

UNIVERSIDAD DE
MURCIA



FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EXPRESIÓN
PLÁSTICA, MUSICAL Y DINÁMICA

REPOSICIÓN HÍDRICA Y SU EFECTO
SOBRE LA PÉRDIDA DE PESO Y
DESHIDRATACIÓN EN JUGADORES
DE FÚTBOL SALA

Tesis doctoral presentada por:
D. Juan José García Pellicer

Dirigida por:

Dr. D. Juan Luis Yuste Lucas

Murcia, Julio de 2009

INDICE

	Pág.
JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	5
MARCO TEÓRICO	9
II.1. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS RELACIONADAS CON LA PRÁCTICA DEL FÚTBOL SALA	9
II.1.1. ORÍGENES DEL FÚTBOL SALA	9
II.1.2. REGLAMENTO DEL FÚTBOL SALA	12
II.1.3. REQUERIMIENTOS FISIOLÓGICOS DE LA PRÁCTICA DEL FÚTBOL SALA	23
II.1.3.1. Resistencia en fútbol sala	23
II.1.3.2. Fuerza en fútbol sala	25
II.1.3.3. Velocidad en fútbol sala	26
II.1.3.4. Flexibilidad en fútbol sala	29
II.1.3.5. Revisión sobre indicadores fisiológicos en fútbol sala	29
II.2. DESHIDRATACIÓN, SIGNOS Y SÍNTOMAS	34
II.2.1. DESHIDRATACIÓN Y EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO	37
II.2.2. INDICADORES DEL ESTADO DE DESHIDRATACIÓN	44
II.2.3. CAMBIOS EN EL PESO CORPORAL: HERRAMIENTA PARA VALORAR LA DESHIDRATACIÓN	47
II.3. FISIOLOGÍA. REGULACIÓN DEL AGUA	51
II.4. HIDRATACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES	56
II.4.1. CONDICIONES AMBIENTALES Y EFECTO SOBRE LA DESHIDRATACIÓN	56
II.4.2. CONDICIONES AMBIENTALES Y EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO	59
II.5. HIDRATACIÓN Y CONSUMO DE BEBIDAS	62
II.5.1. FACTORES MODIFICANTES EN LA INGESTA DE LÍQUIDOS	62

II.5.2. BEBIDAS DEPORTIVAS	65
II.5.3. RECOMENDACIONES DE INGESTA DE LÍQUIDOS	67
II.5.4. HIPERHIDRATACIÓN	69
II.6. REPOSICIÓN HÍDRICA Y ACTIVIDAD FÍSICA	71
II.6.1. HIDRATACIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICA	71
II.6.2. CONSECUENCIAS DE LA DESHIDRATACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD FÍSICA	74
II.6.3. HIDRATACIÓN Y DEPORTES DE EQUIPO	83
III. HIPÓTESIS	87
IV. MATERIAL Y MÉTODO	88
IV.1. MUESTRA	88
IV.2. INSTRUMENTOS	90
IV.3. DISEÑO	92
IV.3.1. TIPO DE DISEÑO	92
IV.3.2. VARIABLES DEL DISEÑO	92
IV.3.2.1. Protocolo para la obtención de datos	92
IV.3.2.2. Variables independientes	101
IV.3.2.3. Variables dependientes	102
IV.3.2.4. Variables contaminadoras	102
IV.4. ENTRENAMIENTO DEL EXPLORADOR	104
IV.5. PRUEBAS DE FIABILIDAD	106
IV.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	109
V. RESULTADOS OBTENIDOS	110
V.1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS	110
V.1.1. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES A LA CANTIDAD DE MINUTOS DE ACTIVIDAD	110
V.1.2. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES AL PESO PERDIDO	121

V.1.3. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES AL VOLUMEN DE LÍQUIDO INGERIDO	130
V.1.4. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE PESO PERDIDO	138
V.2. INFERENCIALES	154
V.2.1. PESO PERDIDO EN FUNCIÓN DEL PARTIDO JUGADO	154
V.2.2. LÍQUIDO INGERIDO EN FUNCIÓN DEL PARTIDO JUGADO	159
V.2.3. PORCENTAJE DE PESO PERDIDO EN FUNCIÓN DEL PARTIDO JUGADO	160
V.3. CORRELACIONES	161
V.3.1. CORRELACIÓN MINUTOS DE ACTIVIDAD Y PORCENTAJE DE PESO PERDIDO	161
VI. DISCUSIÓN	172
VII. CONCLUSIONES	179
VIII. LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN	181
VIII.1. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN	181
VIII.2. PROSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN	183
IX. BIBLIOGRAFÍA	184
X. ANEXOS	209
X.1. ANEXO I	209
X.2. ANEXO II	211
X.3. ANEXO III	213
X.4. ANEXO IV	214
X.5. ANEXO V	217
X.6. ANEXO VI	218

I. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La población que realiza práctica de actividad física, lo hace bajo una gran variedad de condiciones ambientales (temperatura, humedad, exposición al sol y viento, etc.). Dependiendo de la tasa metabólica, las condiciones ambientales y la ropa utilizada, el ejercicio puede inducir a elevaciones significativas en la temperatura corporal (Sawka y cols., 2007). El aumento en la temperatura corporal provoca respuestas de pérdida de calor: aumento del flujo sanguíneo hacia la piel y aumento de la secreción de sudor (Sawka y cols., 1996; Sawka y Young, 2005). Es importante destacar que, además de contener agua, el sudor contiene sales minerales. Si no se reponen adecuadamente, pueden desarrollarse desequilibrios de agua y electrolitos (deshidratación e hiponatremia) y tener un impacto negativo en el rendimiento deportivo e incluso en la salud de los individuos (Casa y cols., 2005; Institute of Medicine, 2005).

El estudio que hemos llevado a cabo trata sobre el control y valoración de la hidratación, como una variable fisiológica directamente relacionada con el rendimiento de los deportistas (Cheuvront y cols., 2003; Coyle, 2004; Sawka y cols., 2007; Palacios y cols., 2008). Se enmarca dentro del ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

En los últimos años el interés de la sociedad por nuevas modalidades deportivas ha experimentado un gran auge, ampliando la oferta tanto a nivel de usuario como de espectador a las ya clásicas de fútbol y baloncesto. Así, deportes antaño minoritarios, como el fútbol sala, cobran fuerza y cuentan cada vez con mayor número de seguidores y practicantes. El deporte del fútbol sala ha alcanzado, en los últimos quince años, la profesionalización de sus participantes a todos los niveles, desde jugadores hasta directivos, pasando por miembros del cuerpo técnico como preparadores físicos, médicos, fisioterapeutas, nutricionistas o psicólogos. Dicha profesionalización provoca a su vez que aumente el interés por el empleo de herramientas que potencien el rendimiento de los jugadores, al tiempo que se hace evidente la necesidad de controlar las variables que pudieran alterar la lógica interna del deporte.

De esta manera surgen estudios dentro del marco fisiológico, psicológico y praxiológico motivados por el hecho de conocer más acerca de cada deporte, pero también por la posibilidad de ofrecer a los profesionales de cada club herramientas que ayuden a potenciar el rendimiento de sus equipos.

A través de la investigación, campos como la nutrición y la fisiología del ejercicio han desarrollado un crecimiento paralelo al servicio del rendimiento deportivo, teniendo como fin optimizar los resultados y la actuación de los deportistas tanto en el entrenamiento como en situación real de competición.

Se han dado casos en los que por falta de conocimiento e información, los deportistas realizan una serie de hábitos y prácticas alimentarias erróneas que influyen directamente en su estado de salud y en su desempeño durante el entrenamiento y la competición. Frecuentemente, los entrenadores sólo se basan en su experiencia personal para recomendar al deportista ciertas prácticas alimentarias que muchas veces no son las más adecuadas.

Una de las prácticas alimentarias erróneas que comúnmente llevan a cabo los deportistas es un deficiente consumo de líquidos durante el entrenamiento y en su vida diaria, lo que conlleva a una deshidratación progresiva (Palacios y cols., 2008). Por tanto, valorar las pérdidas por sudor y conocer los hábitos de hidratación de los deportistas antes, durante y después del entrenamiento nos podría ayudar a recomendar un adecuado programa de hidratación y ayudar a un eficiente desempeño deportivo.

La inadecuada ingesta de líquidos puede llevar a los deportistas a un estado de deshidratación. En la práctica deportiva la deshidratación es una de las causas principales de la disminución de la capacidad y rendimiento físico del atleta. La deshidratación afecta al rendimiento porque (Palacios y cols., 2008):

- Disminuye la obtención de energía aeróbica por el músculo.
- El ácido láctico no puede ser transportado lejos del músculo.
- Disminuye la fuerza.

Además, la pérdida de líquidos que provoca la disminución del 1 al 2% del peso corporal, compromete funciones fisiológicas y cognitivas del individuo y tiene efectos negativos en el rendimiento (Sawka y cols., 1988; Chevront y cols., 2003; Coyle, 2004; Sawka y cols., 2007).

Cobra así importancia nuestra preocupación por estudiar y analizar los hábitos hídricos de los jugadores, ya que numerosos estudios del mismo corte con distintos deportes, concluyeron que la ingesta de líquidos era insuficiente para paliar las necesidades del organismo (Broad y cols., 1996; Luliano y cols., 1998; Cox y cols., 2002; Maughan y cols., 2004).

Siendo tan importante la ingesta de líquidos durante la realización de ejercicio físico (ACSM, 1996a; Burke y Hawley, 1997; Abt y cols., 1998), resulta necesaria una investigación sobre como los equipos plantean las necesidades hídricas de sus jugadores y sobre como las pérdidas de líquido pueden afectar a su rendimiento. Una manera sencilla de valorar dichas pérdidas es a través de la cuantificación de las pérdidas de peso corporal, junto con la ingesta de líquidos por parte de los jugadores. Si el deportista se pesa en las mismas condiciones antes y después de la actividad física, se determina el grado de deshidratación provocado por el ejercicio.

La pérdida del peso corporal generalmente se corresponde con la pérdida de agua. Si se llevan a cabo los controles adecuados, los cambios en el peso corporal pueden dar una estimación más sensible de los cambios agudos en el agua corporal total que las mediciones repetidas de los métodos de dilución (Gudivaka y cols., 1999). Por ello, la monitorización del peso corporal es un procedimiento simple, válido y no invasivo que permite detectar variaciones en la hidratación mediante el cálculo de la diferencia en el peso corporal antes y después del ejercicio.

Este estudio ha consistido en analizar los cambio de peso corporal, los volúmenes de ingesta de líquidos y de excreción de orina, a los jugadores del Elpozo Murcia Fútbol Sala durante la disputa de seis partidos oficiales correspondientes a la Liga Regular de la División de Honor de Fútbol Sala.

Hemos seleccionado el deporte del fútbol sala por varias razones. En primer lugar nos ofrece la posibilidad de analizar la reposición hídrica de jugadores en situaciones reales de competición, elemento éste que se ve reducido en gran parte de los artículos publicados, ya que en muchas ocasiones al tratarse de deportistas de primer nivel los investigadores se ven obligados a simular dichas situaciones. Cabe señalar un estudio con jugadores de waterpolo (Cox y cols., 2002), en el que los resultados sobre sudoración e ingesta de líquidos se duplicaban de la toma de muestras en entrenamiento a la efectuada en situación real de competición.

En segundo lugar debemos destacar el auge de la práctica de fútbol sala en nuestro país, apoyado por los éxitos cosechados en este deporte tanto por la selección nacional masculina (doble campeona del Mundo y triple de Europa), como a nivel de clubes (Inter Movistar ha sido cuatro veces campeón de Europa y Elpozo Murcia y Lobelle de Santiago han conquistado la Recopa de Europa). Estos éxitos han derivado en una profesionalización del deporte a todos los niveles, tanto de jugadores como integrantes de cuerpo técnico, lo que a su vez ha aumentado el

interés y los estudios por las variables tanto tácticas como físicas y fisiológicas que pudieran afectar al rendimiento de los equipos.

En tercer y último lugar, señalemos la ventaja que supone para el desarrollo de nuestro estudio, el hecho de que en la Región de Murcia, compitan dos equipos en División de Honor, máxima categoría a nivel nacional. Esto nos permite acceder a una muestra de este deporte implicada al mayor nivel y augura la posibilidad de establecer una continuidad en nuestra investigación en años posteriores.

Al término de nuestra investigación se pretende haber alcanzado la consecución de los siguientes objetivos:

1. Analizar los niveles de pérdida de peso corporal en jugadores profesionales de fútbol sala durante la disputa de partidos oficiales.
2. Comparar el nivel de deshidratación en cada uno de los partidos oficiales analizados en función del peso perdido.
3. Determinar y comparar el tiempo de juego de cada deportista, niveles de deshidratación detectados y volumen de líquido ingerido.
4. Comparar los niveles de deshidratación según el volumen de líquido ingerido y el tiempo de actividad en partidos oficiales.

II. MARCO TEÓRICO

II.1. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS RELACIONADAS CON LA PRÁCTICA DEL FÚTBOL SALA

II.1.1. ORÍGENES DEL FÚTBOL SALA

Los orígenes de este están en Uruguay en 1930, cuando la selección de dicho país se había proclamado campeona del mundo de fútbol.

En las calles de Montevideo los niños jugaban al fútbol en campos de baloncesto debido a la falta de campos de fútbol disponibles, de manera que, el profesor Juan Carlos Ceriani, decidió plantear unas normas que adaptaran el deporte del fútbol a un campo de dimensiones reducidas y habitualmente destinado a la práctica de otros deportes. Así y basándose en reglas del waterpolo, balonmano y baloncesto redactó las primeras reglas de un nuevo deporte. Algunas de las reglas básicas que se adoptaron fueron: cinco jugadores en el campo (baloncesto), duración del partido de 40 minutos (baloncesto), un balón que no alcanzara mucha altura tras el bote, porterías pequeñas (balonmano), medidas del campo (balonmano) y reglamentación relacionada con los porteros (waterpolo) (Gozalo y cols., 2001). Inicialmente se le llamó "fútbol de salón". Causó sensación en Uruguay, pasando posteriormente a Paraguay, Brasil, Chile, Argentina, Perú y de allí a España y al resto del mundo.

En nuestro país se introdujo sobre el año 1972 (Pérez, 2005). Son muchos los que coinciden en afirmar que fue en el Club YMCA de Madrid, el primer lugar donde se practicó este deporte, cosa que por otra parte, no tiene nada de extraño, pues el citado club estaba constituido por una asociación de jóvenes católicos (A.J.C.), homónima de las de Paraguay y Brasil en las que, como ya hemos dicho, fueron de los primeros países en donde se practicó este deporte. En 1977, se jugó por primera vez, con carácter oficial, el Campeonato de Castilla de Clubes de fútbol sala.

El Consejo Superior de Deportes (C.S.D.), decidió que dependiera del Comité Nacional de Fútbol Aficionado de la Real Federación Española de Fútbol (R.F.E.F.). Un año más tarde, la R.F.E.F. dio instrucciones a sus Federaciones Territoriales para que organizaran torneos oficiales de fútbol sala, pero éstas no demostraron gran interés, a pesar de lo cual se fueron incorporando paulatinamente a la competición (Gozalo y cols., 2001).

En sus inicios se jugaba fundamentalmente por diversión. En Madrid dos conocidos periodistas: José María García y Juan Manuel Gozalo, a los que les gustaba practicar este deporte crearon afición y arrastraron a muchos otros a su práctica. Fundaron cada uno un club, Interviú/Hora 25 y Unión Sport respectivamente. Con sus equipos jugaban encuentros amistosos, torneos de exhibición en las fiestas de los pueblos, etc. Ya tenían jugadores brasileños y algunos grandes futbolistas retirados como Amancio, José Luis Peinado, Adelardo, Ufarte, Potele, etc. jugaban con ellos.

Se crearon también equipos en Galicia y Cataluña, pero cada uno jugaba en su región (Gozalo y cols., 2001).

Con el paso de los años, aquellos que lo practicaban, se dieron cuenta de que el fútbol sala era una disciplina claramente diferenciada del fútbol "11". El nuevo deporte tenía entidad propia con rasgos y caracteres propios y requería una preparación física diferente a la del fútbol 11. Demandaba una gran movilidad y continuos cambios de ritmo en el terreno de juego sin tiempo para recuperarse.

Al inicio de los años 80 surgieron las primeras competiciones nacionales a pesar de las dificultades y polémicas motivadas por el control del nuevo deporte. En 1982, ante la actitud obstaculizadora de la R.F.E.F. hacia los practicantes del fútbol sala, surgieron opiniones divididas entre sus dirigentes. Por un lado los que creían que un deporte tan joven y con tan corta historia no debía de abandonar la R.F.E.F. y por otro lado los que opinaban lo contrario (Pérez, 2005).

