills, J.H. Thirst. (1947(In: Adolph EF, ed. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers. 241–53
- Afshar, R., Sanavi, S., & Jalali Nadooshan, M.R. (2009) Urinary Sodium and Potassium Excretion Following Karate Competitions *Iranian Journal of Kidney Diseases*, 3, 2, 86-88.
- Almond, C.S., Shin, A.Y., Fortescue ,E.B., Mannix, R.C., Wypij D., Binstadt, B.A., Duncan, CN., Olson, DP., Salerno AE, Newburger J.W., & Greenes D.S. (2005) Hyponatremia among runners in the Boston Marathon. *N Engl J Med.*, 352(15), 1550-6.
- American College of Sports Medicine (ACSM), Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R.,Maughan, R. J., Montain, S. J., & Stachenfeld, N. S. (2007). Exercise and Fluid Replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377-390.
- American Dietetic Association (ADA), Dietitians of Canada & American College of Sports Medicine (ACSM). (2009). *Nutrition and Athletic Performance*. *Journal of American Dietetic Association*. 109(3), 509-527.
- Anguera, M. T., Arnau, J. , Ato, M., Martínez, R., Pascual, J. , & Vallejo, G. (1995). *Métodos de Investigación en Psicología*. Madrid: Síntesis-Psicología.

- Aragón – Vargas, L.F.; Moncada Jiménez, J.; Hernández Elizondo, J; Barrenechea, A., & 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., & Bar-Or, O. (2013) Body weight changes in child and adolescent athletes during a triathlon competition *Eur J Appl Physiol* , 113:233–239. DOI 10.1007/s00421-012-2431-8
- Aragónés, M. T., Casajús, J. A., Rodríguez, F., & Cabañas, M. D. (1993). En Esparza, F. (Ed.), *Manual de Cineantropometría* (35-66). III Monografía FEMEDE.
- Arant B.J. (1996) Fluids and electrolyte abnormalities in children. In: Kokko J, Tannen R, eds. *Fluids and electrolytes*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company; 819–29.
- Armstrong, L.E., Hubbard, R.W., Szlyk, P.C., Matthew, W.T., & Sils, I.V. (1985). Voluntary dehydration and electrolyte losses during prolonged exercise in the heat. *Aviat Space Environ Med*, 56:765–70.
- Armstrong, L.E., Maresh, C.M., Gabaree, C.V., Hoffman, J.R., Kavouras, S.A., Kenefick, R.W., Castellani, J.W., & Ahlquist, L.E. (1997) Thermal and circulatory responses during exercise: Effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *J Appl Physiol*, 82:2028–35.
- Armstrong, L.E., Soto, J.A., Hacker, F.T. Jr, Casa, D.J., Kavouras, S.A., & Maresh, C.M. (1998). Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int J. Sport Nutr*, 8:345–55.
- Armstrong, L.E., Casa, D.J., Emmanuel, H., Ganio, M.S., Klau, J.F., Lee, E.C., Maresh, C.M., McDermott, B.P., Stearns, R.L., Vingren, J.L., Wingo, J.E., Williamson, K.H., & Yamamoto, L.M. (2012) Nutritional, physiological, and perceptual responses during a summer ultraendurance cycling event. *J Strength Cond Res*. 26(2):307-18.
- Armstrong, L.E., Ganio, M.S., Klau, J.F. Johnson, E.C., Casa, D.J., & Maresh, C.M. (2014). Novel hydration assessment techniques employing thirst and a water intake challenge in healthy men. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism* 39, 2, 138-144.

- Armstrong, L.E. (2005) Hydration assessment techniques. *Nutrition Reviews*, 63: 40–54.
- Asociación Española de Gastroenterología (AEG), Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición (SEEN), Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN), Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria (SEMFYC) & Sociedad Española de Patología Digestiva (SEPD). (2010) *Consejos de hidratación con bebidas con sales minerales e ingesta recomendada en los procesos de rehidratación y deshidratación leve*. Monografía editada con la colaboración de Coca-Cola España. Madrid.
- Baker, L.B., Conroy, D.E., & Kenney, W.L. (2007). Dehydration impairs vigilance-related attention in male basketball players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(6): 976-83.
- Balagué, N. (1992). Aspectos biológicos del organismo infantil de los 6 a los 12 años. Repercusiones sobre la actividad física. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*, 15,35-42.
- Bar, S.I. (1999). Effects of dehydration on exercise performance. *Can J Appl Physiol.*, 24: 164-72.
- Barbany, J.R. (2002). *Alimentación para el deporte y la salud*. Barcelona: Martínez Roca.
- Barbany, J.R. (1990). Fisiología de l'exercici en l'infant y l'adolescent. Algunes consideracions. *Temps d'educació*, 4, 53-77
- Bar-Or, O. (1994) Children is responses to exercise in hot climates: implications for performance and health. *Science Exchange*, 7 (2), 1-5.
- Bar-Or, O. (1989) *Temperature regulation during exercise in children and adolescents*. Gisolfi CV, & Lamb DR (Editores. Perspectives in Exercise and sport Medicine: Youth and, Exercise and sport (vol 2pp, 335-367). Indianapolis: Benchmark Press Inc.
- Bar-Or O., Blimkie C.J.A., Hay J.D., McDougall J.D., Ward D.S., & Wilson W.M. (1992) Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. *Lancet*, 399, 696-699.
- Bar-Or O., Dothan R., Invar. O., Rothstein A. & Zonder H.(1980) Voluntary hypohydration in 10-to 12- year- old boys. *Journal of Applied Physiology. Respiratory Environmental Exercise Physiology*, 48, 104.