Un grupo liderado por Antonio Alberca y Teodosio Carbonell y los equipos que arrastró el equipo Interviú/Hora 25 se escindió de la R.F.E.F. para crear la Federación Española de Fútbol Sala (F.E.F.S.). El grupo, con la ayuda del abogado Germán Rodríguez y 53 clubes, presentó en el Registro General del Consejo Superior de Deportes el 22 de abril de 1982 la solicitud de creación de la nueva Federación Española de Fútbol Sala (F.E.F.S.) (Gozalo y cols., 2001).

En 1985, la F.E.F.S. en colaboración con la Federación Internacional de Fútbol Sala (F.I.F.U.S.A.) organizó en España el II Campeonato Mundial de Fútbol Sala, con la participación de 12 países. Los encuentros se disputaron en 15 ciudades españolas. Incluso sin contar con el apoyo del C.S.D., el torneo se celebró con un gran éxito de espectadores. La final que disputaron las Selecciones de Brasil y España en el Palacio de los Deportes de Madrid, batió el récord de espectadores en un partido de fútbol sala en España hasta esa fecha e incluso fue retransmitida por Televisión Española.

El 4 de febrero de 1986, el C.S.D. inscribe a la Federación Española de Fútbol Sala en el Registro Nacional de Asociaciones y Federaciones Deportivas, con el número 54, casi cuatro años después de su solicitud de inscripción. El 4 de diciembre de ese mismo año, el Comité Olímpico Español (C.O.E.) reconoce y admite a la F.E.F.S. como miembro de pleno derecho del C.O.E.

A pesar de todos estos reconocimientos legales, la R.F.E.F. durante estos años siguió obstaculizando el desarrollo del fútbol sala, hasta conseguir su desinscripción del Registro Nacional de Asociaciones y Federaciones Deportivas del C.S.D., lo que dejó a la F.E.F.S. sin derecho a las subvenciones anuales y la ahogaron económicamente.

Estos acontecimientos crearon momentos de gran confusión y división hasta que los equipos de fútbol sala de la máxima categoría de la F.E.F.S. y de la R.F.E.F. crearon la Liga Nacional de Fútbol Sala (L.N.F.S.), reconocida por la R.F.E.F. en el año 1990.

Con el fin de organizar este deporte a nivel nacional en el resto de categorías, se creó en 1994 el Comité Nacional de Fútbol Sala (C.N.F.S.) dentro del organigrama de la R.F.E.F. que suponía la práctica unificación del fútbol sala español en todas las categorías (Gozalo y cols., 2001).

En la Región de Murcia a finales de los 70 y principio de los 80 aparecen los primeros clubes de fútbol sala que participan en competiciones a nivel nacional. En concreto, en esa época, había tres clubes de la región participando en competiciones a nivel nacional: Alcantarilla F.S. de esa localidad, Salazones Diego de San Pedro del Pinatar y Club Joyita de Murcia.

A través de éste último club hizo su entrada la empresa Elpozo Alimentación en el fútbol sala, primero patrocinándolo y después adquiriendo sus derechos federativos. Este equipo, Elpozo es quien ha obtenido los mayores logros del deporte murciano en su historia, al proclamarse campeón de Liga en cuatro ocasiones 1998, 2006, 2007 y 2009, entre otros títulos, convirtiéndose así en un referente del fútbol sala tanto a nivel nacional como internacional.

Además, en los últimos años el fútbol sala nacional se ha situado a la cabeza de este deporte también a nivel mundial. Los recientes éxitos obtenidos por la Selección Española de Fútbol Sala, doble campeona del mundo y de Europa, así como los de algunos de los clubes españoles, como Caja Segovia y Playas de Castellón como campeones de Europa; Elpozo Murcia y Autos Lobelle de Santiago como campeones de la Recopa de Europa e Interviu Fadesa, este último campeón el pasado año

2008 por tercera vez consecutiva de la Copa Intercontinental, demuestran que junto con Brasil, España es la primera potencia mundial en éste deporte.

II.1.2. REGLAMENTO DEL FÚTBOL SALA

A continuación pasamos a describir las líneas esenciales del reglamento del fútbol sala, centrandó nuestra atención en las más importantes a tener en cuenta para nuestra investigación, tales como el número de jugadores, motivos de entrada y salida del campo o ingesta de líquidos. Toda la información relativa al reglamento procede del documento de reglas de la R.F.E.F., que rige las competiciones nacionales de fútbol sala desde el año 2007.

II.1.2.1. La superficie de juego

Dimensiones: La superficie de juego será rectangular y su longitud será siempre mayor que su anchura.

- Longitud: mínimo 25 mt., máximo 42 mt..
- Anchura: mínimo 15 mt., máximo 25 mt.

En partidos internacionales:

- Longitud: mínimo 38 mt., máximo 42 mt.
- Anchura: mínimo 18 mt., máximo 25 mt.

Marcación: La superficie de juego se marcará con líneas. La superficie estará dividida en dos mitades por una línea media, denominada línea de medio campo.

El centro de la superficie estará indicado con un punto, situado en el centro de la línea de medio campo, alrededor del cual se trazará un círculo con un radio de 3 mt.

La superficie de juego y sus características se determinan tal como indica la figura 1.



Figura 1. Superficie de juego en fútbol sala

El área penal: El área penal, situada a ambos extremos de la superficie de juego, se demarcará de la siguiente manera:

Se trazarán dos líneas imaginarias, de 6 metros de longitud, desde el exterior de cada poste de meta y perpendiculares a la línea de meta; al final de estas líneas se trazará un cuadrante en dirección a la banda más cercana, que tendrá, cada uno, un radio de 6 metros desde el exterior del poste. La parte superior de cada cuadrante se unirá mediante una línea de 3,16 metros de longitud, paralela a la línea de meta entre los postes. La línea curva que marca el límite exterior del área penal se conoce como la línea del área penal (figura 2).

El punto penal: Se dibujará un punto a 6 metros de distancia del punto medio de la línea entre los postes y equidistante de éstos.

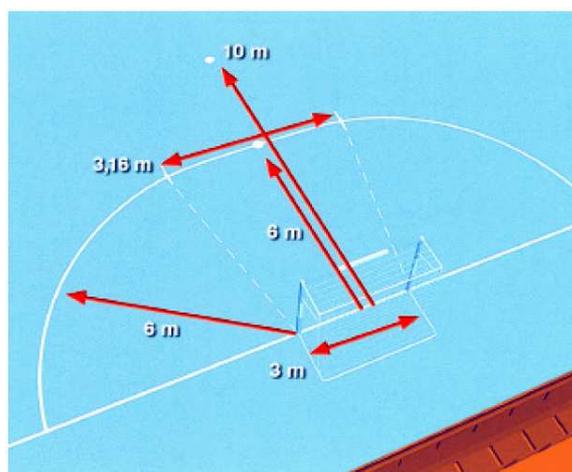


Figura 2. Área de penal

El segundo punto penal: Se dibujará un segundo punto a 10 metros de distancia del punto medio de la línea entre los postes y equidistante de éstos.

Zona de sustituciones: La zona de sustituciones es la zona en la línea de banda, situada frente a los bancos de los equipos, que utilizarán los jugadores para entrar y salir de la superficie de juego.

Se situará frente a los bancos de los equipos y se extenderá 5 mt. El área situada frente a la mesa del cronometrador, es decir, 5 mt. a cada lado de la línea de medio campo, permanecerá libre.

La metas: Las metas se colocarán en el centro de cada línea de meta. Consistirán en dos postes verticales, equidistantes de las esquinas y unidos en la parte superior por un travesaño horizontal. La distancia (media interior) entre los postes será de 3 mt, y la distancia del borde inferior del travesaño al suelo será de 2 mt. Los postes y el travesaño tendrán la misma anchura y espesor, 8 cm. (figura 3)

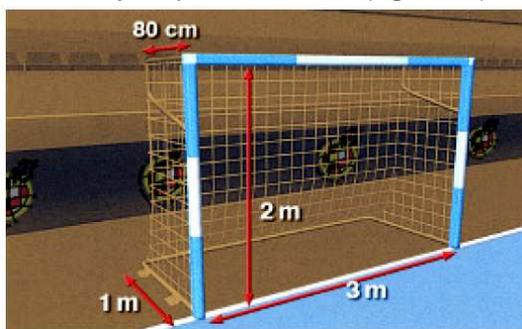


Figura 3. Meta o portería de fútbol sala

Superficie de juego: La superficie de juego deberá ser lisa, estar libre de asperezas y no ser abrasiva.

II.1.2.2. El balón

Propiedades y medidas:

- Será esférico.
- Será de cuero u otro material adecuado.
- Tendrá una circunferencia mínima de 62 cm. y máxima de 64 cm.
- Tendrá un peso superior a 400 gr. e inferior a 440 gr. al comienzo del partido.
- Tendrá una presión equivalente a 0,4 – 0,6 atmósferas (400-600 g/cm²) al nivel del mar.

II.1.2.3. El número de jugadores

El partido lo disputarán dos equipos formados por un máximo de 5 jugadores cada uno, uno de los cuáles jugará como guardameta o portero.

Procedimiento de sustitución: En cualquier partido de una competición oficial organizada por la Federación Internacional de Asociaciones de Fútbol (F.I.F.A.), una confederación o una asociación miembro, podrá haber sustitutos. El número máximo permitido de sustitutos es de siete. Se permitirá un número ilimitado de sustituciones durante el partido.

Un jugador que ha sido reemplazado podrá reingresar en la superficie de juego sustituyendo a otro jugador. Una sustitución puede realizarse siempre, esté o no el balón en juego, si se observan las siguientes disposiciones:

- El jugador sale de la superficie de juego por la zona de sustituciones de su propio equipo.
- El jugador entra en la superficie de juego por la zona de sustituciones y únicamente cuando el jugador que sale ha traspasado completamente la línea de banda.
- Un sustituto se somete a la autoridad y jurisdicción de los árbitros, sea o no llamado a participar en el encuentro.
- La sustitución se completa cuando el sustituto entra en la superficie de juego, momento en el que se convierte en jugador, mientras que el jugador a quien reemplaza deja de serlo.
- El guardameta podrá cambiar su puesto con cualquier otro jugador.

II.1.2.4. El equipamiento de los jugadores

Seguridad: Los jugadores no utilizarán ningún equipamiento ni llevarán ningún objeto que sea peligroso para ellos mismos o para los demás jugadores (incluido cualquier tipo de joyas).

Equipamiento básico: El equipamiento básico obligatorio de un jugador comprende los siguientes artículos separados entre sí:

- Un jersey o camiseta.
- Pantalón corto - si se usan pantalones térmicos debajo del corto, éstos tendrán el color principal del pantalón corto.

- Medias.
- Espinilleras o canilleras.
- Calzado - el único tipo de calzado permitido será zapatillas de lona o cuero blanco, así como zapatillas de entrenamiento con suela de goma u otro material similar.

Guardametas:

- El guardameta podrá utilizar pantalones largos.
- Cada guardameta vestirá colores que lo diferencien de los demás jugadores y de los árbitros.
- Si un jugador de campo sustituye al guardameta, deberá llevar el número dorsal que le corresponde en una camiseta de guardameta.

II.1.2.5. El árbitro

Cada partido será controlado por un árbitro, quien tendrá la autoridad total para hacer cumplir las Reglas de Juego en el partido para el que ha sido nombrado, desde el momento en que entra en la instalación donde se encuentra la superficie de juego hasta que la abandona. El árbitro:

- Hará cumplir las Reglas de Juego.
- Permitirá que el juego continúe si el equipo contra el cual se ha cometido una infracción se beneficia de una ventaja, y sancionará la infracción cometida inicialmente si la ventaja prevista no es tal.
- Tomará nota e informará a las autoridades competentes de todos los incidentes ocurridos antes, durante y después del partido, así como de las medidas disciplinarias tomadas contra jugadores o funcionarios oficiales de los equipos.
- Tomará medidas disciplinarias contra jugadores que cometan infracciones merecedoras de amonestación o expulsión.
- No permitirá que personas no autorizadas entren en la superficie de juego.
- Interrumpirá el juego si juzga que algún jugador ha sufrido una lesión grave, y ordenará trasladarlo fuera de la superficie de juego.

- Si juzga que está lesionado levemente, permitirá que el juego continúe hasta que el balón esté fuera de juego.
- Se asegurará de que los balones utilizados correspondan a las exigencias de la Regla II.1.2.2.
- Castigará la infracción más grave cuando un jugador comete más de una infracción al mismo tiempo.

II.1.2.6. La duración del partido

Períodos de juego: El partido durará dos tiempos iguales de 20 minutos cada uno.

Tiempo muerto: Los equipos tienen derecho a un minuto de tiempo muerto en cada uno de los períodos.

Se deberán respetar las siguientes disposiciones:

- Los oficiales de los equipos están autorizados a solicitar un minuto de tiempo muerto al cronometrador.
- El minuto de tiempo muerto se concederá únicamente cuando el equipo solicitante esté en posesión del balón.
- El cronometrador concederá el tiempo muerto cuando el balón esté fuera del juego, utilizando un silbato o una señal acústica diferente de las usadas por los árbitros.
- Durante el tiempo muerto, los sustitutos deben permanecer en el exterior de la superficie de juego. La sustitución de jugadores sólo es posible al término del tiempo muerto. Igualmente, no se permitirá que un oficial imparta instrucciones en la superficie de juego.
- Si un equipo no solicita el tiempo muerto que le corresponde en el primer período, seguirá disfrutando únicamente de un minuto de tiempo muerto en el segundo período.

Intervalo del medio tiempo: El descanso o intervalo entre los dos periodos no durará más de 15 minutos.

II.1.2.7. El balón en juego o fuera del juego

El balón fuera del juego: El balón estará fuera del juego si:

- Ha traspasado completamente una línea de banda o de meta, ya sea por tierra o por aire.
- El juego ha sido detenido por los árbitros.
- Golpea el techo.

El balón en juego: El balón estará en juego en todo otro momento, incluso si:

- Rebota en los postes o el travesaño y permanece en la superficie de juego.
- Rebota en cualquiera de los árbitros situados dentro de la superficie de juego.

II.1.2.8. El gol marcado

Gol marcado: Se habrá marcado un gol cuando el balón haya traspasado totalmente la línea de meta entre los postes y por debajo del travesaño, sin que haya sido llevado, lanzado o golpeado intencionadamente con la mano o el brazo por cualquier jugador del equipo atacante, incluido el guardameta, y siempre que el equipo anotador no haya contravenido previamente las Reglas de Juego.

Equipo ganador: El equipo que haya marcado el mayor número de goles durante un partido será el ganador. Si ambos equipos marcan el mismo número de goles o no marcan ninguno, el partido terminará en empate.

Reglamentos de competición: Si el reglamento de la competición establece que debe haber un equipo ganador en un partido o una eliminatoria que finaliza en empate, se permiten solamente los siguientes procedimientos:

- Regla de goles marcados fuera de casa.
- Tiempo suplementario.
- Tiros desde el punto penal.

II.1.2.9. Faltas e incorrecciones

Las faltas e incorrecciones se sancionarán de la siguiente manera:

Tiro libre directo: Se concederá un tiro libre directo al equipo adversario si un jugador comete una de las siguientes seis infracciones de

una manera que los árbitros juzguen imprudente, temeraria o con el uso de fuerza excesiva:

- Dar o intentar dar una patada a un adversario.
- Zancadillear o intentar zancadillear a un contrario, ya sea mediante las piernas o agachándose delante o detrás de él.
- Saltar sobre un adversario.
- Cargar contra un adversario.
- Golpear o intentar golpear a un adversario.
- Empujar a un adversario.

II.1.2.10. Tiros libres

Tiro penal: Se concederá un tiro penal si un jugador comete una de las infracciones mencionadas anteriormente dentro de su área penal, independientemente de la posición del balón y siempre que este último esté en juego.

Tiro libre indirecto: Se concederá un tiro libre indirecto al equipo adversario si el guardameta comete una de las siguientes infracciones:

- Tras despejar el balón, lo vuelve a tocar sin que haya sido jugado o tocado por un adversario.
- Toca o controla con las manos el balón que un compañero le ha pasado deliberadamente con el pie.
- Toca o controla con las manos el balón que un compañero le ha pasado directamente de un saque de banda o esquina.
- Toca o controla el balón con las manos o los pies en su propia mitad de la superficie de juego durante más de cuatro segundos.

II.1.2.11. Faltas e infracciones

Sanciones disciplinarias: Sólo se podrán mostrar tarjetas amarillas o rojas a los jugadores titulares y sustitutos. Los árbitros tienen la autoridad para tomar medidas disciplinarias desde el momento en que se incorporan a la superficie de juego hasta que la abandonan, después del pitido final.