- Bartok, C., Schoeller, D.A., Sullivan, J.C., Clark, R.R., & Landry, G.L. (2004). Hydration testing in collegiate wrestlers undergoing hypertonic dehydration. *Med Sci Sports Exerc.*, 36(3):510-7.
- Bergeron, M.F.; Waller, J.L., & 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.
- Binkley, H. M., Beckett, J, Casa, D.J., Kleiner, D., & Plummer, P. (2002). National Athletic Trainers Association position statement: Exertional heat illnesses. *J Athl Training*, 37:329-43.
- Bishop, D., & Maxwell, N.S.(2009) Effects of active warm up on thermoregulation and intermittent-sprint performance in hot conditions *Journal of Science and Medicine in Sport*; 12,1.
- Bitterman, W. A., Farhadian, H., Abu Samra, C., Lerner, D., Amoun, H., Krapf, D., & Makov, U.E. (1991). Environmental and nutritional factors significantly associated with cancer of the urinary tract among different ethnic groups. *Urol Clin North Amer*, 18:501–8.
- Brandenburg, J.P. & Gaetz, M.(2010) Prepractice urine specific gravity and fluid intake of junior ice hockey players does not improve with follow-up testing of hydration status. En CSEP General Meeting, *Exploring the routes to health and fitness*
- Bruemmer, B., White, E., Vaughan, T.L., & 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. *Nutr Cancer*, 29:163–8.
- Buford, T.W., Rossi, S.J., Smith, D.B., O'Brien, M.S., & Pickering, C. (2006). The effect of a competitive wrestling season on body weight, hydration, and muscular *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 3; 689
- Byrne, C., Owen, C., Cosnefroy, A., & Wei Lee (2011) Self-Paced Exercise Performance in the Heat After Pre-Exercise Cold-Fluid Ingestion *Journal of Athletic Training* , 46(6):592–599
- Carr, A.J., Gore, C.J., & Dawson, B. (2011) Induced alkalosis and caffeine supplementation: effects on 2,000-m rowing performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 21: 357–364.
- Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S.E., Roberts, W.O., & Stone, J.A. (2000) National Athletic

Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *Journal of Athletic Training* 2000;35(2):212-224.

- Casa, D. J., Clarkson, P. M., & Roberts, W. O. (2005). American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr. Sports Med. Rep.*, 4, 115–127.
- Casa, D.J., Stearns, R.L., Lopez, R.M., et al. (2010) Influence of hydration on physiological function and performance during trail running in the heat. *J Athl Train.*, 45,147–156.
- Casado, A., Garea, E., Gil, P., Moreno, N., Ramos, P., & Rodríguez, J (2011). *Guía de Buena Práctica Clínica en Gerontología*. Hidrataciónysalud.Recuperado:<https://www.segg.es/download.asp?../Gu%C3%ADa%20de%20buena%20pr%C3%A1ctica%2.e>l
2/08/2014
- Castenfors, J. (1967) Renal function during exercise. *Acta physiologica scandinavica*; 70, 7-44.
- Castro-Sepúlveda, M., Cerdá-Kohler, H., Pérez-Luco, C., Monsalves, M., Andrade, DC., Zbinden-Foncea, H., Báez-San Martín, E.,& Ramírez-Campillo, R.(2015).Hydration status after exercise affect resting metabolic rate and heart rate Variability. *Nutr Hosp.* 31(3), 1273-1277.
- Cejka, C., Knechtle, B., Knechtle, P., Rüst, C.A., & Rosemann, T. (2012). An increased fluid intake leads to feet swelling in 100-km ultramarathoners - an observational field.Study *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9, 11.
- Chadha, V., Garg, U., & Alon, U.S. (2001). Measurement of urinary concentration: a critical appraisal of methodologies. *Pediatr Nephrol*, 16,374–382
- Cheuvront, S.N., & Haymes, E.M. (2001.) Ad libitum fluid intakes and thermoregulatory responses of female distance runners in three environments. *J Sports Sci.*, 19,845-54.
- Cheuvront, S.N., & Sawka, M.N. (2005).Hydration assessment of athletes. *Sports Sci Exchange No. 97*. Barrington, IL: Gatorade Sports Science Institute.
- Cheuvront, S. N., Carter III, R., & Sawka, M. N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr. Sports Med. Rep.* 2, 202–208.

- Cheuvront, S.N., & Sawka, M.N. (2005). Hydration assessment of athletes. *Sport Science Exchange*, 18, (2), 97
- Chlíbková, D., Knechtle, B., Rosemann, T., Žáková, A., Tomášková, I., Shortall, M., & Tomášková, I. (2014). Changes in foot volume, body composition, and hydration status in male and female 24-hour ultra-mountain bikers. *Journal of the International Society of Sports*, 11, 12
- Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P. S., Raphel, C., Jimenez C., & Melin B. (2000). Influence of variations in body hydration on cognitive function: effect of hyperhydration, heat stress, and exercise-induced dehydration. *Journal of Psychophysiology* 14, 29–36.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- CSD (2011). *Los hábitos deportivos de la población escolar en España*. Recuperado: <http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/dep-escolar/encuesta-de-habitos-deportivos-poblacion-escolar-en-espana.pdf>, el 13 /08/ 2015.
- D'Anci K.E., Constant, F., & Rosenberg, I.H. (2006). Hydration and cognitive function in children. *Nutr. Rev.*, 64(10 Pt 1), 457-64
- Da Silva, R.P., Mündel, T., Natali, A.J., Bara Filho, M.G., Alfenas, R.C., Lima, J.R., Belfort, F.G., Lopes, P.R., & Marins, J.C. (2012). Pre-game hydration status, sweat loss, and fluid intake in elite Brazilian young male soccer players during competition. *Journal of Sports Science*, 30(1), 37-42.
- Daries, H.N., Noakes, T.D., & Dennis, S.C. (2000) Effect of fluid intake volume on 2-h running performances in a 25°C environment. *Med Sci Sports Exerc.* 32(10), 1783-9.
- Decher, N.R., Casa, D.J., Yeargin, S.W., Ganio, M.S., Levreault, M.L., Dann, C.L., James, C.T., McCaffrey, M.A., O'Connor, C.B., & Brown, S.W. (2008) Hydration status, knowledge, and behavior in youths at summer sports camps. *Int J Sports Physiol Perform.*, 3(3), 262-78.
- Del Coso, J, González-Millán, C, Salinero, JJ, Abián-Vicén, J, Soriano, L, Garde, S., & Pérez –González, B (2012). Muscle Damage and Its Relationship with Muscle Fatigue During a Half-Iron Triathlon *PLoS One.*, 7(8) e43280. doi: 10.1371