Infracciones sancionables con una amonestación: Un jugador o jugador sustituto será amonestado y se le mostrará la tarjeta amarilla si comete una de las siguientes infracciones:

- Ser culpable de conducta antideportiva.
- Desaprobar con palabras o acciones.
- Infringir persistentemente las Reglas de Juego.
- Retrasar deliberadamente la reanudación del juego.
- No respetar la distancia reglamentaria en un saque de esquina, de banda, tiro libre o saque de meta.
- Entrar o volver a entrar en la superficie de juego sin el permiso de los árbitros, o contravenir el procedimiento de sustitución.
- Abandonar deliberadamente la superficie de juego sin el permiso de los árbitros.

Infracciones sancionables con una expulsión: Un jugador o jugador sustituto será expulsado y recibirá la tarjeta roja si comete una de las siguientes infracciones:

- Ser culpable de juego brusco grave.
- Ser culpable de conducta violenta.
- Escupir a un adversario o a cualquier otra persona.
- Impedir con mano intencionada un gol o malograr una oportunidad manifiesta de gol (esto no es válido para el guardameta dentro de su propia área penal).
- Malograr la oportunidad manifiesta de gol de un adversario que se dirige hacia la meta del jugador mediante una infracción sancionable con tiro libre o tiro penal.
- Emplear lenguaje o gesticular de manera ofensiva, grosera y obscena.
- Recibir una segunda amonestación en el mismo partido.

II.1.2.12. Tiros libres

Tipos de tiros libres: Los tiros libres son directos o indirectos.

Tanto para los tiros libres directos como indirectos, el balón deberá estar inmóvil cuando se lanza el tiro y el ejecutor no podrá volver a jugar el balón antes de que éste haya tocado a otro jugador.

El tiro libre directo: Se concederá un gol si el balón se introduce directamente en la meta contraria.

El tiro libre indirecto: Sólo se concederá un gol si el balón toca a otro jugador antes de entrar en la meta.

II.1.2.13. Faltas acumulativas

Faltas acumulativas:

- Son aquellas sancionadas con un tiro libre directo y mencionadas en la Regla II.1.2.11.
- En el informe del partido se registrarán las primeras cinco faltas acumuladas por cada equipo en cada período.
- Los árbitros podrán detener o no el juego, en virtud de si deciden aplicar ventaja, y siempre que un equipo no hubiese cometido ya sus primeras cinco faltas acumulativas, salvo que el equipo afectado por la falta tuviese una oportunidad manifiesta de marcar un gol.
- Si han aplicado ventaja, una vez que el balón esté fuera del juego le indicarán al cronometrador y al tercer árbitro, mediante la señal preceptiva, que anoten la falta acumulativa.
- Si hay tiempo suplementario, todas las faltas acumuladas durante el segundo período del partido continuarán acumulándose en el tiempo suplementario en el partido.

El tiro penal: Se concederá un tiro penal contra el equipo que comete una de las infracciones sancionables con un tiro libre directo dentro de su propia área penal mientras el balón está en juego.

Se podrá marcar un gol directamente de un tiro penal.

Se concederá tiempo adicional para poder ejecutar un tiro penal al final de cada tiempo o al final de los períodos del tiempo suplementario.

II.1.2.14. Instrucciones adicionales para árbitros, segundos y terceros árbitros y cronometradores

Entre las instrucciones adicionales por su relación con nuestro trabajo de investigación destacamos:

Bebidas refrescantes: Los jugadores tienen derecho a tomar bebidas refrescantes durante una interrupción del partido, pero únicamente al borde de la línea de banda. No está permitido lanzar bolsas de agua o cualquier otro tipo de recipiente con agua a la superficie de juego.

II.1.3. REQUERIMIENTOS FISIOLÓGICOS DE LA PRÁCTICA DE FÚTBOL SALA

En primer lugar describiremos la relación entre cada una de las capacidades físicas básicas y el rendimiento en el deporte del fútbol sala. Posteriormente se realizará una revisión sobre los indicadores fisiológicos asociados a la práctica de este deporte.

II.1.3.1. Resistencia en fútbol sala

La resistencia se puede considerar como la capacidad que nos permite soportar la actividad diaria. Naturalmente ésta no será la misma para todos los sujetos, sedentarios o jugadores profesionales, practicantes ocasionales en tiempo de ocio o niños en formación. Tampoco será igual para cada una de las especialidades deportivas o la actividad física que se practica; no es la misma resistencia la que necesita un ciclista en ruta o un maratoniano, que la de un jugador de fútbol sala, y aunque estamos hablando de resistencia, en este caso se trataría de una resistencia específica. Al desarrollo de esta última vamos a dirigirnos.

Para señalar los objetivos de entrenamiento en fútbol sala debemos identificar los esfuerzos que se producen el mismo.

Sabemos que Hernández (2001) registró tiempos de intervención en situaciones de desplazamiento de entre 55 y 67 minutos para jugadores de campo y de 60 minutos para el portero, de tiempos máximos de duración de un partido entre 70 y 89 minutos. Los jugadores de campo recorrieron una media de 6 km., mientras que el portero recorrió alrededor de 3 km. Durante los partidos el porcentaje mayor de tiempo correspondía a esfuerzos sub-máximos, unos 900 mt. y de resistencia mixta o potencia aeróbica, unos 1500 mt. y que sólo unos 100 mt. se recorrían a velocidad máxima.

Álvarez y cols. (2001), señalan en su trabajo duraciones de juego total entre 75 y 85 minutos en partidos de fútbol sala y nos lo definen como “un deporte que se identifica como un tipo de esfuerzo fraccionado e interválico basado en una serie de esfuerzos máximos y sub-máximos dados de forma intermitente y con pausas de recuperación incompletas activas y pasivas de duración variable”. La frecuencia cardiaca media obtenida en partidos fue de 166 ± 11 puls/min y existió en los mismos una sollicitación cardiovascular media siempre superior al 85% de la frecuencia cardiaca máxima del deportista.

Díaz (1997) indicaba que el fútbol sala es una actividad abierta en la que no se pueden determinar la intensidad y duración de los esfuerzos,

pero si se puede afirmar que la mayoría de ellos se mueven en una franja que va desde la máxima potencia aeróbica a la máxima potencia anaeróbica, y que la orientación de la preparación física debe ir enfocada a soportar durante el mayor tiempo posible un alto ritmo de trabajo, retrasando en lo posible la aparición del lactato en sangre y músculos e intentando tratar de elevar el umbral anaeróbico. Este mismo autor indicaba, en la aplicación del método interválico, que las distancias en las series oscilan entre los 50 y los 400 mt., o lo que es lo mismo, entre un tiempo de unos 6-7 segundos y 70-80 segundos, que es aproximadamente la duración de los esfuerzos más cortos y más largos que se suelen dar en fútbol sala. Por tanto habrá más demanda del metabolismo anaeróbico por su alta predominancia en el juego (Pinto y cols., 2006)

Por otro lado, en Díaz y García (2002) se señala que en la competición la participación media de los jugadores que más minutos juegan es de 25 a 35 minutos por partido, que la frecuencia cardiaca máxima puede llegar a 190 puls/min, y la frecuencia cardiaca media es de 160 puls/min. Los esfuerzos suelen ser de intensidad máxima y sub-máxima, localizados en el tren inferior y que la duración de los esfuerzos intensos continuados puede oscilar entre los 2 y 6 segundos.

Analizando todo ello podemos afirmar que para el fútbol sala, teniendo en consideración las características y duración de los esfuerzos en competición, el jugador debe disponer de:

- Una muy buena potencia y capacidad aláctica, con las que realizar los esfuerzos mas intensos.

- Buena capacidad y potencia lácticas o glucolíticas con las que soportar los esfuerzos mas largos y la repetición de los esfuerzos cortos e intensos

- La mejor potencia aeróbica que ayude a mantener el esfuerzo mas largo de participación en los periodos de intervención en el partido con niveles sub-máximos de intensidad (160 ± 10 puls/min).

- La mejor capacidad aeróbica que asegure las mejores situaciones de recuperación en la acumulación de esfuerzos y sesiones de entrenamientos y partidos.

Atendiendo a la clasificación de resistencia específica que recogemos de Navarro (1998), (tabla 1) nuestros objetivos estarían enfocados a desarrollar la resistencia de base III, la resistencia de corta y mediana duración, como soporte de la resistencia de velocidad y/o de fuerza, y en menor medida, la resistencia de larga duración I (resistencia

básica independiente de la modalidad deportiva) y II (resistencia básica relacionada con las modalidades deportivas con base en resistencia), si queremos cubrir todo el tiempo de participación de un jugador en un partido.

Tabla 1. Objetivos de entrenamiento de la resistencia de Base III.

Modificado de Navarro (1998)

Facilitar el entrenamiento técnico y táctico.
Aumentar la capacidad física.
Reducir las lesiones.
Mejor tolerancia psíquica frente al esfuerzo.
Facilitar el entrenamiento de la resistencia específica de juego.
Mejorar la condición aeróbica general.
Mejorar la salud.
Mejorar la capacidad de recuperación en el juego.

II.1.3.2. Fuerza en fútbol sala

Tanto en la vida cotidiana como en la actividad deportiva, todo movimiento, toda acción, requiere un grado de capacidad de fuerza. El simple hecho de mantenerse de pie, de levantar o sostener cualquier objeto o de desplazar nuestro cuerpo, requiere una contracción muscular y, por tanto, un determinado nivel de aplicación de fuerza; cuanto más si tenemos que lanzar, correr o saltar al máximo de mis posibilidades. Junto con la resistencia son las capacidades fundamentales en el rendimiento, son las dos capacidades que más influyen sobre los niveles de capacidad física que tiene un jugador.

Díaz (1997), recoge como objetivos fundamentales en el desarrollo de la fuerza del jugador de fútbol sala, los siguientes:

- Fortalecer aquellos grupos musculares y articulaciones que mayor exigencia van a soportar a lo largo de la competición. Nos referimos ante todo al tren inferior.

- Proporcionar una buena base que permita incrementar el rendimiento para la mejora de los factores que condicionan la velocidad (potencia, impulsión, amplitud, frecuencia) y de sus tipos (velocidad máxima, de reacción, velocidad – resistencia).

- Lograr un desarrollo armónico del deportista que prevenga y corrija las descompensaciones que se producen cuando las necesidades de

lograr el máximo rendimiento solicitan mayores exigencias a determinados grupos musculares en perjuicio de otros.

Díaz y García (2002) señalan las capacidades básicas y cualidades físicas relacionadas con la competición en fútbol sala, y en lo referente a los tipos de fuerza que aparecen encontramos:

- Fuerza explosiva y/o fuerza rápida.
- Resistencia a la fuerza explosiva y/o fuerza rápida.
- Fuerza resistencia.

También se señalan necesidades de velocidad, velocidad de reacción y capacidad de aceleración, y tenemos que indicar que el desarrollo de estas capacidades está muy ligado a la fuerza explosiva o rápida que ya hemos indicado, al mismo tiempo que a la fuerza máxima.

Debemos tener en cuenta también los tipos de fuerza que intervienen en las acciones fundamentales de este deporte, aquella que tiene que ver con los desplazamientos específicos, y que establecen necesidades de desarrollar una combinación de fuerza máxima y fuerza velocidad, con manifestaciones máxima dinámica y explosivo – elástica.

Para los lanzamientos será necesario desarrollar la fuerza isotónica, o dinámica, y pliométrica con manifestaciones explosiva – elástica.

Para los saltos, tiene el jugador la necesidad de desarrollar idénticos tipo de fuerza que para los lanzamientos.

Para los contactos que se producen en los bloqueos, choques y acciones de uno contra uno, las necesidades de fuerza estarán definidas por la fuerza combinada (fuerza máxima y fuerza velocidad) con manifestaciones máxima dinámica y explosivo - elástica.

II.1.3.3. Velocidad en fútbol sala

En el caso del fútbol sala, que se reconoce como un deporte “acíclico”, encontramos diferentes gestos técnicos (pases, lanzamientos, desplazamientos variados, contactos, paradas del portero, etc.), a los que hay que añadir un factor de incertidumbre por la participación de compañeros y adversarios, son deportes a los que se denomina de “cooperación – oposición”; y encontramos que las manifestaciones de velocidad son muy variadas y están influidas por la toma de decisiones del jugador.

Es interesante a este respecto tener en consideración que “en los deportes acíclicos de cualquier característica, la velocidad también se

manifiesta como una cualidad determinante del éxito en casi todas las ocasiones. Si el análisis lo queremos realizar desde una perspectiva meramente deportiva, tal y como refleja la figura 4, podemos ver que la velocidad es una cualidad híbrida que se encuentra condicionada por otras cualidades condicionales (fuerza y resistencia) y, en ocasiones, como en los deportes de oposición y cooperación – oposición, por la técnica y la toma de decisión. Tan sólo en una de las partes de los movimientos rápidos, los *tiempos de reacción*, estas acciones no se ven afectadas por la fuerza, la resistencia y la técnica de ejecución del movimiento”. (García y cols.,1998).

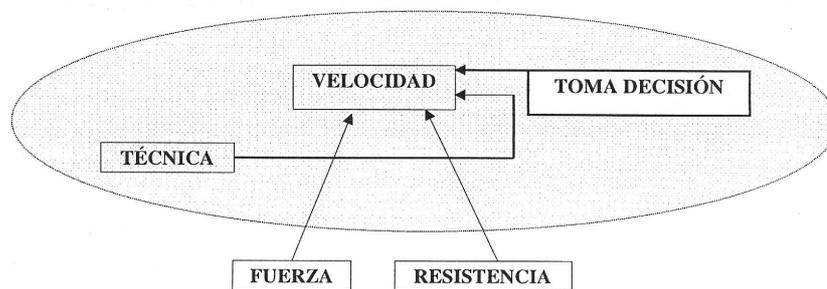


Figura 4. Factores relacionados con la velocidad en deportes acíclicos.

De García y cols. (1998)

Por tanto podemos afirmar que la velocidad tiene muchas más manifestaciones que la de los simples desplazamientos, que también existe al realizar acciones rápidas, gestos técnicos veloces y está influenciada por las decisiones que el jugador tome durante el desarrollo del partido. Que tiene sentido en tanto que existe exigencia de realizar las tareas motrices en el menor tiempo posible (en caso contrario no estaríamos desarrollando la velocidad) y que la mejora y desarrollo de la misma está muy unida a las características del sistema neuromuscular y la fuerza de que dispongan los sujetos con los que se esta trabajando.

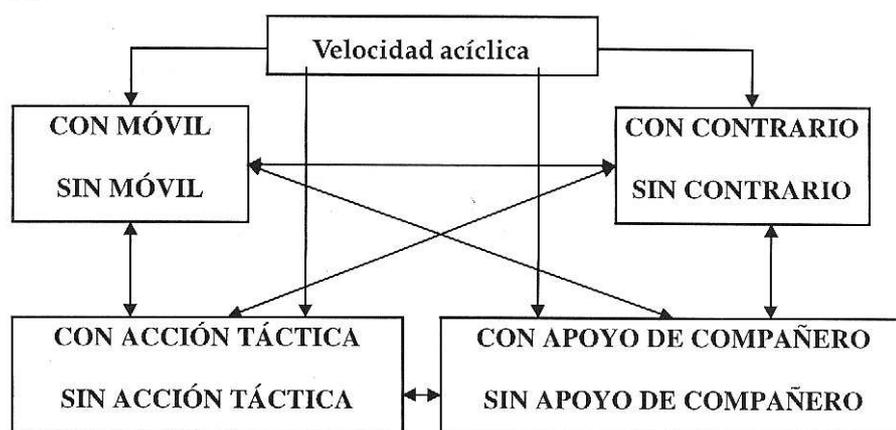


Figura 5. Diferentes manifestaciones de la velocidad acíclica

De García y cols. (1998)

Analizando la figura 5 entenderemos que la velocidad en un deporte acíclico como es el caso del fútbol sala también tiene que ver con el nivel técnico del jugador y la experiencia en el trabajo táctico individual o colectivo. Desde esta perspectiva, se señalan dos aspectos condicionantes al analizar la velocidad en el deporte de fútbol sala, así como en otros deportes acíclicos (García y cols. ,1998):

- La velocidad máxima potencial que cada jugador posee sobre los gestos técnicos (velocidad del jugador o velocidad del gesto técnico en sí), tiene dos factores determinantes: los energéticos, producción y utilización de energía y la fuerza como elemento transmisor de energía en los gestos específicos; y los informacionales, sensación y percepción del movimiento, control y regulación de la acción, coordinación y técnica.

- La velocidad del equipo, que determina la velocidad del juego por encima de la velocidad de cualquiera de sus jugadores, y que está condicionada por la velocidad con que se mueve el balón y con la que se mueven los jugadores para crear y ocupar espacios libres. En este caso habrá que tener en cuenta aspectos como la atención selectiva, el análisis de la información y la toma de decisión, que estarán por encima de aspectos de condición física.

Ya se señalaron, sobre la base de un análisis de las situaciones de juego en fútbol sala, (Díaz, 1997) que la máxima distancia a recorrer en línea recta pueden ser 30 a 40 metros, en que los cambios de ritmo y de dirección son frecuentes, en la que la capacidad de reaccionar antes que el contrario supone adquirir situaciones de ventaja y en el que la mayoría de las acciones son de una gran intensidad (no pudiendo determinar ni el número ni la duración de ellas), el entrenamiento de la velocidad debe ir enfocado principalmente hacia:

- La velocidad de reacción.
- La capacidad de aceleración.
- La resistencia a la velocidad.

También se ha considerado que, según Díaz y García (2002), la velocidad en fútbol sala se manifiesta mediante acciones explosivas y casi siempre por sorpresa con los siguientes aspectos a considerar:

- Salida desde posición estática.
- Cambio de ritmo durante el desplazamiento.
- Cambio de dirección del desplazamiento.

II. 1.3.4. Flexibilidad en fútbol sala

Definimos flexibilidad como el rango de movilidad de una articulación cuyo objetivo principal es el de aumentar la longitud de un determinado grupo muscular (Alter, 1994). La flexibilidad es una de las cualidades físicas más importantes a tener en cuenta en la práctica de cualquier modalidad deportiva y, por supuesto, en el fútbol sala que es el deporte que nos ocupa en esta investigación.

El entrenamiento de la movilidad articular debe estructurarse como un contenido más dentro de la sesión de entrenamiento. Los estiramientos se pueden llevar a cabo dentro del apartado de calentamiento antes de la sesión de entrenamiento, después de la sesión de entrenamiento y antes de la competición. En cada caso, el objetivo será distinto y en consecuencia, la intensidad deberá adaptarse a fin de optimizar los efectos positivos del trabajo de flexibilidad.

Por otro lado, también deben destinarse sesiones específicas al entrenamiento de la elasticidad con el objeto de incrementar la movilidad articular. Será pertinente diferenciar las necesidades individuales de cada jugador y la singularidad del puesto específico en que juega, sobre todo en el caso del portero.

II.1.3.5. Revisión sobre indicadores fisiológicos en fútbol sala

Los deportes de equipo como el fútbol, balonmano, baloncesto o fútbol sala, suelen estar clasificados, desde un punto de vista fisiológico, como deportes intermitentes de alta intensidad (DIAI) o deportes de sprints múltiples. Se trata de especialidades deportivas mixtas

caracterizadas por la combinación de acciones de gran intensidad (carrera submáxima y sprints) intercalados con periodos de recuperación (actividades de baja intensidad o pausas) de duración variable, durante un periodo de tiempo relativamente largo (el tiempo total del partido), y en los que la contribución energética proviene de los sistemas aeróbico y anaeróbico (Barbero y Barbero, 2003).

En estas modalidades deportivas la actividad del jugador se caracteriza por un volumen considerable de desplazamientos de intensidad media y baja (velocidades inferiores a 5 m/s), donde la energía es suministrada por el metabolismo aeróbico, y numerosos esfuerzos de corta duración (3-8 s.) y máxima intensidad (de velocidad superior a 7 m/s) en los que la contribución principal procede del metabolismo anaeróbico aláctico, intercalados con cortos periodos de recuperación (Barbero, 2002).

Díaz (1997) nos señala en este aspecto que el fútbol sala es una actividad abierta en la que no se pueden determinar la intensidad y duración de los esfuerzos, pero si se puede afirmar que la mayoría de ellos se mueven en una franja que va desde la máxima potencia aeróbica a la máxima potencia anaeróbica. Esto quiere decir que la fatiga va a estar producida fundamentalmente por la acumulación de ácido láctico y el agotamiento de la glucosa sanguínea y el glucógeno hepático y muscular.

En la misma línea, un estudio de Álvarez y cols. (2001) da un paso más hacia la definición de los requisitos fisiológicos del fútbol sala al iniciar los estudios sobre este deporte en situaciones competición y en alto rendimiento. De este modo señalan que en la actualidad uno de los factores del juego que más sobresale en la evolución del fútbol sala moderno es el elevado ritmo de juego. Un partido suele tener una duración entre 75 y 80 minutos de tiempo total, lo que provoca que el ritmo de juego se deba mantener durante todo el partido a un nivel de intensidad muy elevado. Existe un incremento en la actividad física durante la competición que provoca que jugadores profesionales, rigurosamente preparados, no soporten las exigencias del juego más de 6-8 minutos (Barbero, 2002), produciéndose numerosos cambios a lo largo del partido.

Por otro lado, el factor competición supone una variable que hace que no podamos admitir como similares aquellos estudios que analizan entrenamientos de partido junto con los que analizan situaciones reales de competición. Una muestra de este razonamiento lo encontramos en un estudio pendiente de publicación de Castagna y cols. (en prensa) donde

compararon los valores de frecuencia cardiaca y consumo máximo de oxígeno en partidos de entrenamiento con partidos oficiales. Así se observó como, a pesar de que el porcentaje de frecuencia cardiaca máxima era cercano al 90% en ambos casos, la media de la frecuencia cardiaca bajó de 176 a 169 puls/min en partidos oficiales y de entrenamiento respectivamente

Álvarez y cols. (2001) definen el fútbol sala como “un deporte que se identifica con un tipo de esfuerzo fraccionado e interválico basado en una serie de esfuerzos máximos y sub-máximos dados de forma intermitente y con pausas de recuperación incompletas activas y pasivas de duración variable”. Aportan los siguientes datos de su investigación:

- La frecuencia cardiaca media obtenida en partidos fue de 166 ± 11 puls/min.

- Una sollicitación cardiovascular media siempre superior al 85% de la frecuencia cardiaca máxima del deportista.

- Una adecuada capacidad aeróbica y de recuperación serán determinantes en su práctica.

En un análisis de la frecuencia cardiaca en jugadores profesionales de fútbol sala durante competición Barbero (2003) obtuvo una frecuencia cardiaca máxima de $192 \pm 0,8$ puls/min. Este mismo autor obtuvo valores medios del 90% de frecuencia cardiaca máxima en un estudio similar llevado a cabo en 2008.

En otra investigación similar, Castagna y cols. (2007) analizaron a jugadores amateur de categoría juvenil, donde registraron valores máximos de frecuencia cardiaca de 199 ± 9 puls/min. La media de la frecuencia cardiaca fue de 166 ± 13 puls/min, lo que supone un $83,5 \pm 5,4\%$ de la frecuencia cardiaca máxima de los sujetos, es decir, valores similares a los obtenidos por Álvarez y cols. en 2001.

Atendiendo al valor del consumo máximo de oxígeno durante la disputa de partidos oficiales las investigaciones lo sitúan sobre el 75% del máximo (Castagna y cols., 2007; Castagna y cols., (en prensa)).

Al tratarse el fútbol sala de una especialidad mixta basada en esfuerzos interválicos, intercalados con pausas de recuperación activas e incompletas, resulta primordial el conocimiento de la estructura temporal de esta especialidad (Andrín, 2004). La cuantificación de la dimensión temporal, con la sucesión continua de intervalos de acción y pausa, puede ser representativa de la carga competitiva soportada por los jugadores.

En primer lugar estudiaremos la duración de los esfuerzos. El deporte del fútbol sala se juega mediante dos tiempos de 20 minutos a reloj parado, que suele oscilar entre los 75-85 minutos de duración total de partido (Álvarez y cols., 2001), y sobre los 70 minutos según Riveiro (2000). En otro estudio realizado por Barbero (2003) concluye que el tiempo total de juego es de 75 minutos. Es necesario señalar que estos datos se refieren al volumen de trabajo de un jugador que permaneciera en el campo la totalidad del encuentro, algo que no se produce debido a las elevadas exigencias que implica la competición. Se estima que la participación media de un jugador es del $54,43 \pm 9,28\%$ de la duración total del partido (Barbero, 2002).

En segundo lugar es necesario analizar el tipo y la intensidad de los esfuerzos en ese periodo de tiempo. Podemos resumir las publicaciones realizadas al respecto en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los esfuerzos en fútbol sala

Autor	Hernández (2001)	Barbero (2008)	Castagna y cols. (en prensa)
Muestra	4 jugadores	10 jugadores	8 jugadores
Estudio	4partidos oficiales	4 partido oficiales	4 partidos entrenamiento
Distancia recorrida	6 km. jugador campo 3 km. porteros	117,3 m/min	121 m/min
Sprint (7m/s)	2% (100m)	5%	8,9%
Alta intensidad (5-7 m/s)	15% (900m)	12%	13,7%
Media intensidad (3-5 m/s)	26% (1500m)	30%	28,5%

En un estudio de similares características con la selección venezolana de fútbol sala durante cinco partidos oficiales, Andrín (2004) determinó que un jugador de fútbol sala recorría durante un partido completo entre 3200 y 3400 metros, de los cuales el 57% los realiza a intensidades altas y medias y el 43% restante los realiza a bajas intensidades. Dejaba claro, por tanto, el carácter interválico de este deporte.

Barbero (2003) determina que el 75,96% de las acciones, tanto de ataque como de defensa, que se producen durante un partido duran entre 0 y 10 segundos, el 18,91% entre 11 y 20 segundos, el 4,15% de las acciones

tienen una duración entre 21 y 30 segundos, siendo muy poco frecuentes las acciones de duración superior a 30 segundos. Es decir, que la media de las acciones o intervalos de acción es de $8,9 \pm 1,1$ segundos.

También es importante analizar el número y el tiempo de pausas durante el juego. Teniendo en cuenta el elevado número de acciones que conlleva el juego, el análisis de los tiempos de pausa permite conocer el tiempo que transcurre entre dichas acciones, siendo este parámetro un exponente del tipo de recuperación que permite el juego. En su estudio Hernández (2001) indica que durante aproximadamente un tercio del tiempo que dura el partido el jugador está estático y sin desplazamiento.

Del total de las pausas que tienen lugar en un partido, el 62,9% tienen una duración inferior a los 15 segundos, mientras que el 26,8% tienen una duración media de 20 a 25 segundos (Barbero, 2003). Por su parte Andrín (2004), sitúa la media de la duración de las pausas en 12-14 segundos. Estos hechos nos indican que la actividad competitiva en fútbol sala implica para los deportistas que están participando en el juego recuperaciones activas e incompletas entre esfuerzos. Además, si atendemos al tiempo de recuperación entre sprint, la acción más exigente, Castagna y cols. (en prensa) lo sitúan por debajo de los 40 segundos.

La relación entre tiempo de trabajo y tiempo de pausa en fútbol sala se sitúa en 1:1,4 (Barbero, 2003) y 1:1 (Andrín, 2004). Es decir, que a cada participación activa realizada por el jugador le sucede una pausa con una duración un 40% superior. Esto demuestra que una adecuada capacidad de recuperación será determinante en la práctica de esta disciplina deportiva. El mantenimiento de los esfuerzos realizados durante el tiempo real de competición, dependerá de la calidad y eficacia del potencial de recuperación del jugador, por lo que resulta fundamental la contribución de la vía aeróbica y que el jugador posea una elevada potencia aeróbica máxima.

De este modo podemos concluir que el fútbol sala jugado a nivel profesional demanda de los jugadores una extraordinaria condición física como consecuencia de las elevadas exigencias fisiológicas que implica la competición (aproximadamente el 90% de la frecuencia cardiaca máxima). Para alcanzar un alto rendimiento, los jugadores necesitan una excelente capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad (sprint y carrera submáxima), así como una adecuada capacidad de recuperación durante las actividades de baja intensidad (andar y trote) sobre un período prolongado de tiempo.

II.2. DESHIDRATACIÓN. SIGNOS Y SÍNTOMAS

Los sistemas fisiológicos del cuerpo humano están influenciados por el nivel de hidratación en que se encuentran. Cualquier cambio en el grado de hidratación de alguno de los sistemas tendrá una influencia directa en el resto del organismo.

La gran mayoría de las reacciones químicas que ocurren dentro de las células dependen de los fluidos (plasma, líquido intersticial, agua plasmática y agua celular) y del balance de electrolitos (Grandjean y cols., 2003; Grandjean y Campbell, 2004). Nuestra supervivencia depende más del consumo de líquidos que del consumo de sustratos energéticos, de hecho una persona puede mantenerse viva durante un determinado tiempo sin consumir ningún tipo de alimento, pero si esta misma persona deja de consumir líquidos por completo, su muerte sobrevendría en cuestión de días.

El 73% de la masa magra del cuerpo esta constituida por agua. El agua corporal se localiza en cuatro compartimentos diferentes, que son los siguientes (Guyton, 1983):

Fluido intracelular (localizado dentro de las células), 46% del peso corporal.

Fluido extracelular (localizado fuera de las células):

- Fluido intersticial o intercelular, 15%
- Fluido intravascular (plasma y linfa), 5-10%
- Fluido transcelular, 2-5%
- Fluido cerebroespinal
- Fluido ocular
- Fluido sinovial
- Orina
- Líquidos tubo digestivo

En la tabla 3 tomada de Grandjean y cols. (2003) mostramos la distribución del agua total en los diferentes compartimentos del cuerpo:

Tabla 3. Distribución del agua total en los diferentes compartimentos.

Grandjean y cols. 2003

	Mujer	Hombre
Peso corporal	55 kg.	70. kg.
Agua corporal total	28 l.	42 l.
Fluido Intercelular	17 l.	26 l.
Fluido Extracelular	9 l.	13 l.
Fluido Intersticial	6.5 l.	10 l.
Plasma	2,5 l.	3 l.
Fluido Transcelular	2 l.	3 l.

El movimiento del agua entre los compartimentos dependerá de la presión hidrostática y del gradiente de osmolaridad.

Las principales funciones del agua en el cuerpo son:

- Diluir la mayoría de las sustancias que ingerimos o producimos.
- Transportar moléculas disueltas (nutrientes, electrolitos, metabolitos, hormonas, etc.) a diferentes partes del cuerpo.
- Medio donde tienen lugar innumerables reacciones metabólicas.
- Termorregulación (regulación de la temperatura corporal).
- Lubricante de varios compartimentos o uniones del cuerpo.

En la tabla 4, tomada de Grandjean y cols. (2003) mostramos el porcentaje de agua que tiene alguno de los tejidos del cuerpo:

Tabla 4: Contenido del agua en diferentes tejidos del cuerpo.

Grandjean y cols. 2003

Tejido	% de Agua
Sanguíneo	83
Riñones	82,7
Corazón	79,2
Pulmonar	79
Bazo	75,8
Muscular	75,6
Cerebro	74,8
Intestinal	74,5
Piel	72
Hígado	68,3
Esquelético	22
Adiposo	10

Por otro lado, en situaciones de estrés físico, nuestro organismo ejecuta una serie de respuestas para adaptarse a los esfuerzos a que esta siendo sometido. Una de estas respuestas es la sudoración, a consecuencia de la cual puede instaurarse un cuadro de deshidratación con la consecuente reducción del rendimiento.

La sudoración es una respuesta fisiológica que intenta limitar el aumento en la temperatura interna, movilizand o agua hacia la piel para su evaporación. La evaporación del sudor es el mecanismo más eficiente para evitar el calentamiento del cuerpo, y por tanto con el grave riesgo de patología por calor que pueden provocar temperaturas ambientales por encima de los 30° C.

Dependiendo de la variabilidad individual, del tipo de ejercicio y, fundamentalmente, de la intensidad del mismo, la cantidad de sudor puede incluso alcanzar valores iguales o superiores a 3 litros/hora (Rehrer, 2001). Sin embargo, si esta pérdida de líquido no se compensa con una ingesta de fluidos, habrá un deterioro en la regulación de la temperatura, el rendimiento y posiblemente de la salud. El reto, por lo tanto, es doble: disipar el exceso de calor hacia el ambiente de manera efectiva y evitar alcanzar un estado de 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.

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.

En cuanto a la medida de la deshidratación y la búsqueda de métodos más precisos para establecer su grado de alcance, encontramos algunos trabajos, como el de Francesconi y cols. (1987). Analizaron muestras de orina y sangre y trataron de determinar el valor de parámetros urinarios y hematológicos como índices de hipohidratación. En sujetos con pérdida de peso de más de un 3% de su peso corporal, aparecía elevada la creatinina, descendiendo la ratio de sodio y potasio. El hematocrito y la osmolaridad sérica no se mostraron diferentes en relación con la orina en pérdidas de peso por encima o debajo del 3%. También en esta línea, Bartok y cols. (2004), compararon la precisión de la medición de la deshidratación en luchadores utilizando el pesaje hidrostático y la bioimpedancia. El estudio concluyó que la deshidratación térmica aguda perjudica las condiciones necesarias para la predicción exacta y precisa del peso mínimo mediante bioimpedancia.