- Dirckx, J.H. (2001): "*Stedman's Concise Medical Dictionary for the Health Professions*," 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Dixon, C.B., Deitrick, R.W., Pierce, J.R., Cutrufello, P.T., & Drapeau, L.L. (2005). Evaluation of the BOD POD and leg-to-leg bioelectrical impedance analysis for estimating percent body fat in National Collegiate Athletic Association Division III collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res. Feb, 19(1), 85-91.*
- Eberman, L.E., Minton, D.M., & Cleary, M.A.(2009) Comparison of Refractometry, Urine Color, and Urine Reagent Strips to Urine Osmolality for Measurement of Urinary Concentration *Athletic Training & Sports Health Care, 1(6)*
- Epstein, Y., Keren, G., Moisseiev, J., Gasko, O., & Yachin S. (1980). Psychomotor deterioration during exposure to heat. *Aviat Space Environ Med, 51,607-10.*
- Fernández Fairén, M. & Busto Villarreal, J.M. (2009). El niño y el deporte. *Medigraphic, 5(1).*
- Fernández-Elías, V.E., Martínez-Abellán, A., López-Gullón, J.M., Morán-Navarro, R., Pallarés, J.G., Sánchez, E.C., & 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. doi:10.1371/journal.pone.0095336*
- Ferreira, F.G., Alves, K., Brunoro Costa, N.M., Campos Santana, A.M., & Bouzas Marins, J.C. (2010). Efeito do Nível de Condicionamento Físico e da Hidratação Oral sobre a Homeostase Hídrica em Exercício Aeróbico *Rev Bras Med Esporte, 16(3)*
- Fischbach, F.T., & Dunning, M.B. III, eds. (2009). *Manual of Laboratory and Diagnostic Tests*, 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Freund, B.J., Shizuru, E.M., Hashiro, G.M., & Claybaugh, J.R. (1991) Hormonal, electrolyte, and renal responses to exercise are intensity dependent. *Journal of Applied Physiology, 70(2), 900-6*
- Garrido, A., Teijón, J.M., Blanco, D., Villaverde, C., Mendoza, C., & Ramírez, J. (2003). *Bioelementos y soluciones reguladoras*. En Teijón, J.M., & Garrido, A. (Dir.): *Fundamentos de bioquímica estructural*. Madrid: Tébar.

- Gehi, M.M., Rosenthal, R.H., Fizette, N.B., Crowe, L.R., & Webb, W.L. (1981) Psychiatric manifestations of hyponatremia. *Psychosomatics*, 22,739–43
- Gerber, G.S., & Brendler, C.B. (2011) Evaluation of the urologic patient: history, physical examination, and urinalysis. In: Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, et al., eds. *Campbell-Walsh Urology*. 10th ed. Philadelphia, Pa: Elsevier Saunders; chap 3.
- Gibson, J.C; Stuart-Hill, L.A.; Pethick, W., & 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. doi: 10.1139/h2012-073.
- Gigou, P.Y., Lamontagne-Lacasse, M., & Goulet, E.D.B. (2010). Meta-analysis of the effects of pre-exercise hypohydration on endurance performance, lactate threshold and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*. 42, 361–362.
- Godek, S.F., Godek, J.J. , & 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), 843-51.
- Gonçalves, E.M., Matias, C.N., Santos, D.A., Sardinha, L.N., & Silva, A.M. (2014). Assessment of total body water and its compartments in elite judo athletes: comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dilution techniques *Journal of Sports Sciences*, <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2014.953981>
- González Alonso, J., Mora Rodríguez, R., Below, P.R., & Coyle, E.F. (1997). Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 82(4), 1229-1236.
- González, J., Sánchez, P., & Mataix, J. (2006). *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. España: Díaz de Santos.
- Gopinathan, P.M., Pichan, G., & Sharma, V.N. (1988). Role of dehydration in heat stress induced variations in mental performance. *Arch Environ Health*, 43,15-17.
- Gorostiaga, E., & Olivé, R. (2008). Adaptaciones al clima y horario de Pekín `08. *Comité Olímpico Español*.
- Grandjean, A.C., & Grandjean, N.R. (2007). Dehydration and cognitive performance. *J Am Coll Nutr*, 26(5 Suppl), 549S-54S.

- Grandjean, A.C., & Campbell, S.M. (2006). *Hidratación: Líquidos para la vida*. ILSI Norteamérica.
- Greenleaf, J. E. & Morimoto, T. (1996) Mechanisms controlling fluid ingestion: Thirst and drinking. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press. 3–17.
- Greiwe, J.S., Staffey, K.S., Melrose, D.R., Narve, M.D., & Knowlton R.G. (1998) Effects of dehydration on isometric muscular strength and endurance. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 284–8.
- Guthrie, R.M., Lott, J.A., Kriesel, S., & Miller, I.L. (1987). Does the urine dipstick meet medical needs for urine specific gravity? *J Fam Pract.*, 25, 512–14.
- Guyton, A.C., & Hall, E. J. (2001). *Tratado de Fisiología Médica*. Décima edición. McGrawHill.
- Hackeny, A.C., Coyne, J.T., Pozos, R., Feith, S. & 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.
- Hamezah, R.S., Jusoh, N., & Mohamad, N.I. (2014). Hydration status, sprint performance and physiological responses during re-peated sprint ability (RSA) training session *Journal of physical activity, sports & exercise* ,2(2), 06-16
- Hamouti, N., Del Coso, J., & Mora-Rodríguez, 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), 611-20. doi: 10.1007/s00421-012-2467-9.
- Harvey, G., Meir, R., Brooks, L., & Holloway, K. (2008). The use of body mass changes as a practical measure of dehydration in team sports *.Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(6), 600.
- Hasegawa, H., Fujihara, T., Mukumoto, M., Tawara, H., & Okamura, K. (2015). Hydration Status and Voluntary Fluid Intake in College-Age Gymnasts Training in a Hot Environment. *The FASEB Journal*, 29 (1) Supplement
- Hew-Butler, T., Verbalis, J.G., & Noakes, T.D. (2006) Updated fluid recommendation: position statement from the International

- Marathon Medical Directors Association (IMMDA). *Clin. J. Sport Med.* 16(4), 283
- Hew-Butler, T., Jordaan, E., Kristin, J., Stuempfle, K.J. Speedy, D.B., Siegel, A. J., Noakes, T.D., Soldin, S.J., & Verbalis, J.G. (2008). Osmotic and Nonosmotic Regulation of Arginine Vasopressin during Prolonged Endurance Exercise. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(6), 2072–2078.
- Higham, D.G., Naughton, G.A., Burt, L.A., & Shi, X. (2009). Comparison of fluid balance between competitive swimmers and less active adolescents. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*, 19(3), 259-74.
- IOM. 2002/2005. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Jetton, A.M., Lawrence, M.M., Meucci, M., Haines, T.L., Collier, S.R., Morris, D.M., & Utter, A.C. (2013). Dehydration and acute weight gain in mixed martial arts fighters before competition. *J Strength Cond Res.* 27(5), 1322-6. doi: 10.1519/JSC.0b013e31828a1e91.
- Jones, B.L, O'Hara, J.P., Till, K., & King, R.F. (2015). Dehydration and hyponatremia in professional rugby union players: a cohort study observing english premier league rugby union players during match play, field, and gym training in cool environmental conditions. *J Strength Cond Res.*, 29(1), 107-15. doi: 10.1519
- Jones, L.C., Cleary, M.A., López, R.M., Zuri, R.E., & López, R. (2008). Active dehydration impairs upper and lower body anaerobic muscle power. *J. Strength and Conditioning Research*, 22(2), 455-63.
- Kavouras, S. (2002) Assessing hydration status. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 5(5), 519-524
- Kavouras, S.A., Arnaoutis, G., Makrillos, M., Garagouni, C., Nikolaou, E., Chira, O., Ellinikakia, E., & Sidossis, L.S. (2012) Educational intervention on water intake improves hydration status and enhances exercise performance in athletic youth. *Scand J Med Sci Sports.*, 16.
- Kavouras, S.A., Johnson, E.C., Bougatsas, D., Arnaoutis, G., Panagiotakou, D.B., Perrier, E., & Klein, A. (2015). Validation of a urine color

scale for assessment of urine osmolality in healthy children
European Journal of Nutrition doi: 10.1007/s00394-015-0905-2

- Kechijan, D. (2011). Optimizing nutrition for performance at altitude: a literature review. *Journal of Special Operations Medicine: a peer reviewed.* 11(1), 12-17.
- Kim, H., Lee, S., & Choue, R. (2011). Metabolic responses to high protein diet in Korean elite bodybuilders with high-intensity resistance exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 8, 10.
- Kimura, T., Minai, K., Matsui, K., Mouri, T., Sato, T., Yoshinaga, K., & Hoshi, T. (1976). Effect of various states of hydration on plasma ADH and renin in man. *J Clin Endocrinol Metab*, 42, 79–87.
- Knechtle, B., Duff, B., Schulze, I., & 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.; Wirth, A., Knechtle, P., & Rosemann, T. (2009). Increase of Total Body Water With Decrease of Body Mass While Running 100 km Nonstop-Formation of edema? .*Research Quarterly for Exercise and Sport*; 80, 3,593
- Knechtle, B., Knechtle, P., Kaul, R., & 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, 1
- Knechtle, B., Wirth, A., Knechtle, P., Rosemann, T. , & Senn, O. (2010) Do ultra-runners in a 24-h run really dehydrate? *Ir J Med Sci.* 30.
- Knechtle, B., Knechtle, P., Rosemann, T., & Oliver, S. (2010). A Triple Iron Triathlon Leads to a Decrease in Total Body Mass But Not to Dehydration. *Research Quarterly for Exercise and Sport*; 81, 3
- Knechtle, B., Baumann, B.; Wirth, A., Knechtle, P. & Rosemann, T. (2010). Male ironman triathletes lose skeletal muscle mass. *Asia Pac J Clin Nutr*, 19 (1), 91-97
- Knechtle, B., Knechtle, P., & Rosemann, T. (2011) No Case of Exercise-Associated Hyponatremia in Male Ultra-Endurance Mountain Bikers in the 'Swiss Bike Masters' Chinese. *Journal of Physiology* 54(6), 379-384

- Kovacs, E.M., Senden, J.M., & 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*, 6, 3623-363.
- Kurdak, S.S., Shirreffs, S.M., Maughan, R.J., Ozgu", K.T., Zeren, C, Korkmaz, S., Z. Yazici, Z., Erso"G, Binnet, M.S., & Dvorak, J. (2010) Hydration and sweating responses to hot-weather football competition. *Scand J Med Sci Sports*, 20(Suppl. 3), 133–139.
- Kutlu, M. , & 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.
- Laaksonen, D.E., Nuutinen, J., Lahtinen, T., Rissanen, A., & Niskanen, L.K...(2003). Changes in abdominal subcutaneous fat water content with rapid weight loss and long-term weight maintenance in abdominally obese men and women. *International Journal of Obesity*, 27,677-683.
- Landry, D.W., & Bazari, H. (2011). Approach to the patient with renal disease. In: Goldman L, Schafer AI, (eds.) *Cecil Medicine*. 24th Chapter 116. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier.
- Laso, M.C. (2002). Interpretación del análisis de orina. *Arch.argent.pediatr.*, 100(2), 179-183.
- Latorre Román, P.A., & Herrador Sánchez, J. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en edad escolar*. Aspectos metodológicos, Preventivos e Higiénicos. Barcelona: Paidotribo.
- Laursen,P.B., Suriano,R, Quod, M.J., Lee,H., Abbiss,C.R., Nosaka,K., Martin, D.T., & Bishop,D. (2006) Core temperature and hydration status during an IronmanTriathlon.*Br J Sports Med*,40,320–325.
- Lax, D., Eicher, M., & Goldberg, S.J. (1992). Mild dehydration induces echocardiographic signs of mitral valve prolapse in healthy females with prior normal cardiac findings. *Am Heart J*, 124, 1533–40.
- Lee, B.J.,Emery-Sinclair,E.M., Mackenzie,R.W.A., Hussain, A., Taylor,L., James,R.S., & Thake,C.D.(2014). The impact of submaximal exercise during heat and/or hypoxia on the cardiovascular and