II.2.1. DESHIDRATACIÓN Y EFECTOS SOBRE EL ORGANISMO

Hablamos de deshidratación en el momento en que se produce una disminución del contenido de agua corporal. Kleiner (1999) la define como una reducción al 1% corporal resultante de la pérdida de fluidos corporales. Además, siempre que la pérdida de líquido por sudoración es más rápida que la reposición de fluido, el individuo está en un proceso de deshidratación. La deshidratación perjudica muchas variables fisiológicas durante el ejercicio. La consecuencia directa de la deshidratación combinada con el estrés por calor es un rendimiento físico disminuido,

como resultado de la incapacidad del sistema cardiovascular de mantener el mismo gasto cardíaco (González y cols., 1997).

La deshidratación progresiva durante el ejercicio es frecuente puesto que muchos deportistas no ingieren suficientes fluidos para reponer las pérdidas producidas. Esto no sólo va a provocar una disminución del rendimiento físico, sino que además aumenta el riesgo de lesiones, y puede poner en juego la salud e incluso la vida del deportista (Murray, 2004). Por ejemplo, el ejercicio en calor incrementa la utilización de glucógeno muscular (Febbrario y cols., 1995), acelerando potencialmente la fatiga, mientras que el aumento de la temperatura corporal también puede desembocar en fatiga prematura, posiblemente debido al efecto de la mayor temperatura sobre el funcionamiento del cerebro (Nielsen y cols., 1990).

Se han realizado diversos estudios relacionando los efectos de la deshidratación con patologías de diverso tipo, como por ejemplo algunas relacionadas con la salud mental. Gehi y cols. (1981), con el fin de determinar si la hiponatremia, déficit de sodio en el organismo que puede estar asociado a un estado de deshidratación, produce un síndrome psiquiátrico característico, compararon 17 pacientes con esta condición con 18 pacientes control, todos hospitalizados. Las mediciones mostraron que los pacientes con hiponatremia tenían déficits mentales más severos que el grupo control. El incremento severo de la hiponatremia correlacionaba con un mayor deterioro cognoscitivo. Una alta proporción de los pacientes hiponatémicos (88 %), tenían síndrome cerebral de tipo orgánico. Los pacientes con hiponatremia estaban severamente más enfermos que los que no la tenían.

Lax y cols. (1992), realizaron un estudio para determinar si el prolapso de válvula mitral (MVP) podía inducirse en mujeres por diuresis. Los ecocardiogramas determinaron que el MVP puede inducirse por la deshidratación moderada en mujeres con el fenotipo de MVP, pudiendo resolverse los cambios con la rehidratación.

En relación con la fibrosis quística, un estudio realizado en niños con esta enfermedad realizado por Bar-Or y cols. (1992), estudió la relación entre la baja tolerancia al estrés térmico inducido por el ejercicio físico en niños con fibrosis quística, y la mortalidad y morbilidad. El estudio concluyó que los niños con fibrosis quística infravaloran sus necesidades de fluidos y sufren deshidratación excesiva durante la realización de ejercicio físico.

Más recientemente, Menz y Wentz (2005), categorizaron los efectos de la deshidratación en función de las evidencias en distintas

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

La deshidratación afecta también a la actividad glandular, como indican Ship y Fischer (1997), que llevaron a cabo un estudio cuyo propósito era determinar el efecto de la deshidratación corporal en las glándulas parótidas y en las proporciones de flujo salivares en los adultos jóvenes (20-40 años) y más viejos (60-80 años). Los resultados sugirieron que la deshidratación corporal se asociaba con la disminución de la actividad de la glándula parotídea y las proporciones del flujo de las glándulas salivares, y que estos cambios son generalmente independientes de la edad en los adultos sanos.

En los últimos años, ha surgido un interés especial por el estudio de la influencia de la deshidratación en las funciones cognitivas. Así, por ejemplo, Cian y cols. (2001) investigaron los efectos de exposición al calor, deshidratación inducida por el ejercicio e ingesta de fluidos en la actuación cognoscitiva. Siete hombres sanos, no aclimatados al calor, se sometieron en condiciones reguladas de hidratación y deshidratación a dos sesiones de exposición pasiva al calor y dos sesiones de ejercicio en cinta rodante. Se administró una solución para la recuperación de líquidos. Se aplicaron pruebas psicológicas 30 minutos después de la fase de deshidratación y dos horas después de la recuperación de fluido, mostrándose dañadas las habilidades cognoscitivas (la discriminación perceptiva y la memoria a corto plazo), así como las estimaciones subjetivas de fatiga.

Ritz y Berrut (2005), indican que si en adultos saludables la deshidratación moderada daña varios aspectos importantes de la función cognoscitiva como la concentración, vigilancia y la memoria a corto plazo. Sin embargo, debido a la falta de herramientas adecuadas para la valoración del estado de hidratación, sus efectos en otros aspectos de la salud diaria y el bienestar permanecen sin ser demostrados.

Szinnai y cols. (2005), examinaron la función cognitivo-motriz de 16 sujetos (8 hombres y 8 mujeres), a través de diversas pruebas, con condiciones de privación y no privación de agua. La función cognoscitivo-

motriz se conservaba durante la restricción de agua en los humanos jóvenes a un nivel de deshidratación moderado de 2,6% del peso corporal. En cuanto a interacciones de género, el tiempo de reacción en condiciones de privación de agua fue mayor en las mujeres.

D'Anci y cols. (2006), concluyeron que los adultos jóvenes con un nivel de deshidratación de sólo 1 a 2% de pérdida de peso corporal, puede producirse un deterioro significativo en la función cognoscitiva. La deshidratación en los niños se asocia con confusión, irritabilidad, letargo, y puede producir descensos en la actuación cognoscitiva.

Petri y cols. (2006), evaluaron si existía deterioro en la capacidad mental y psicomotriz durante 24 horas de suspensión de la toma de líquido voluntaria, con una muestra de 10 sujetos a los que se aplicaba una serie de pruebas psicológicas, y se medían humor, depresión y ansiedad. Se observó que la suspensión voluntaria de la ingesta de líquidos durante 24 horas llevó al deterioro de parámetros objetivos de los procesos psicológicos, aunque no en los subjetivos, como el humor.

Baker y cols. (2007), estudiaron los efectos de la deshidratación en la vigilancia atencional en jugadores de baloncesto, administrando a 11 jugadores de entre 17 y 28 años una prueba de Desorden Atencional, después de realizar tareas con alta temperatura. El estudio concluye que la reposición de fluidos es esencial en deportes de alto contenido dinámico, ya que influía en la respuesta atencional. La adecuada hidratación permitía un mantenimiento de la concentración y la realización de las tareas.

Tomporowski y cols. (2007), evaluaron los efectos de la deshidratación inducida por el ejercicio y la ingestión de fluidos en la actuación cognoscitiva de 11 sujetos jóvenes que asistieron a sesiones separadas realizando pedaleo en un ambiente controlado a 60% del VO_2 max. en períodos de 15, 60 o 120 min. sin reposición de fluidos y 120 min. con reposición de fluidos. Inmediatamente después del ejercicio submáximo asignado, se realizaba un test gradual de ejercicio hasta el agotamiento voluntario. Además, se ejecutaba un test de procesos ejecutivos de memoria a corto plazo, antes y después del siguiente ejercicio. El tiempo de elección de respuesta durante el test decrecía después del ejercicio, independientemente del nivel de deshidratación. Los errores en la elección de respuesta se incrementaban en el siguiente ejercicio, pero sólo en pruebas que exigían movimiento. Los cambios en el rendimiento cognitivo después del ejercicio sugieren una relación entre el grado de activación metabólico que sigue al ejercicio vigoroso y el estado de deshidratación.

La aparición de un cuadro de deshidratación se origina por una pérdida hídrica, que puede ser provocada por los siguientes factores (Rotellar citado por Bouzas, 2000):

- Una gran pérdida de agua por los riñones.
- Vómito.
- Imposibilidad de ingestión de líquidos provocada por un estado comatoso.
- Estenosis aguda del esófago.
- Fístulas digestivas.
- Cuadros de diarrea.
- Producción de sudor.
- Inadecuada restitución de líquidos.

De las causas anteriormente citadas, son las dos últimas las más relacionadas con la deshidratación durante el ejercicio. Por tanto la deshidratación en líneas generales es consecuencia de un balance hídrico negativo, el organismo pierde más líquido del que es capaz de reponer. La manera en que ocurre la deshidratación causará tres tipos distintos de modificaciones en el equilibrio osmótico corporal, de manera que la deshidratación podrá ser (Sawka, 1992; Downey y Seagrave, 2000):

- Hipotónica: cuando la pérdida de sal es mayor que la de agua.
- Isotónica: cuando el contenido de agua y electrolitos se pierde en la misma proporción.
- Hipertónica: cuando la pérdida de agua es mayor que la de electrolitos.

En la tabla 5, tomada de Grandjean y cols. (2003) se clasifican los tipos de deshidratación y las posibles causas que lo pueden provocar.

**Tabla 5. Tipos de deshidratación.
Grandjean y cols. 2003**

Tipo	Consecuencias	Causas potenciales
Deshidratación isotónica	Pérdida isotónica de agua y sales fluido extracelular (ECF). No hay traspaso de agua desde el fluido intracelular (ICF).	Pérdidas de fluido gastrointestinal (vómitos, diarrea, etc.). Inadecuada ingesta de líquido y sales.
Deshidratación hipertónica	La pérdida de agua es mayor que la pérdida de sales. Traspaso osmótico de agua desde la célula hacia ECF.	Inadecuada ingesta de agua. Pérdidas por sudor. Diuresis osmótica. Diuresis terapéutica (si la ingesta de agua es inadecuada).
Deshidratación hipotónica	Mayores pérdidas de sodio que de agua. Traspaso osmótico de agua desde ECF hacia el interior de la célula.	Pérdidas de sudor u otras pérdidas de fluido gastrointestinal. Reemplazo del líquidos sin sales. Diuresis terapéutica (si la ingesta de agua es inadecuada).

Durante la realización de ejercicio, los cuadros de pérdida de agua por sudor caracterizan una deshidratación hipertónica, que ocurre porque el sudor es una solución hipotónica, que contiene menos minerales que los líquidos corporales (Bouzas, 2000). De esta manera, con la producción de sudor, la pérdida de agua es mayor que la de minerales, quedando el medio interno más concentrado o con mayor osmolaridad (Galloway, 1999).

Las alteraciones en los fluidos corporales en una deshidratación hipertónica se originan por modificaciones en el equilibrio osmótico entre

el medio intra y extracelular. Cuando ocurre la pérdida hídrica por producción de sudor, se pierde agua principalmente del medio extracelular, aumentando la presión osmótica del mismo, modificándose así el equilibrio osmótico (Bouzas, 2000). Para intentar restablecer este equilibrio se produce el desplazamiento de agua del medio intracelular hacia el extracelular (Downey y Seagrave, 2000; Grandjean y cols., 2003) debido a la regulación osmótica. Por eso, un proceso de deshidratación continuo durante un ejercicio de larga duración, desarrollará una progresiva reducción del contenido hídrico de los dos compartimentos (Fox y cols., 1991)

Los efectos de la deshidratación se van presentando paulatinamente a medida que continúa la sudoración. Una alta tasa de sudoración trae como consecuencia la disminución del volumen sanguíneo, dificultando la satisfacción de la demanda de sustratos al músculo y la transferencia de calor al medio a través de la piel. Como consecuencia de la reducción del volumen sanguíneo, la cantidad de sangre bombeada por el corazón en cada latido descende, la frecuencia cardiaca aumenta y disminuye el aporte de sangre a la piel, debido a que es prioritario el flujo sanguíneo al músculo (Buono y Wall, 2000). La evidencia de cómo la deshidratación afecta al sistema circulatorio es que a partir del 1% de pérdida de peso corporal, la frecuencia cardiaca aumenta de 5 a 8 puls/min, el volumen sanguíneo se reduce significativamente, por ello la temperatura corporal aumenta de 0,2 a 0,3° C (Cheuvront y Haymes, 2001; Coyle, 2004).

Del mismo modo, Coyle (2004) establece que la pérdida de líquidos por sudoración que corresponde a la pérdida del 1 al 2% del peso corporal compromete funciones fisiológicas y tiene efectos negativos en el rendimiento físico del deportista. Una pérdida mayor del 3% del peso corporal tiene un mayor riesgo de desarrollar alguna patología por calor.

En la tabla 6 mostramos los efectos de la deshidratación sobre el organismo en relación con la capacidad física, a partir de los documentos de consenso elaborados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (Sawka y cols.) en 2007, y la Federación Española de Medicina Deportiva (Palacios y cols.) en 2008.

Tabla 6. Efectos fisiológicos sobre el rendimiento según porcentaje de peso perdido.

Sawka y cols. (2007) y Palacios y cols (2008)

<i>% Pérdida de peso</i>	<i>Efectos</i>
1%	Incremento del trabajo cardíaco. Disminución del rendimiento aeróbico en climas cálidos.
2%	Sed mas intensa, malestar vago, pérdida de apetito. Disminución del rendimiento mental y cognitivo.
3%	Disminución en el volumen sanguíneo (hemoconcentración). Aumento del riesgo de contracturas, calambres y lipotimias. Reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva.
4%	Mayor esfuerzo para los trabajos físicos, náuseas. Disminución de la fuerza muscular.
5%	Incremento temperatura corporal hasta 39° C. Rápida disminución del rendimiento. Alto riesgo de lesiones músculo – tendinosas.
6%	Disminución y fallo de los mecanismos de termorregulación.

II.2.2. INDICADORES DEL ESTADO DE DESHIDRATACIÓN

Uno de los indicadores del estado de deshidratación son los componentes de la orina. La primera referencia que se tiene de un estudio a partir de éste indicador es el llevado a cabo por Zambraski y cols., (1974) en el que analizaron los componentes de la orina de luchadores en el momento del pesaje previo a la competición (cinco horas antes del inicio de ésta), inmediatamente antes e inmediatamente después de la competición. Los resultados mostraron que aquellos sujetos que llegaban deshidratados al pesaje eran incapaces de rehidratarse en las cinco horas posteriores, tal y como mostraba el que mantenían el mismo perfil urinario.

Armstrong y cols. (1994), trataron de determinar si el color de la orina puede ser una prueba de la que se beneficien atletas y ejercitantes para saber si están en un correcto estado de hidratación. Se realizaron dos estudios de laboratorio y uno de campo. El color de la orina correlacionaba positivamente con la sedimentación y la osmolaridad, por lo que se concluyó que puede ser útil como estudio de campo, pero no en estudio de laboratorio que requieran mayor precisión y exactitud.

La medición de la pérdida de agua a través del sudor durante el ejercicio puede arrojar datos relevantes sobre el grado de deshidratación, y esto se realiza midiendo la pérdida de peso corporal, por lo que se requiere que esta medición sea lo más exacta posible.

En esta línea, Cheuvront y cols. (2002), trataron de determinar el error existente en cuatro estimaciones usadas comúnmente y dos ecuaciones predictoras de la pérdida de sudor corporal total. Ocho mujeres corredoras de maratón se ejercitaron durante 30 km. en tapiz rodante (aproximadamente al 70% del VO_{2max} ., en un ambiente caluroso (30° C), y fresco (14° C). La pérdida de sudor total era determinada por los cambios en el peso corporal corregidas por la ingestión de líquido, pérdidas por orina, ropa (sudor atrapado en ella), intercambio CO_2/O_2 y pérdida de agua por la respiración. Los autores concluyeron que la pérdida de sudor total real puede estimarse con precisión en ambientes calurosos utilizando medidas de reposición de líquidos, pérdidas urinarias y sudor de la ropa, no pudiendo estimarse con precisión la pérdida de sudor total en ambientes frescos.

En un estudio citado por Bouzas (2000) en su tesis doctoral, Gonzales y cols. (1998) estudiaron los hábitos dietéticos de un colectivo de 124 deportistas, jugadores de fútbol y baloncesto. Señalaron los síntomas siguientes como los más frecuentes de una inadecuada hidratación: cansancio, sed intensa, fatiga, piel seca, orina escasa, taquicardia, vómitos, debilidad y globos oculares hundidos. De manera general una deshidratación hipertónica, la que en mayor grado afectaría a los deportistas, presenta algunas señales características que según Kleiner (1999) son: dolor de cabeza, fatiga, reducción del apetito, intolerancia al calor, boca y ojos secos, ardor estomacal, y orina oscura con fuerte olor. El mismo autor indica que las señales de una deshidratación más avanzada incluyen: dificultad de deglución, delirios, espasmos musculares, visión oscura, dolor al orinar y calambres. Se observó que un cambio agudo del peso corporal durante la realización de un deporte generalmente se debe a la pérdida de líquidos en forma de

sudor. Se considera que el cambio de 1 gramo de peso representa el cambio de 1 mililitro de agua corporal.