- monocyte HSP72 responses to subsequent (post 24 h) exercise in hypoxia *Extreme Physiology & Medicine*, 3, (15).
- Lili, H. & Gui, W. (2007). Perfusión sanguínea y estado de hidratación en ciclistas de carretera. *Revista de Ciencias Naturales instituto Educación Física de Nanjing*, 6, 1.
- López Téllez, A. (1997). *Repercusiones renales del ejercicio intenso. Estudio bioquímico-antropométrico en nadadores adolescentes*. Tesis doctoral. Universidad de Málaga.
- López-Mata, M.A., Ruiz-Cruz, S., Valbuena-Gregorio, E., & 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. Recuperado de <http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>
- MacLeod, H., & Sunderland, C. (2009) Fluid balance and hydration habits of elite female field hockey players during consecutive international matches. *J Strength Cond Res.*, 23(4), 1245-51.
- Mahon, E.A., Hackett, A.F., & Davies, I.G. (2010). An observational study assessing the hydration status of recreational endurance athletes during a mountain marathon, *Proceedings of the Nutrition Society*, 69 (OCE6), E514
- Manonelles, P. (2012). Utilidad en el deporte de las bebidas de reposición con carbohidratos. *Archivos de Medicina del Deporte. Volumen XXV*, 147, 542-553.
- Mao, I.F., Chen, M.L., & Ko, Y.C. (2001) Electrolyte loss in sweat and iodine deficiency in a hot environment. *Arch Environ Health* 56,271–277
- Marcos Tomás, J.V., Molina Gasset, R., & Sastre Pascual, J.F. (2011). Manual de parámetros. En Barreiro González (Coord): Algoritmos (2ªed). Guías clínicas de ayuda a la petición de exploraciones de laboratorio clínico. En http://alcoy.san.gva.es/laboratorio/algoritmos/capitulo_III.htm
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A. D., & Carter, J. E. L. (2006). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom, South Africa: ISAK.
- Martarelli, D., Uguccioni, F., Stauffacher, S., Spataro, A., Cocchioni, M., & Pompei, P. (2009). Assessment of body fluid balance and voluntary

- drinking in ultimate players during a match. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; 49, 3; 265
- Mataix, J. (2008). *Fisiología de la hidratación y nutrición hídrica*. Monografía. Coca-Cola España.
- Maughan, R. J., Watson, P., Evans G.H., Broads, N., & Shirreffs, S.M. (2007) Water balance and salt losses in competitive football. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 17, 583–594.
- Maughan, R. H., & Shirreffs, S.M. (2010). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scand J Med Sci Sports*, 20 (Suppl. 3), 40–47
- Maughan, R. J., & Gleeson, M. (2004). *The Biochemical Bases of Sports Performance*. Oxford: Oxford University Press.
- McDermott, B. P., Casa, D.J., Yeargin, S.W., Ganio, M.S., Lopez, R.M., & Moradian, E.A. (2009). Hydration status, sweat rates, and rehydration education of youth football campers. *J Sport Rehabil.*, 18(4), 535-52.
- McInnis, M.D., Newhouse, I.J., von Duvillard, S.P., & Thayer, R. (1998) The effect of exercise intensity on hematuria in healthy male runners. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 79, 99–105.
- McPherson, R.A., & Ben-Ezra, J. (2011) Basic examination of urine. In: McPherson, R.A., & Pincus, M.R., eds. *Henry's Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods*. 22nd ed. Philadelphia, Pa: Elsevier Saunders; chap 28.
- Menz, F., & Wentz, A. (2005). The importance of good hydration for the prevention of chronic disease. *Nutr. Rev.*, 63(6 Pt 2), 2-5.
- Meyer, F., & Bar-OR, O. (1994). Fluid and electrolyte loss during exercise: The pediatric angle, "leading article". *Sport. Med.*, 18, 4-9.
- Meyer F., & Ba-Or O. (1994) Hypohydration during exercise in children: effect on thirst, drink preferences, and rehydration. *Int J Sport Nutr*, 4, 22-35.
- Meyer, M., Knechtle, B., Bürge, J., Knechtle, P., Mrazek, C., Wirth, A., Ellenrieder, B., Rüstand, C. A., & Rosemann, T. (2012). Ad libitum fluid intake leads to no leg swelling in male Ironman triathletes: an observational field study *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9 (40).
- Minton, D.M., O'Neal, E.K., & Torres-McGehee, T.M. (2014). Agreement of Urine Specific Gravity Measurements Between Manual and Digital

Refractometers *Journal of Athletic Training*,49(3),000–000 doi: 10.4085/1062-6050-49.3.47

- Moreno Millan, E., Bonilla F., Alonso, J.M., & Casado, F. (2004). Medical care at the VIIth international amateur athletics federation world championships in athletics “Sevilla 99”. *Eur J Emerg Med.*, 11, 39–43.
- Morimoto, A., Murakami, N., Ono, T., & Watanabe, T. (1986) Dehydration enhances endotoxin fever by increased production of endogenous pyrogen. *Am J Physiol*, 251, R41–R47?
- Moyen, N.E., Ganio, M.S., Wiersma, L.D., Kavouras, S.A., Graya, M., McDermott, B.P., Adams, J.D., Binns, A.D., Judelson, D.A., McKenzie, A.L., Johnson, E.C., Muñoz, C.X.; Kunces, L.J., & Armstrong, L.E. (2015). Hydration status affects mood state and pain sensation during ultra-endurance cycling *J Sports Sci*, 20, 1-8
- Mueller, F.O., & Colgate, R. (2010) Annual survey of football injury research:1931-2009. En <http://www.unc.edu/depts/nccsi/2009AnnualFootball.pdf>
- Muñoz, C. X., McKenzie, A. L., & Armstrong, L.E. (2014) Optimal Hydration Biomarkers: Consideration of Daily Activities. *Obes Facts*, 7(suppl 2), 13–18 doi: 10.1159/000360655
- Muñoz, C.X., Johnson, E.C., Demartini, J.K., Huggins, R.A., McKenzie, A.L., Casa, D.J., Maresh, C.M., & Armstrong, L.E. (2013) Assessment of hydration biomarkers including salivary osmolality during passive and active dehydration *European Journal of Clinical Nutrition*, 67, 12, 1257-1263
- Murray, B. (1996). Fluid replacement: The American College of Sport Medicine position stand. *Sport*, 9(4s), 63.
- Nakagawa, S., & Cuthill, I. C. (2007). Effect size, confidence interval and statistical significance: a practical guide for biologists. *Biol Rev Camb Philos Soc.*, 82, 591-605.
- Newell, M., Newell, J., & Grant, S. (2008). Fluid and electrolyte balance in elite gaelic football players. *Ir Med J.*, 101(8), 236-9.
- Nissensohn, M., Ruano, C., & Serra-Majem, L. (2013) Validation of beverage intake methods vs. hydration biomarker; a short review *Nutr Hosp.*, 28(6), 1815-1819
- Noakes T. (2003) Fluid replacement during marathon running. *Clin. J. Sport Med.*, 13(5), and 309