También se ha utilizado como indicador del estado de deshidratación el índice urinario, incluyendo el volumen, el color, el contenido de proteínas y la osmolaridad de la orina.

Generalmente el volumen urinario basal que es excretado por un individuo sano es entre 20 a 50 ml por hora. La producción de orina en el individuo está determinada por los niveles hormonales de vasopresina y aldosterona, las cuales se encargan de mantener el balance hídrico y de sodio en el cuerpo. Los individuos que se encuentran en un estado de deshidratación producen un pequeño volumen de orina, donde la orina presenta una alta osmolaridad (Morgan y cols., 2004). La monitorización del volumen, la frecuencia y la osmolaridad urinaria excretada por los deportistas es una herramienta útil para determinar su estado de hidratación.

Se ha demostrado que emplear una escala para comparar el color de la orina, puede ser empleado como un indicador del estado de hidratación en individuos que realizan ejercicio (Shirreffs y Maughan, 1998).

La osmolaridad urinaria se considera el “estándar de oro” para determinar el estado de hidratación de un individuo, una osmolaridad urinaria mayor a 900 mosmol/kg es un indicador de un estado de deshidratación. De hecho, encontramos un estudio donde para conocer de manera rápida y fiable el estado de hidratación de los atletas, Shirreffs y Maughan (1998) plantearon un método basado en medir la osmolaridad de la primera orina del día en atletas, boxeadores y luchadores. Se observó como los atletas tienden a mantener el estado de hidratación, mientras que luchadores y boxeadores por su tendencia a mantener el peso sufren un mayor número de procesos de deshidratación

Igualmente la concentración plasmática de hemoglobina, hematocrito, sodio, adrenalina, noradrenalina, testosterona, cortisol y la osmolaridad plasmática han sido investigadas como marcadores del estado de hidratación en los individuos (Bouzas, 2000). Su desventaja, dentro del ámbito deportivo, es que es un método invasivo en su obtención, generando estrés aunándolo al estrés que ya sufre el deportista por la realización del ejercicio.

McLellan y cols. (1999) concluyeron, después de una serie de investigaciones, que a pesar de que los individuos pierdan el 3% de su peso corporal al realizar ejercicio, éstos no presentaron ningún cambio en

la concentración plasmática de hematocrito y en la osmolaridad plasmática. Esto se debía a que el organismo busca mantener la estabilidad cardiovascular.

Por otro lado, la bioimpedancia eléctrica proporciona una rápida estimación del agua corporal total. Los cambios en el estado de hidratación del individuo pueden ser detectados por medio de este método si los procedimientos y la sensibilidad son claramente estandarizados.

La sensación de sed no es un mecanismo adecuado que nos indique el nivel de hidratación de un individuo. El Colegio Americano de Medicina en el Deporte, ACSM, (1996a) señaló que la saciedad es, en gran medida, una cuestión de comportamiento y hábito por beber líquidos. La pérdida de sudor aumenta la presión osmótica de los fluidos corporales y por lo tanto genera la urgencia de beber algún líquido. La sensación de sequedad bucofaríngea puede generar el deseo por beber líquidos, pero este reflejo no es esencial para el mantenimiento de una ingesta normal de agua. Diversas investigaciones demuestran que la ingesta voluntaria de agua por un individuo no cubre necesariamente la pérdida de agua inducida por el sudor excesivo (Engell y cols., 1987; Broad y cols., 1996; Maughan y cols., 1996; Wilmore y cols., 1998; Casa y cols., 2005; Sawka y cols., 2007).

II.2.3. CAMBIOS EN EL PESO CORPORAL: HERRAMIENTA PARA VALORAR LA DESHIDRATACIÓN

El peso corporal se utiliza frecuentemente para evaluar los cambios rápidos en la hidratación del atleta tanto en el laboratorio como en el campo. Los cambios agudos en la hidratación se calculan como la diferencia entre el peso corporal antes y después del ejercicio.

El balance de agua diario depende de la diferencia producida entre la ingesta de agua y la pérdida de agua (Institute of Medicine, 2005). Ya a final de la década de los años 70 y a principios de los 80 se realizaron algunos estudios que abordaron de forma aislada algunos aspectos de la pérdida de peso corporal, como Greenleaf y cols. (1977), quienes trataron de determinar la pérdida de peso durante el reposo en cama. Siete hombres alternaron periodos de reposo con ejercitación. Se concluye que la reducción en el peso del cuerpo durante el reposo en cama tiene dos componentes principales: primero, una pérdida de masa magra causada por la asunción de la posición del cuerpo horizontal, que es independiente de la tasa metabólica. Segundo, una pérdida de masa grasa que es

proporcional a la tasa metabólica (gastó energético del organismo en reposo).

Durante un tiempo prolongado, por ejemplo entre 8 y 24 horas, si se consume una cantidad adecuada de líquidos y electrolitos, generalmente las pérdidas de agua se repondrán completamente para restablecer el agua corporal total (ACT) normal (Institute of Medicine, 2005). El ACT se regula dentro de un 0,2-0,5% del peso corporal total (Cheuvront y cols., 2003). Los individuos pueden determinar su estado de hidratación utilizando varios marcadores biológicos simples (orina y peso corporal) que por sí solos tienen marcadas limitaciones; pero cuando estos indicadores se utilizan juntos en el contexto apropiado, pueden aportar una valiosa aproximación al estado de hidratación de los individuos.

La magnitud de la pérdida de líquidos por sudor puede estimarse pesando al sujeto desnudo, antes y después del ejercicio, midiendo la cantidad de líquido ingerida y la cantidad de orina expulsada. De acuerdo con este método, atenderíamos a la relación que indica que cada kilo de peso perdido corresponderá a un litro de agua (Maughan y Shirreffs, 1998; Glace y cols., 2002; Shirreffs y cols., 2005).

El nivel de deshidratación se expresa mejor a partir de la variación del peso corporal inicial que con la variación del agua corporal total, ya que esta última varía ampliamente (Sawka y cols., 2005). Efectivamente, los cambios agudos en el peso corporal (agua) son frecuentemente el estándar contra el cual se compara en el laboratorio la resolución de otros indicadores de evaluación de la hidratación. De hecho, si se llevan a cabo los controles adecuados, los cambios en el peso corporal pueden dar una estimación más sensible de los cambios agudos en el agua corporal total que las mediciones repetidas de los métodos de dilución (Gudivaka y cols., 1999).

También hay evidencia de que el peso corporal puede ser un indicador fisiológico lo suficientemente estable para monitorizar el balance diario de líquidos, aun durante períodos largos (1-2 semanas) que involucren ejercicio intenso y cambios agudos de fluidos (Cheuvront y cols., 2004). Los hombres jóvenes y saludables sometidos a ejercicio diario y estrés por calor mantienen un peso corporal estable cuando se mide inmediatamente al levantarse por la mañana, siempre y cuando hagan el esfuerzo consciente de reemplazar las pérdidas por sudor durante el ejercicio (Cheuvront y cols., 2004). De manera similar, el consumo voluntario de alimentos y líquidos compensa las pérdidas de sudor provocadas por el ejercicio regular, resultando un peso corporal diario estable (Leiper y cols., 2001).

Durante periodos más prolongados, los cambios en la composición corporal (masa grasa y masa magra) que ocurren con el desequilibrio crónico de energía se reflejan también considerablemente como cambios en el peso corporal, limitando así esta técnica para la evaluación de la hidratación. Si es de interés el estado de hidratación a largo plazo y se utiliza la estabilidad de la medición del peso corporal al despertar por la mañana para monitorizar los cambios en la hidratación; se debe usar esta medición del peso corporal en combinación con otra técnica de evaluación de la hidratación (concentración de la orina) para diferenciar las pérdidas de tejido bruto de las pérdidas de agua.

La pérdida de peso corporal ha sido estudiada también desde el punto de vista de la relación existente entre la deshidratación y los procesos de diuresis, especialmente en especialidades deportivas donde las limitaciones de peso son determinantes y se utilizan procedimientos para la pérdida de peso corporal que provocan una fuerte deshidratación, llegando a tener consecuencias nefastas para los sujetos que los ponen en práctica, como afirman Remick y cols. (1998). Los autores realizaron un informe que resume la investigación sobre la muerte de tres luchadores federados durante el desarrollo de un programa de pérdida de peso rápido con el fin de clasificarse para una competición. Los tres realizaron un régimen de pérdida rápida de peso similar, que promovió la deshidratación a través de la transpiración y producía hipertermia. Los luchadores restringieron la comida y la ingestión de líquidos e intentaron aumentar al máximo las pérdidas por sudor llevando trajes impermeables y realizando ejercicio intenso en ambientes calurosos.

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 y cols. (1997), que estudiaron los efectos de la temperatura del agua (6,22 y 46° C), el tratamiento con cloro de la misma y la deshidratación voluntaria así como las pérdidas de electrolitos por el sudor y la pérdida de electrolitos totales. El estudio se llevó a cabo con 12 sujetos sanos que en una cámara climática realizaron ejercicio intermitente durante 6 horas en cinta rodante. Se midieron parámetros como: peso corporal, temperatura rectal, temperatura de la piel, frecuencia cardiaca, tasa de sudoración, osmolaridad del plasma y electrolitos, 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 electrolitos por el sudor. Aquellos que bebieron agua a mayor temperatura consumieron un 50%, con una pérdida de peso corporal mayor que los que bebieron agua a 6°

C. Las pérdidas de electrolitos por sudor de potasio y magnesio no se vieron afectadas por el experimento.

Bangsboo (1997) citado por Bouzas (2000) afirma que era normal que un jugador de fútbol perdiera entre 2 y 3 litros de sudor. Sin embargo, el mismo autor destaca que es posible obtener índices mayores y cita a un jugador que durante la Copa del Mundo de México (1986) perdió alrededor de 4,5 l. En el caso de un jugador de fútbol que produzca un litro de sudor en los primeros 45 minutos del partido tendrá una deshidratación del 1,4% de su peso corporal; esta situación podría causar una reducción de hasta el 15% de su capacidad física durante el segundo tiempo del partido.

II.3. FISIOLÓGÍA. REGULACIÓN DEL AGUA.

La ganancia de agua para el organismo proviene del consumo (líquidos y alimentos) y la producción (agua metabólica), mientras que las pérdidas de agua se producen por los procesos respiratorio, gastrointestinal, renal y por sudor. El volumen del agua metabólica producida durante el metabolismo celular (0,13 g/kcal) es aproximadamente igual a las pérdidas de agua por respiración (0,12 g/kcal) (Consolazio y cols., 1963; Mitchell y cols., 1972), por lo que esto resulta un intercambio de agua sin cambios netos en el agua corporal total. Las pérdidas del tracto gastrointestinal son pequeñas (100-200 ml/día) a menos que el individuo tenga algún problema de salud como pudiera ser diarrea. Por lo tanto la sudoración se convierte en la principal vía de pérdida de líquido durante el ejercicio (Casa y cols., 2005).

Algunos de los primeros trabajos en el estado de hidratación humana se abordaron para comprender los efectos de la falta de agua en algunas situaciones extremas, como en el estudio de Moroff y Bass (1965). Se plantearon si era posible trabajar mejor con menor estrés fisiológico, en condiciones de calor, reponiendo líquidos en mayor medida. Se realizó un estudio con soldados. Los resultados sugerían que la sobrehidratación podría ser beneficiosa para personas que trabajan con calor.

También Consolazio y cols. (1967), evaluaron los efectos de inanición en seis soldados sanos, durante un período de 10 días de inanición completa. Se encontraron tres problemas importantes con el ayuno: la gran pérdida de agua de cuerpo que produce la deshidratación, la excreción de nitrógeno urinario bastante alta como consecuencia del catabolismo, y las pérdidas minerales. También se observaron anomalías en los electrocardiogramas y un electroencefalograma durante las últimas fases de inanición. Al final del periodo de inanición los hombres estaban físicamente y mentalmente en malas condiciones. Había aumentado su debilidad y apatía hacia la actividad mental y el trabajo físico y tenían lapsos de memoria y lentitud en la respuesta. No se observaron problemas durante la rehabilitación, teniendo movimientos normales 6-8 horas después de la primera comida. Se sugirió que el ayuno completo sin suplementación mineral y vitamínica no debía recomendarse para soldados en patrulla o en combate.

Los estudios relacionados con la regulación fisiológica del agua en el organismo humano abordan diversos aspectos, como la entrada y salida de líquidos y su reposición, la pérdida por sudoración, la estimación del

agua corporal total, la micción y los beneficios de un correcto estado de hidratación.

La estimación del agua corporal total ha sido objeto de diversos estudios como el de Kushner y Schoeller (1986), que compararon la estimación del agua total mediante impedancia bioeléctrica en 58 sujetos. Trataron de relacionar estas variables por medio de una ecuación pero se concluyó que era necesaria una muestra mayor para precisar la exactitud de las ecuaciones utilizadas. En la misma línea, Kushner y cols. (1992), investigaron la utilidad general del análisis de impedancia bioeléctrica y las implicaciones teóricas de dicho análisis en poblaciones de varias edades, de la infancia a la madurez, desarrollando una sola ecuación de impedancia. Los resultados indicaron que el índice de impedancia es un predictor significativo del agua corporal total.

También O'Brien y cols. (1999) examinaron la utilidad de espectroscopia de impedancia para evaluar el agua corporal total. Los resultados concluyeron que esta técnica era suficientemente sensible para descubrir la hipohidratación moderada aunque su resolución disminuía con la pérdida isotónica de fluido.

Respecto a la pérdida y restitución de líquidos se han realizado diversos estudios que abordan esta cuestión desde diferentes puntos de vista: agua corporal, sudoración, micción y excreción.

Acerca de la entrada y salida de fluido, Gunga y cols. (1993) investigaron la toma y salida de agua en seis sujetos masculinos de seis países europeos durante 28 días de aislamiento y encierro. Pretendían evaluar si las reacciones observadas pueden compararse con aquéllas observadas durante un viaje al espacio. De media, los sujetos bebieron 17,5 ml/kg/día; un 25 ml/kg/día adicional se obtuvo de la ingestión de comida y del metabolismo. Dos de los sujetos perdieron de 3 a 4% del peso corporal, tres mantuvieron el peso corporal y en un de ellos aumentó. Existía una correlación lineal entre la producción de agua total y la ingestión de líquido. La excreción de sodio reveló un modelo semanal para este parámetro caracterizado por valores bajos en domingo y valores altos los viernes. Se concluyó que, con respecto al equilibrio de agua, existen fuertes diferencias individuales y la variación de los distintos parámetros (día a día y semana a semana) tiene que ser tenida en cuenta para el análisis de los datos durante los estudios a largo plazo.

Baird y cols. (1977), estudiaron la administración de dos tipos de suplemento de fibra dietética, en relación con el peso fecal y la cantidad de agua de los excrementos, para determinar cambios en los triglicéridos o en el colesterol; los resultados indicaron que la administración de

suplementos de fibra podría ser útil en el diferentes terapias aunque no se produjeron cambios en triglicéridos o colesterol.

Goellner y cols. (1981), analizaron la micción en 15 niños. Con el incremento de la edad, la media del volumen de orina se incrementaba al expresarla en ml/día y decrecía expresada en ml/kg/día. El volumen de orina correlacionaba con el volumen de ingesta ($r = 0.697$). El número medio de micciones decrecía desde 20,1 por día durante el primer mes a 10,8 por día en el tercer año de vida.

Braver y cols. (1987), investigaron los hábitos de micción y bebida en el ámbito urbano ($n = 475$) y rural ($n = 156$). Las poblaciones activas mostraron menor micción y menor ingestión de fluidos así como una concentración de orina más alta en el medio urbano comparado con el rural. Los hábitos de bebida y micción eran similares en ambos sexos aunque la concentración de orina era significativamente más baja en las mujeres. Se relacionaron estos datos con la incidencia de cáncer de vejiga, mayor en ámbitos urbanos y en hombres. La mayor concentración de orina y la micción menos frecuente, en grupos de alto riesgo para el cáncer de vejiga, plantea la hipótesis de que se asocia éste tipo de cáncer con la exposición prolongada a la orina. Se concluyó que otros estudios deberán indicar si la frecuencia de ingestión de fluidos y la orina pueden ser medidas preventivas eficaces contra el cáncer de vejiga.

Fortney y cols. (1981), investigaron el efecto del volumen sanguíneo en la frecuencia de sudoración y el líquido corporal, en tres grupos: normovolémicos, hipovolémicos e hiperpovolémicos, ejercitados en cicloergómetro al 65 -70 % del VO_2 máx., durante 30 minutos, a 30° C y con un 40% de humedad relativa. El líquido corporal y las respuestas de sudoración durante la hipovolemia actúan para conservar el volumen de sangre circulante durante el ejercicio. En un estudio realizado en semejantes condiciones de ejercitación por los mismos autores (1984) se concluyó que la hiperosmolalidad modifica la termorregulación elevando los umbrales para la vasodilatación incluso sudando sin disminuir el volumen plasmático.