- Noakes, T.D. (2003) Overconsumption of fluids by athletes. *British Medical Journal*, 327-113.
- Noakes, T.D. (2004). Can we trust rehydration research? In: McNamee M. *Philosophy and the sciences of exercise, health and sport: critical perspectives on research methods*. Oxford: Routledge Press, 144-68.
- Noakes, T.D. (2010) Is Drinking to Thirst Optimum? *Ann Nutr Metab*, 57(suppl 2), 9–17, doi: 10.1159/000322697
- Norton, K., Whittingham, N., Carter, L., Kerr, D., Gore, C., & Marfell-Jones, M. (1996). Measurement techniques in anthropometry. En Norton, K., & Olds, T. (Ed.), *Antropométrica* (25-75). Sydney: Editorial UNSW
- O'Brien, K.K., Montain, S.J., Corr, W.P., Sawka, M.N., Knapik, J.J., & Craig S.C. (2001) Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainees. *Mil Med*, 166,405–10.
- O'Connell, B.N., Weinheimer, E.M., Martin,B.R. ,Weaver,C.R., & Campbell,W.W.(2011).Water Turnover Assessment in Overweight Adolescents .*Obesity* ,19, 292–297.
- O'Hara, J.P., Jones, B.L., Tsakirides, C., Carroll, S., Cooke, C.B., & 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), 790-6.
- OMS (2010).*Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Recuperado http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977_spa.pdf el 11/08/2015.
- O'Neal, E.K., Poulos, S.P., & Bishop, P.A. (2012). Hydration profile and influence of beverage contents on fluid intake by women during outdoor recreational walking. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 3971-82. doi: 10.1007/s00421-012-2372-2.
- Oppliger R.A., & Bartok C. (2002). Hydration Testing of Athletes. *Sports Medicine*, 32, (15), 959-71.
- Oppliger, R.A., Magnes, S.A., Popowski, L.A., & Gisolfi,C.V.(2005) Accuracy of Urine Specific Gravity and Osmolality as Indicators of Hydration Status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15, 236-251

- Osterberg, K.L., Horswill, C.A., & Baker, L.B. (2009) Pregame Urine Specific Gravity and Fluid Intake by National Basketball Association Players During Competition *Journal of Athletic Training*, 44(1), 53–57
- Pagana, K.D., & Pagana, T.J. (2010). *Mosby's Manual of Diagnostic and Laboratory Tests*, 4th ed. St. Louis: Mosby Elsevier.
- Palacios Gil-Antuñano, N. (Coord), Franco Bonafonte, L., Manonelles Marqueta, P., Manuz González, B., & Villegas García, J.A. (2008): consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, VOLUMEN XXV, 126, 245-258.
- Palmer, M.S. & Spriet, L.L. (2008) Sweat rate, salt loss, and fluid intake during an intense on-ice practice in elite Canadian male junior hockey players. *Appl Physiol Nutr Metab.* 33(2), 263-71.
- Palmer, M.S., Logan, H.M., & 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.
- Peña, J.C. (2008) ¿Es fisiológicamente recomendable ingerir mucha agua y es esta conducta correcta? *Acta médica Grupo Ángeles*, 6(4)
- Perigard, C. (2003) *Análisis clínicos*. En: Gennaro, A.R., Remington: Farmacia. 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., & 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.
- Petri, N.M., Dropulic, N., & Kardum, G. (2006) Effects of voluntary fluid intake deprivation on mental and psychomotor performance. *Croat. Med. J.*, 47(6), 855-61
- Phillips, S.M., Sykes, D. & Gibson, N. (2014) Hydration Status and Fluid Balance of Elite European Youth Soccer Players during Consecutive Training Sessions *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 817-822

- Pompermayer, M.G., Rodrigues, R., Baroni, B.M., Lupion, R.O., Meyer, F., & Vaz, M.A. (2014). Reidratação durante exercício no calor reduz o índice de esforço fisiológico em adultos saudáveis *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 16(6), 629-637
- Popowski, L.A., Oppliger, R.A., Lambert, G.P., Johnson, R.F., Johnson, A.K., & Gisolfi, C.V. (2001): Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33, 747–53.
- Public Health Agency of Canadá (2002). *Canada's Physical Activity for Children*. <http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/hl-mvs/pa-ap/05paap-eng.php>. Extraído el 11/08/2015.
- Public Health Agency of Canadá(2002). *Canada's Physical Activity for Youth*. <http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/hl-mvs/pa-ap/06paap-eng.php>. Extraído el 11/08/2015.
- Putriana, D. & Dieny, F.F. (2014). Konsumsi cairan periode latihan dan status hidrasi setelah latihan pada atlet sepak bola remaja *Journal of Nutrition College*, 3 (4), 689-697
- Quesada, Ruiz, Montes, & Ortega de Heredia (2006). *Pruebas de laboratorio y funcionales*. En Govantes, Lorenzo y Govantes: Manual Normon.8ª edición.
- Reese J. (1991). *Fluid volume deficit*, chapters 1 and 2. In Maas M et al., eds. *Nursing Diagnoses and Interventions for the elderly*. Redwood City, CA: Addison-Wesley Nursing., 131-142.
- Remick ,D., Chancellor, K., Pederson, J., Zambraski, E.J., Sawka, M.N., & Wenger, C.B.(1997) Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers—North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November–December 1997. *Morb Mortal Wkly Rep*, 47,105–8
- Richmond, C.A. (2001).Effects of hydration on febrile temperature patterns in rabbits. *Biol Res Nurs.*, 2(4), 277-91.
- Rico-Sanz, J., Frontera, W., Rivera, M., Rivera- Brown, A., Mole, P. & Meredith, C. (1996). Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *Int J Sports Med*, 17 (2), 85-91.
- Ritz, P., & Berrut, G. (2005). The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutr. Rev*, 63(6 Pt 2), S6-13.

- Rivera- Brown, A.M., Gutierrez, J.C., Frontera W.R., & Bar-Or, O. (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat acclimatized boys. *J. Appl. Physiol.*, 86 (1), 78-84.
- Rivera Brown, A.M., Torres, M., Ramirez Marrero ,F., & Bar-Or O.(1999) Drink Composition, voluntary drinking and fluid balance and exercising, trained, heat acclimatized girls (abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.*, 31 (5 Supplement) S92.
- Rivera-Brown, A.M., & De Félix-Dávila RA. (2012) Hydration status in adolescent judo athletes before and after training in the heat. *Int J Sports Physiol Perform.* 7(1), 39-46
- Rodriguez- Santana, J., Rivera-Brown, A., Frontera ,W., Rivera, M., Mayol, P., & Bar-Or, O.(1995) Effect of drink pattern and solar radiation on thermoregulation and fluid balance during exercise in chronically heat acclimatized children. *Am. J. Hum. Biol.*, 7, 643-650.
- Roland, D., Clarke, C., Borland, M., & Pascoe, E. M. (2010). Does a standardized scoring system of clinical signs reduce variability between doctors' assessments of the potentially dehydrated child? *Journal of Paediatrics and Child Health*, 46, 103-107.
- Rosés, J.M. y Pujol, P. (2006).Hidratación y ejercicio físico. *Apunts de medicina de l'sport*, 150, 70-77
- Fairclough, S., & Stratton, G. (2005). Physical education makes you fit and healthy. Physical education's contribution to Young people's physical activity levels. *Health Education Research*, 20(1), 14–23.
- Saat, M., Gamini, R, Singh, R., & Tochiara, Y. (2005) Effects of Short-term Exercise in the Heat on Thermoregulation, Blood Parameters, Sweat Secretion and Sweat Composition of Tropic-dwelling Subjects. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24, 541–549.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J., & Stachenfeld, N.J. (2007). Exercise and fluid replacement.*Med Sci Sports Exerc*, 39, 377–390.
- Sawka, M.N., & Coyle, E.F. (1999). Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. In: Holloszy, ed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. Vol 27. Baltimore, MD: Lippincott, Williams & Wilkins., 167–218.
- Schoeller, D. A., Kushner, R.F., Taylor, P., Dietz, W.H., & Bandini, L. (1985). Measurement of total body water: isotope dilution

- techniques. In Roche AF (ed): "Body composition assessments in youth and adults." Columbus, OH: Ross Laboratories, 1985.
- Selga, G. & Lāriņš, V. (2008) Necesidades de ingesta de fluidos en pruebas deportivas. *Sociedad y salud*, 38. Traducido del letón el 20/08/2010.
- Senay, L.C. Jr., & Christensen, M.L... (1965) Changes in blood plasma during progressive dehydration. *J Appl Physiol*, 20, 1136–40.
- Ship, J. A., & Fischer, D.J. (1999). Metabolic indicators of hydration status in the prediction of parotid salivary-gland function. *Arch Oral Biol*, 44, 343–50.
- Shirreffs, S., & Maughan, R. (1998) Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Med Sci Sports Exerc*, 30, 1598–1602,
- Shirreffs, S.M. (2003) Markers of hydration status. *Eur J Clin Nutr*, 57(Suppl 2), 6–9,
- Shirreffs, S.M. (2009). Hydration, fluids and performance. Symposium on 'Performance, exercise and health' *Proceedings of the Nutrition Society*, 68, 17–22. doi: 10.1017/S002966510800877X
- Silva, R.P., Mündel, T., Natali, A.J., Bara Filho, M.G., Lima, J.R., Alfenas, R.C., Lopes, P.R., Belfort, F.G., & Marins, J.C. (2011). Fluid balance of elite Brazilian youth soccer players during consecutive days of training. *J Sports Sci*. 29(7), 725-32.
- Speedy, D.B., Noakes, T.D., & Schneider C. (2001) Exercise-associated hyponatremia: a review. *Emerg Med (Fremantle)*, 13, 17–27.
- Stofan, J.R., Zachwieja, J.J., Horswill, C.A., Murray, R., Anderson, S.A., & Eichner, E.R. (2005). Sweat and sodium losses in NCAA football players: a precursor to heat cramps? *Int. J. Sport Nutr.*, 15, 641.
- Stover, E.A., Zachwieja, J., Stofan, J., Murray, R. & Horswill, C.A. (2006) Consistently high urine specific gravity in adolescent American football players and the impact of an acute drinking strategy. *Int J Sports Med.*, 27(4), 330-5.
- Stover, E. A.; Petrie, H.J.; Pässe, D., Horswill, C.A., Murray, B., & Wildman, R. (2006). Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31, 3, (1), 320-327(8)
- Strasinger, S. K., & Di Lorenzo, M. S. (2008). Análisis de orina y de los líquidos corporales (5ª ed.). Madrid, España: Panamericana.

- Sun, J. M., Chia, J. K., Aziz, A. R., & 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(4),261-5.
- Szinnai, G., Schachinger, H., Arnaud, M. J., Linder, L., & Keller, U. (2005). Effect of water deprivation on cognitive-motor performance in healthy men and women. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*; 289(1), R275-80.
- Tomprowski, P. D., Beasman, K., Ganio, M.S., & Cureton, K. (2007). Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *Int. J. Sports Medicine*, 28(10), 891-6
- Ulate Montero, G. (2006). *Fisiología Renal*. San José: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J. M., Julia-Sanchez, S., & Álvarez-Herms, J. (2013) Protocolo de hidratación antes, durante y después de la actividad físico-deportiva. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 31, 57-76
- Utter, A. C., Quindry, J.C., Emerenziani, G.P., & Valiente, J.S. (2010) Effects of rooibos tea, bottled water, and a carbohydrate beverage on blood and urinary measures of hydration after acute dehydration. *Res Sports Med.*, 18(2), 85-96.
- Utter, A. C., McAnulty, S.R., Sarvazyan, A., Query, M.C., & Landram, M. J. (2010) Evaluation of ultrasound velocity to assess the hydration status of wrestlers *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 6
- Valiente, J. S., Utter, A. C., Quindry, J. C., & Nieman, D.C. (2009) Effects of commercially formulated water on the hydration status of dehydrated collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res.*, 23(8), 2210-6.
- Virvidakis, C., Lokas, A., Mayopoulou-Symvoulidou, D., & Mountokalakis T. (1986) Renal Responses to Bicycle Exercise in Trained Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 7, 86-88.
- Visus, F.S-V.; Moráis López, A., Ibáñez, J., Dalmau Serra, J., & Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría (2013) Recomendaciones nutricionales para el niño deportista. *An Pediat* <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2013.08.007>