En adolescentes, Falk y cols. (1992), estudiaron por qué la frecuencia de sudoración en los mismos es más baja que en los adultos. Para evaluar la respuesta individual de las glándulas sudoríparas, en relación con el crecimiento físico y la maduración, se formaron tres grupos, clasificados según los estados de Tanner de vello púbico, y se ejercitaron en una prueba de pedaleo al 50% del VO_2 máx., con 42° C, y el 20% de humedad relativa. Se midió la actividad de las glándulas sudoríparas, así como la superficie de sudoración y la temperatura rectal,

temperatura superficial y frecuencia cardiaca. Estas tres últimas medidas no difirieron entre los tres grupos. La frecuencia de sudoración era más alta en los grupos post - adolescentes en comparación con los menos maduros. Se concluyó que el crecimiento físico y la maduración se acompañan de una menor actividad de las glándulas sudoríparas pero aumenta el área de sudoración.

El control y la pérdida de sodio es otro de los elementos estudiados en relación con la regulación del agua. Luft y cols. (1983), relacionaron la ingestión de agua y el volumen de orina con la administración de sodio en la dieta. Se administró sodio en la dieta a tres grupos en cantidades diversas manteniendo la ingestión calórica constante. Se llegó a la conclusión de que la administración de sodio es independiente de la ingestión de agua, de proteínas y del volumen de orina.

Barr y cols. (1991), evaluaron la necesidad de restituir el sodio en esfuerzos de resistencia de duración menor o igual a 6 horas comparando las respuestas a la restitución de fluido con agua o con solución salina. 8 sujetos (5 hombres y 3 mujeres), participaron en tres ensayos de 6 horas en cicloergómetro al 55% del VO_2 max., a 30° C y con el 50% de humedad relativa. En los ensayos con agua y solución salina se ingirió el suficiente líquido para equilibrar las pérdidas por sudor y orina mientras que en el tercer ensayo no se ingirió ningún líquido. El sodio en plasma igual o inferior a 130 mmol/l era un criterio para la terminación del ensayo. En el ensayo sin ingestión de fluidos, la frecuencia cardiaca, la temperatura rectal, el sodio en plasma y la aldosterona en plasma así como el grado de esfuerzo percibido eran significativamente superiores a los otros dos ensayos. Los sujetos terminaron la tercera sesión, en la cual no había restitución de líquido, 1,5 horas de media antes del tiempo fijado para su realización.

La inactividad prolongada durante periodos de enfermedad también parece tener cambios en la hidratación, como indican Blanc y cols. (1998), que estudiaron en ocho hombres sanos el impacto de 42 días de reposo en cama, los efectos de la inactividad sobre la energía y metabolismo del agua y sus relaciones con la composición corporal, catabolismo y hormonas anabólicas. La excreción urinaria de cortisol, GH (hormona del crecimiento), urea, y creatinina eran diariamente moderadas. El reposo producía reducciones en el peso del cuerpo (2%), el agua corporal total (5%), el agua metabólica (17%), y la masa libre de grasa (LBM; 4%), pero la masa de grasa y producción de agua no cambiaron. La LBM disminuyó en las piernas y tronco. La hidratación de LBM estaba inalterada. Se

concluyó que durante el reposo prolongado no se activó ninguna modificación pertinente en el metabolismo de agua.

Maughan y Griffin (2003), llevaron a cabo una revisión bibliográfica para evaluar los efectos de la cafeína en el balance de líquidos. La bibliografía sugiere que la ingestión de cafeína en dosis grandes (250 – 300 mg.), estimula la producción de orina a corto plazo en sujetos privados de la cafeína durante días o semanas. Los sujetos que consumen regularmente café o té desarrollan una tolerancia al efecto diurético y a otros efectos de la cafeína.

Otros trabajos se orientan hacia la relación del estado de hidratación con la incidencia de patologías oncológicas. Bitterman y cols. (1991), estudiaron la incidencia del cáncer del tracto urinario en una población determinada. Se identificaron factores medioambientales aunque no se corroboró el efecto protector de la ingestión de fluidos.

Bruemmer y cols. (1997), realizaron un estudio para relacionar la ingesta de fluidos con el cáncer de vejiga en hombres de mediana edad y en mujeres de un área determinada, con dos grupos, uno con 262 personas con esta patología, y un grupo control de 405 personas de entre 45 y 65 años. Entre las mujeres había una correlación positiva entre la ingestión total de fluidos y la incidencia de cáncer de vejiga y una correlación positiva moderada entre el uso de café descafeinado y la incidencia de cáncer de vejiga. Entre los hombres había una correlación inversa entre el consumo de bebida de forma regular y la incidencia de cáncer de vejiga. No se encontró asociación entre la incidencia de cáncer de vejiga y la ingestión de agua, café, té y alcohol en hombres o mujeres. Este estudio sugiere que la ingestión de agua y bebidas específicas no se asocia en conjunto con los riesgos de cáncer de vejiga. Proporciona una evidencia limitada de una correlación positiva entre la ingestión de total de fluido y el cáncer de vejiga entre las mujeres.

II.4. HIDRATACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES

La influencia que las condiciones ambientales ejercen sobre la hidratación es una cuestión importante. Podemos observar como los principales factores son la temperatura ambiental y la humedad relativa del mismo. El clima cálido 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. Del mismo modo, si el clima cálido va acompañado de una baja humedad ambiental el mayor riesgo es la deshidratación y pérdida de electrolitos.

La participación en la actividad física expone a los individuos a una variedad de factores que influyen en las pérdidas por sudor; éstos incluyen la duración e intensidad del ejercicio, las condiciones ambientales y el tipo de ropa o equipamiento utilizado. (Casa y cols., 2005). Algunas veces, como en el caso del fútbol sala, estos factores están estandarizados para una actividad específica o un evento dentro de un deporte (por ejemplo, la temperatura del aire acondicionado en el interior de un pabellón o la equipación utilizada por los equipos). En otros casos, estos factores concurren de manera predecible (por ejemplo, las velocidades de carrera en una prueba de 10000 m. son mayores que en un maratón; el esquí nórdico y otros deportes de invierno que se practican al aire libre se llevan a cabo en ambientes más fríos que los deportes de verano). No obstante, en la mayoría de las actividades, hay una variabilidad considerable entre participantes en la exposición a los factores que contribuyen a las tasas de sudoración.

II.4.1. CONDICIONES AMBIENTALES Y EFECTO SOBRE LA DESHIDRATACIÓN

Para determinar el efecto directo que las condiciones ambientales y el tipo de ropa tienen sobre la producción de sudor, Shapiro y cols. (1982) estudiaron a 34 sujetos divididos en cuatro grupos simulando diferentes situaciones de temperatura ambiente, ejercicio físico y tipo de ropa durante 120 minutos de ejercicio. Se planteó una fórmula que predice la pérdida de sudor para cargas de trabajo específicas según el clima y el tipo de vestimenta.

En un estudio sobre diferentes métodos de entrenamiento utilizados, Caldwell y cols. (1984), comprobaron como se obtenían similares pérdidas de peso corporal en sujetos que tomaron una sauna, tomaron diuréticos o realizaron un test submáximo de ejercicio. Se observó como

la recuperación del peso perdido era más rápida en los sujetos que habían realizado el ejercicio que en el resto de pruebas.

Sawka y cols. (1984b) realizaron un estudio para determinar los efectos de la deshidratación y la realización de ejercicio en ambiente templado (20° C) o cálido (45° C). Se observó como el volumen plasmático aumentaba hasta un 4% con los sujetos hidratados, y como éste descendía otro 4% en sujetos deshidratados. Del mismo modo las diferencias eran mayores al comparar los resultados del clima templado al caluroso.

Kristal-Boneh y cols. (1988) llevaron a cabo una intervención en el desierto de Neguev (Israel) para fomentar el aumento de la ingesta diaria de agua potable en la población, debido al aumento de problemas renales por deshidratación. Para ello se dobló la ingesta, primero de agua y a continuación de agua y sales, durante una semana. Posteriormente se realizó una prueba en tapiz rodante a 45° C y 30-50% de humedad relativa. Los sujetos mejoraron su tolerancia al calor, aumentando el tiempo en ejercicio, pero no se observaron mejoras en las concentraciones sanguíneas. Concluyeron que era necesaria una mayor ingesta de líquidos en estas poblaciones.

También se han llevado a cabo otros estudios relacionados con diversos parámetros y factores. Por ejemplo, O'Brien y cols. (1998), abordaron el estudio de los efectos de la hipohidratación en la termorregulación durante la exposición al frío. La hipohidratación no afectaba al balance del calor corporal durante dos horas de exposición moderada al frío, aunque los efectos de la hipertonicidad asociada a la deshidratación sí pueden ser importantes durante una exposición más severa al frío.

La temperatura ambiente puede afectar a la velocidad de vaciado gástrico. Neuffer y cols. (1989a) estudiaron los efectos de la misma sobre el ejercicio, y la relación sobre la tasa de vaciado gástrico en función del grado de deshidratación en que se encuentren los sujetos. Se observó como el ejercicio en temperatura extrema calida (45° C) reducía el vaciado gástrico. Además, en sujetos deshidratados las tasa de vaciado gástrico se reducía en cualquiera de los ambientes, ya fuese cálido (35° C) o templado (18° C)

Los mismos autores estudiaron el efecto que la intensidad del ejercicio tiene sobre el vaciado gástrico. Los resultados demostraron que el vaciado era similar en ejercicios de intensidad moderada (aproximadamente 28-65% del VO₂max.) en comparación con las condiciones de descanso. Sin embargo el vaciado disminuía durante el

ejercicio de alta intensidad, pudiendo estar ocasionado por la presión intragástrica provocada por la actividad contráctil de la musculatura abdominal.

Para determinar el efecto de diferentes ambientes cálidos, Shapiro y cols. (1995) analizaron las respuestas de sudoración de sujetos expuestos a dos situaciones de clima cálido y seco (31° C y 40% de humedad relativa y 40° C y 20% de humedad relativa) al aire libre en días soleados. Se observó como se produce una relación casi lineal ($r=0,99$) entre el aumento de la sudoración y la incidencia a la exposición solar en la piel de los sujetos. A mayor radiación mayor sudoración.

En una revisión sobre el efecto que el ambiente ejerce sobre la deshidratación, Sawka y cols. (2001) analizaron como el ejercicio aeróbico actúa como un acelerante de la pérdida de líquidos cuando se trabaja en ambiente cálido.

En un estudio clínico sobre 17 soldados ingresados en estado de deshidratación e hiponatremia durante el periodo de formación, O'Brien y cols. (2001) observaron como el 77% de los casos se producían en las primeras cuatro semanas de entrenamiento y que, en un 85% de los casos, bebieron en exceso agua antes de desarrollar los síntomas. Los autores concluyen que la hiponatremia tuvo lugar a causa de un protocolo demasiado agresivo de reemplazo de líquidos practicado por los soldados en estado de formación. La política de reposición de fluidos se revisó teniendo en consideración tanto las condiciones climáticas como los niveles de actividad física.

Asimismo, se han desarrollado estudios buscando relaciones entre la deshidratación y la temperatura, como el de O'Brien y Montain (2003), quienes realizaron un estudio con 14 sujetos sometidos a distintas temperaturas. Los resultados de este estudio no proporcionaron ninguna evidencia de que la hidratación alterase el flujo sanguíneo, la temperatura superficial o la vasodilatación inducida durante la refrigeración periférica.

En un estudio llevado a cabo en la Universidad de Vicosá de Brasil en 2007 se analizaron los componentes sanguíneos (sales, lactato) de la orina y pérdida de peso en 26 militares que realizaban 16 km. de marcha bajo condiciones ambientales moderadas. 12 de ellos ingirieron agua, y el resto (14) bebida con carbohidratos y sales. No se observaron diferencias significativas en las variables analizadas.

II.4.2. CONDICIONES AMBIENTALES Y EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO

La población físicamente activa realiza sus prácticas bajo una gran variedad de condiciones ambientales (temperatura, humedad, exposición al sol y viento). Dependiendo de la tasa metabólica, las condiciones ambientales y la ropa utilizada, el ejercicio puede inducir a elevaciones significativas en las temperaturas corporales (Sawka y cols., 2007).

Para estudiar el efecto del ambiente en el rendimiento físico Pichan y cols. (1988) estudiaron a 25 sujetos que realizaban un test físico en clima cálido y seco (45° C y 30% de humedad relativa) y en clima cálido y húmedo (39° C y 60% de humedad relativa). Del mismo modo los sujetos realizaban el test en un estado previo de deshidratación correspondiente a una pérdida de peso corporal de 1,2 y 3%. La disminución del rendimiento aumentó en clima húmedo (9,11 y 22%) y seco (6,8 y 20%). Se concluyó que las condiciones ambientales no afectaban tanto al rendimiento como lo hacía el estado de deshidratación de los sujetos.

El efecto de la altitud y las bajas temperaturas sobre el estado de hidratación de montañeros fue el objeto de estudio de Hackney y cols. en 1995. Para ello estudiaron a 14 montañeros en una expedición en el Ártico Sur. Realizaron mediciones de pérdida de peso y componentes en sangre y orina antes y después del ascenso a una montaña de 5245 mt. Se observaron pérdidas del porcentaje de grasa corporal y un aumento significativo de la osmolaridad del plasma sanguíneo y de las proteínas en orina.

En otro estudio en ambiente frío, O'Brien y cols. (1996) estudiaron las pérdidas por deshidratación y analizaron parámetros sanguíneos y de orina en militares durante una semana de ejercicio a 1-3° C. Se observaron cambios en la grasa corporal y en la composición corporal normales a tenor del ejercicio realizado. Por lo que se concluye que con una adecuada ingesta de líquidos el clima frío no afectará al balance hídrico, ni alterará las modificaciones propias en composición corporal que genera el ejercicio.

Cheung y Mc Lellan (1998) estudiaron la influencia del clima cálido (40° C y 30% de humedad relativa) en sujetos que portaban indumentaria militar de protección. Los sujetos realizaban una test físico en dos estados, deshidratados e hidratados. Se concluyó que el estado previo de deshidratación aumentaba los efectos de la intolerancia al calor tanto en ejercicio ligero como intenso.

Para estudiar las pérdidas por deshidratación en clima de montaña, Fusch y cols. (1998) midieron las pérdidas de líquido y peso corporal en quince adultos durante siete días de marcha en los Alpes con una media de trabajo a 3317mt. de altura. Se observó una pérdida de líquidos mayor (hasta 5 l/día) cuando la intensidad de la actividad era cercana al umbral de lactato (4 mmol/l) debido a la utilización del glucógeno muscular como sustrato energético.

La tabla 7 que a continuación mostramos, tomada del documento de consenso dirigido por Michael N. Sawka en 2007 sobre reposición de líquidos del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM), proporciona tasas de sudoración aproximadas para individuos de diferentes pesos, realizando un ejercicio de carrera a diferentes velocidades y en condiciones ambientales frías/templadas y calientes.

Tabla 7. Tasas de sudoración previstas (l/h) para carreras de 8,5 a 15 km/h en clima frío/templado (Tbs=18° C) y clima caliente (Tbs=28° C). Sawka y cols. 2007

Peso(kg)	Clima	8,5k	10k	12,5k	15k
		m/h	m/h	m/h	m/h
50 lado	Frío/temp	0,43	0,53	0,69	0,86
	Caliente	0,52	0,62	0,79	0,96
75 lado	Frío/temp	0,65	0,79	1,02	1,25
	Caliente	0,75	0,89	1,12	1,36
90 lado	Frío/temp	0,86	1,04	1,34	1,64
	Caliente	0,97	1,15	1,46	1,76

Como se observa en esta tabla, es inapropiado utilizar sólo una tasa de reposición de líquidos para todos los corredores; sin embargo, el uso de ajustes específicos a una actividad particular puede ampliar la aplicabilidad de las guías generales. Por ejemplo, un análisis matemático para estimar los niveles de sodio en plasma predijo que, si se siguen los ajustes mencionados para el peso del corredor, velocidad y condiciones ambientales, las recomendaciones de 0,4 – 0,8 l/h son, probablemente,

satisfactorias para individuos que participan en eventos con la longitud de un maratón (Montain y cols., 2006).

Podemos observar como las diferencias individuales se acentúan en función de las condiciones ambientales en que se desarrolle el ejercicio físico. En el caso que nos ocupa, todos los partidos se disputaron en pabellones cubiertos que disponían de sistema de refrigeración, por lo suponemos condiciones de temperatura ambiental y humedad relativa similares.