- Volpe, S. L., Poule, K.A., & Bland, E.G. (2009). Estimation of Prepractice Hydration Status of National Collegiate Athletic Association Division I Athletes. *Journal of Athletic Training, 44*(6), 624–629
- Vukašinović-Vesić, M., Andjelković, M., Stojmenović, T., Dikić, N., Kostić, M., & Ćurčić, D. (2014). Sweat rate and fluid intake in young elite basketball players on the FIBA Europe U20 Championship. *Vojnosanit Pregl*. doi: 10.2298/VSP140408073V
- Watson, G., Judelson, D. A., Armstrong, L.E., Yeargin, S.W., Casa, D.J., & Maresh, C.M. (2005). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive sprint and power performance. *Med Sci Sports Exerc, 37*, 1168–1174.
- Weitkunat, T., Knechtle, B., Knechtle, P., Rüst, C. A., & Rosemann, T. (2012). Body composition and hydration status changes in male and female open-water swimmers during an ultra-endurance event. *Journal of Sports Sciences, 30*(10), 1003-1013
- Wilk, B., & Bar-Or, O. (1995). Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *J. Appl. Physiol., 80* (4), 1112-1117.
- Wilk, B., Kriemler, S., Keller, R., & Bar-Or O. (1998). Consistency in preventing voluntary dehydration in boys who drink a flavored carbohydrate- NaCl beverage during exercise in the heat. *Int. J. Sport. Nutr., 8*, 1-9.
- Yankanich, J., Kenney, W., Fleck, S., & Kraemer, W. (1998). Precompetition weight loss and changes in vascular fluid volume in NCAA Division I college wrestlers. *J Strength Cond Res, 12*, 138–145.
- Yasumura, S., Cohn, S. H., & Ellis, K. J. (1983). Measurement of extracellular space by total body neutron activation. *Am J Physiol, 244*, 36–40.

Anexos

ANEXO I. DOCUMENTO APROBACIÓN COMISIÓN BIOÉTICA



UNIVERSIDAD
DE MURCIA
COMISIÓN DE BIOÉTICA

INFORME DE LA COMISIÓN DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

Jaime Peris Riera, Catedrático de Universidad y Secretario de la Comisión de Bioética de la Universidad de Murcia

CERTIFICA:

Que D. Juan Luis Yuste Lucas y D. José Vicente García Jiménez han presentado el proyecto de tesis titulado "*Niveles de deshidratación alcanzados en escolares durante la práctica deportiva extraescolar*", doctorando D. Antonio Martínez Camacho, a la Comisión de Bioética de la Universidad de Murcia.

Que dicha Comisión analizó toda la documentación presentada, y de conformidad con lo acordado el día 27 de octubre de 2010¹, acuerda por unanimidad emitir informe favorable.

Y para que conste y tenga los efectos que correspondan, firmo esta certificación, con el visto bueno del Presidente de la Comisión, en Murcia 27 de octubre de 2010.

Vº Bº
EL PRESIDENTE DE LA COMISIÓN
DE BIOÉTICA DE LA UNIVERSIDAD DE
MURCIA

Fdo.: Juan María Vázquez Rojas

¹ A los efectos de lo establecido en el art. 27.5 de la Ley 30/1992 de 26 de noviembre de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del P.A.C. (B.O.E. 27-11), se advierte que el acta de la sesión citada está pendiente de aprobación

ANEXO II. CONSENTIMIENTO INFORMADO DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado padre/madre, tutor/a del menor con:

Nombre y apellidos.....de.....años de edad y con DNI nº....., me dirijo a Vd. para informarle que, desde la Universidad de Murcia, D. Antonio Martínez Camacho, con DNI: 34815459Z, va a llevar a cabo su Tesis Doctoral titulada: **“Niveles de deshidratación alcanzados en escolares durante la práctica deportiva extraescolar”**, necesitando para ello la obtención de parámetros de orina, cineantropométricos, compromiso fisiológico (respuesta cardíaca) y motor (filmación de los partidos con cámara de vídeo) y cansancio percibido (cuestionario).

Al respecto, como padre/madre, tutor/a del menor, manifiesta que ha sido informado/a de:

1. Los beneficios que supone la obtención de dichos parámetros con el fin de mejorar el trabajo que se está llevando a cabo en la práctica deportiva extraescolar realizada por escolares de Educación Primaria.

2. La no existencia de perjuicio para la integridad del niño a la hora de proceder a la recogida de dichos datos.

Por otra parte, indica que se le ha notificado sobre el proceso que se llevará a cabo para la obtención de: 1. La muestra de orina antes del calentamiento y después de los partidos u otra actividad deportiva individual; 2. Temperatura corporal; 3. Tensión arterial y frecuencia cardíaca basal; 4. Variables cineantropométricas según protocolo The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) y Grupo Español de Cineantropometría (GREC); 5. Registro del compromiso fisiológico mediante el uso del POLAR TEAM² durante los partidos o práctica deportiva individual que se analicen; 6. Compromiso motor mediante filmaciones de los partidos o actividades individuales; y 7. Cansancio percibido mediante un cuestionario a rellenar por el menor al finalizar el partido u otra actividad deportiva individual que se analice, y de que los resultados desprendidos del mismo, serán difundidos en congresos, revistas científicas, capítulos de libros, entre otros; protegiendo en todo momento la intimidad y la imposibilidad de identificación de los participantes a la hora de llevar a cabo dicha difusión científica de los resultados en los medios indicados.

He sido también informado/a de que los datos personales de mi hijo serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con las garantías de la ley 15/1999 de 13 de diciembre.

Tomando ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO a la recogida de datos (variables cineantropométricas, respuesta cardíaca, tensión arterial, temperatura corporal, cansancio percibido, entre otros), tengan lugar y sea utilizada para cubrir los objetivos especificados en la Tesis Doctoral.

Fdo. D/Dña (padre/madre, tutor/a)

(Indique su nombre, apellidos, D.N.I. y firma)

En Murcia a de de 2010

ANEXO III. HOJA DE REGISTRO DE PESO ANTES Y DESPUÉS DE LA PRUEBA

Código asignado al participante	Peso Inicial (Kg)	Peso final (Kg)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		

ANEXO IV. Hoja de registro de tiempos y temperaturas.

CÓDIGO	TEMP. 1º TR	TIEMPO 1ª	TEMP 2ª	TIEMPO 2ª	TEMP FINAL	TF
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

ANEXO V. Escala de percepción del esfuerzo de Borg.

Escala de percepción de Esfuerzo Borg (15)

índice	Descripción
6	No se sienta nada
7	Extremadamente suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Suave
12	
13	Ligeramente fuerte
14	
15	Fuerte
16	
17	Muy fuerte
18	
19	Muy, muy fuerte
20	Esfuerzo máximo

Escala de percepción de Esfuerzo Borg (10)

índice	Descripción
0	Reposo
1	Muy, muy fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Máximo