II.5. HIDRATACIÓN Y CONSUMO DE BEBIDAS

II.5.1. FACTORES MODIFICANTES EN LA INGESTA DE LÍQUIDOS

La ingesta espontánea de líquido está influenciada por información sensorial variada, tales como el olor, sabor, temperatura, color y calidad subjetiva de la bebida. Sólo algunos de estos factores han sido estudiados sistemáticamente, principalmente la temperatura y el sabor del líquido. Se han hecho estudios con distintos fluidos que demuestran que la ingesta voluntaria es máxima cuando los líquidos están frescos a una temperatura entre 15 y 20°C (ACSM, 1996a, Sawka y cols., 2007).

Desde hace varias décadas se sabe que cuando la gente se ejercita y suda, no reemplaza todo el líquido perdido por sudoración, aún teniendo acceso ilimitado al líquido. Esto se llama deshidratación voluntaria.

No hay evidencias de que los seres humanos puedan adaptarse a la deshidratación crónica (Green y cols., 2007). El único método para evitar la deshidratación durante el ejercicio es consumir cantidades adecuadas de líquidos. Para proteger la salud y mejorar el rendimiento existen pocas alternativas al respecto.

En relación con la edad, los estudios sobre la deshidratación se han llevado a cabo en adultos principalmente, aunque Bar-Or y cols. (1980), realizaron un estudio sobre la deshidratación en niños para determinar, por un lado, si los niños se 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 porcentaje de peso perdido el aumento de temperatura interna era mayor en niños que en adultos.

Miescher y cols. (1989) estudiaron las diferentes respuestas a un estado de deshidratación y la posterior hidratación en personas mayores (61-67 años) y jóvenes (21-29 años). Se observó como las personas mayores tenían menor capacidad para disipar el calor, mientras que la pérdida de peso y la reposición de líquidos obtenían valores similares en ambos grupos.

En otra revisión sobre la deshidratación involuntaria Greenleaf (1992) definió como el nivel de deshidratación involuntaria es aproximadamente proporcional al grado de estrés térmico sufrido por el sujeto. Según este autor, dado que los seres humanos beben cuando no

hay aparente estímulo fisiológico, el componente psicológico siempre debe tenerse en cuenta al investigar los mecanismos para beber.

Rivera y Brown (1999) en un estudio con niños realizando ejercicio en bicicleta en un ambiente de $30,4 \pm 1^\circ \text{C}$ demostraron que la ingesta voluntaria de una bebida con sabor fue lo suficientemente alta para mantener la hidratación, aún cuando las tasas de sudoración fueron altas.

En investigaciones con población infantil, Wilk y Bar-Or (1996) estudiaron a 12 niños (9-12 años) para evaluar la influencia que el sabor y la composición de la bebida tenía en la ingesta voluntaria y la hidratación cuando éstos practicaban ejercicio de forma intermitente a $35 \pm 1^\circ \text{C}$ y 45-50% de humedad relativa. Se concluyó que, si bien el sabor del agua reducía de la deshidratación voluntaria en los niños, si además esa bebida contiene más de 6% de carbohidratos y 18 mmol/l de cloruro de sodio (NaCl) la deshidratación voluntaria era eliminada por completo.

En un estudio sobre la influencia que el sabor de la bebida tiene sobre su ingesta voluntaria Kriemler y cols. (1999) observaron a 11 niños (6 niñas y 5 niños) con edades de entre 10 y 19 años que realizaban ejercicio en calor (35°C y 50% de humedad relativa). Se les ofreció *ad libitum* agua o bebida con sales y carbohidratos. No se observaron diferencias significativas en las pérdidas en temperatura rectal o frecuencia cardíaca pero sí en la ingesta de líquidos, que fue mayor con la bebida con sales y azúcares y que mejoró la deshidratación progresiva. Una bebida con sabor a azúcares y sales (50 mmol/l) aumenta la palatabilidad y atenúa la deshidratación voluntaria.

Centrando sus estudios en poblaciones adultas Hubbard y cols. (1984) analizaron la relación entre el trabajo físico, las condiciones ambientales y la temperatura y sabor de la bebida sobre el consumo voluntario de líquidos. Veintinueve sujetos recorrieron 14,5 km. a pie en un ambiente cálido y seco (40°C y 5% de humedad relativa), divididos en tres grupos según la ingestión de agua del grifo ($n = 8$), agua tratada con sales ($n = 11$) y agua con sales con sabor a agua del grifo ($n = 10$). En un primer test la temperatura del agua era de 40°C y de 15°C el segundo. La temperatura del agua fue el factor determinante de diferencias ya que, la ingesta de líquidos con bebidas calientes se redujo notablemente provocando pérdidas de peso de 2,8 y 3,2%, y terminó afectando a los resultados del ejercicio.

Szlyk y cols. (1989) estudiaron los efectos de la temperatura del agua y sabor en el consumo de líquidos y pérdidas de peso corporal en catorce hombres (21-33 años) durante 6 h. de ejercicio tapiz rodante (4,8 km/h) en un ambiente cálido. Los resultados de este estudio indican que,

independientemente del sabor, la refrigeración de la bebida aumentará la ingesta de líquidos y reducirá el déficit de peso corporal incluso en los sujetos reacios a beber.

Shirreffs y Maughan (1997) estudiaron el efecto del consumo de alcohol en la restauración del equilibrio hídrico tras un ejercicio que supuso un 2,01% de pérdida corporal. Se suministraron bebidas con un 0,1,2 y 4% de alcohol. Los resultados mostraron que el alcohol tiene un efecto diurético insignificante cuando se consume diluida en bebida después del ejercicio. No parece haber diferencia en la recuperación de la deshidratación si las bebidas contienen hasta un 2% de alcohol, pero las bebidas que contienen 4% de alcohol tienden a retrasar el proceso de recuperación.

Para determinar la relación entre el sabor y la ingesta de líquidos, Wilmore y cols. (1998) estudiaron a quince triatletas masculinos (18-40 años) que se ejercitaron durante 90 minutos (30° C y 50% de humedad relativa) y la recuperación posterior. Concluyeron que el sabor de la bebida era el factor determinante en la elección de la bebida para la reposición de líquidos tras el ejercicio.

En otra ocasión Passe y cols. (2000) estudiaron el efecto de las bebidas gaseosas sobre la palatabilidad y la ingesta de líquidos tras el ejercicio. Concluyeron que bebidas carbonatadas con un nivel igual o superior a 2,3 volúmenes de CO₂ tienen un impacto negativo en la aceptación voluntaria y la ingesta de líquidos, con el consiguiente riesgo que esa práctica supone para una correcta rehidratación tras el ejercicio.

Sobre las reticencias de las mujeres a una excesiva ingesta de kilojulios cuando se consumen bebidas deportivas durante el ejercicio, Minehan y cols. (2002) observaron a jugadoras de élite de baloncesto (n = 9), amateur (n = 7) y jugadores de baloncesto amateur (n = 8). Concluyeron que las bebidas deportivas mejoran el balance hídrico en el ejercicio, y sugieren que el contenido energético de la misma es relativamente poco importante en la determinación de la ingesta de líquidos voluntaria independientemente del sexo.

En un estudio sobre la palatabilidad de las bebidas en función de la temperatura en que se encuentren éstas, Jung y cols. (2007) observaron la ingesta voluntaria de 10 sujetos sometidos a ejercicio a 30 y 40° C respectivamente. En un primer test sólo había agua fría mientras que en otros había cuatro bebidas a temperatura ambiente (agua, zumo, naranja y cola). Se observó como el suministro a temperatura ambiente de bebidas calientes mostraba resultados similares a la de agua refrigerada.

Así al proporcionar sabor a las bebidas, el consumo de líquido puede ser mantenido y las pérdidas por deshidratación pueden ser disminuidas.

Por último y como referencia para el siguiente apartado el consumo voluntario de una bebida deportiva bien formulada es mayor que el del agua simple, en parte debido a la palatabilidad de las bebidas deportivas (Minehan y cols., 2002). La temperatura, dulzura, intensidad de sabor, sensación bucal, acidez y sabor residual de la bebida son características que influyen la palatabilidad y por lo tanto promueven o frenan el consumo de líquido durante la actividad física. Una serie de estudios con jóvenes ejercitándose en el calor demuestra que la ingesta voluntaria de una bebida con sabor fue lo suficientemente alta para mantener la euhidratación (nivel equilibrado de hidratación), aún cuando las tasas de sudoración fueron altas (Rivera-Brown 1999; Wilk y cols., 1998).

II.5.2. BEBIDAS DEPORTIVAS

Al igual que la temperatura, la composición de los líquidos consumidos puede ser importante. El Institute of Medicine (1994) proporcionó guías generales sobre la composición de “bebidas deportivas” para personas que realizan actividad física prolongada en un ambiente cálido. Recomendaron que este tipo de bebidas de reposición deben contener entre 20-30 mEq/l de sodio (cloruro como anión), 2-5 mEq/l de potasio y 5-10% de carbohidratos. La necesidad de estos diferentes componentes (carbohidratos y electrolitos) dependerá de la tarea de ejercicio específica (intensidad y duración) y condiciones ambientales. El sodio y el potasio son para ayudar a reponer las pérdidas de electrolitos por sudor, mientras que el sodio también ayuda a estimular la sed y los carbohidratos aportan energía (Sawka y cols., 2007). Estos componentes también pueden obtenerse de otras fuentes no necesariamente líquidas como son alimentos, barras energéticas o geles.

Se ha demostrado que el consumo de carbohidratos a una tasa de entre 30-60 gr/h mantiene los niveles de glucosa en sangre y sostiene el rendimiento en el ejercicio (Coyle y Montain, 1992; Coyle, 2004). Por ejemplo, para lograr una ingesta de carbohidratos suficiente para mantener el rendimiento un individuo podría ingerir de medio litro a un litro de una bebida deportiva convencional cada hora (suponiendo que contienen 6-8% de carbohidratos, aportaría 30-80 gr/l de carbohidratos) junto con suficiente agua para evitar una deshidratación excesiva (Burke y Hawley, 1997). Si tanto la reposición de líquidos como el consumo de carbohidratos van a ser cubiertas con una sola bebida, la concentración de carbohidratos no debe exceder del 8% e incluso ser ligeramente

menor, ya que las bebidas con una concentración alta de carbohidratos reducen el vaciamiento gástrico (Jentjens y cols., 2005, Wallis y cols., 2005).

El vaciamiento gástrico depende de varios factores. La naturaleza exponencial de la curva de vaciamiento indica que el volumen del contenido estomacal tiene una importancia crucial en el control de la tasa de vaciado: conforme el líquido va saliendo y el volumen estomacal cae, va disminuyendo la tasa de vaciamiento. Entonces, el vaciado se puede promover manteniendo un volumen grande de líquido en el estómago (Rehrer y cols., 1992). No todos los individuos toleran bien la presencia de grandes volúmenes de líquido en el estómago y tenemos constancia, por nuestra experiencia, que muchos jugadores de fútbol sala prefieren evitarla. Esta tolerancia es entrenable, permitiéndole al individuo manejar volúmenes mayores gracias a la práctica.

Los líquidos con mayor contenido energético tienen tasas más lentas de vaciamiento gástrico. Este patrón es el mismo durante el ejercicio que el que se observa en reposo (Minehan y cols., 2002). El efecto negativo de un alto contenido energético sobre la tasa de vaciamiento gástrico es mucho mayor que el efecto de una alta osmolaridad. El ejercicio de alta intensidad puede retardar o aún detener el vaciado gástrico, pero el ejercicio a intensidades alrededor de 70 a 75% del VO_2max . tiene poco o ningún efecto sobre la tasa de vaciamiento gástrico (Rehrer y cols., 1990).

Otro proceso limitante de la tasa de hidratación es la absorción intestinal de fluidos. La osmolaridad y el contenido en sales son los dos factores principales que gobiernan el transporte neto de agua en el intestino delgado. Aquellas soluciones claramente hipertónicas, con respecto al plasma humano, producen menor absorción y mayor secreción de agua, mientras que las soluciones hipotónicas promueven la absorción neta de agua. La absorción intestinal de agua puede mejorarse añadiendo carbohidratos a una solución de reposición de fluidos (Owen y cols., 1986). La cantidad y el tipo adecuados de carbohidratos estimulan la absorción de líquido y electrolitos en el intestino delgado aún en bebidas ligeramente hipertónicas. Esto nos indica la importancia de la correcta utilización de bebidas deportivas si queremos que nuestros jugadores rindan al máximo y mantengan durante un mayor periodo de tiempo los niveles de carbohidratos en sangre.

La hidratación adecuada antes de la actividad física es esencial para proteger todas las funciones fisiológicas. Un déficit de líquido antes del ejercicio es potencialmente perjudicial para la termorregulación, y produce un mayor estrés cardiovascular durante la sesión de ejercicio (ACSM,

1996b; Amstrong y cols., 1997). La ingesta de 250 a 600 ml. de fluidos al menos dos horas antes del ejercicio ayuda a garantizar que se inicia con un nivel adecuado de hidratación, y además, proporciona tiempo suficiente para eliminar cualquier exceso de líquido por medio de la orina.

II.5.3. RECOMENDACIONES DE INGESTA DE LÍQUIDOS

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

Hidratación antes del ejercicio

El objetivo de la hidratación antes del ejercicio es iniciar la actividad física euhidratado, es decir, con niveles normales de electrolitos en plasma. Si se consumen suficientes bebidas con las comidas y ha pasado un periodo de recuperación prolongado (8-12 h.) desde la última sesión de ejercicio, el deportista debería alcanzar valores próximos a la euhidratación (Institute of Medicine, 2005). Sin embargo, si la persona ha padecido deficiencias de líquido considerables y no ha ingerido volúmenes de líquidos y electrolitos adecuados para restablecer la euhidratación, puede ser necesario un protocolo agresivo de hidratación antes del ejercicio. El programa de hidratación pre-ejercicio ayudará a asegurar que se corrija cualquier deficiencia previa de líquidos-electrolitos antes de que se inicie la tarea de ejercicio.

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

Una de las formas de ayudar a promover el consumo de líquido, antes, durante y después del ejercicio es aumentar la palatabilidad de los líquidos ingeridos. La palatabilidad del líquido está influenciada por varios factores que incluyen la temperatura, el contenido de sodio y el sabor. La temperatura del agua preferida está entre 15 y 21°C, pero ésta y la preferencia de sabor varían considerablemente entre individuos y culturas (Engell y cols., 1987).

Hidratación durante el ejercicio

El objetivo de beber durante el ejercicio es prevenir la deshidratación excesiva (>2% de pérdida de peso corporal por déficit de agua) y los cambios excesivos en el balance de electrolitos para evitar que esto afecte el rendimiento en el ejercicio (Sawka y cols., 2007). La cantidad y tasa de reposición de líquido depende de la tasa de sudoración del individuo, de la duración del ejercicio y de las oportunidades para beber. Los individuos deben beber periódicamente (cada vez se tenga oportunidad) durante el ejercicio, sin esperar a que aparezca la sed, pues ésta es un indicador del estado de deshidratación. Se debe tener cuidado en determinar las tasas de reposición de líquido, particularmente en el ejercicio prolongado que tenga una duración mayor a las 3 horas. Cuanto mayor sea la duración del ejercicio mayores serán los efectos acumulativos de las pequeñas diferencias entre las necesidades y la reposición de líquidos, lo que puede llevar a una deshidratación excesiva o una hiponatremia por dilución (Montain y cols., 2006).

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

Hidratación post ejercicio

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

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

El aumento del volumen plasmático está directamente relacionado con el volumen de líquido ingerido y con la concentración de sodio. La resíntesis del glucógeno hepático y muscular (gastado durante el ejercicio) es mayor durante las dos primeras horas después del esfuerzo (Burke y Hawley, 1997). Por todo esto, las bebidas de rehidratación post-ejercicio deben llevar tanto sodio como carbohidratos y hay que empezar a tomarlas tan pronto como sea posible.

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

II.5.4. HIPERHIDRATACIÓN

No existe suficiente evidencia que apoye la hiperhidratación antes del ejercicio como medio para mejorar el rendimiento deportivo (Rico-Sanz y cols., 1996). La hiperhidratación es muy difícil de lograr debido a que la expansión del volumen plasmático produce hipotonicidad y aumenta la diuresis. Existe la posibilidad de que los protocolos de

hiperhidratación estén, simplemente, permitiendo que los sujetos con hipohidratación crónica alcancen un nivel normal de hidratación.

La hiperhidratación puede conseguirse por la combinación de beber en exceso y utilizar un agente que retenga el agua dentro del cuerpo (Freud y cols., 1995; Greenleaf y cols., 1977). La hiperhidratación no aporta ninguna ventaja termorreguladora (Latzka y cols., 1997), pero puede retrasar el inicio de la deshidratación (Latzka y cols., 1998), lo cual puede ser responsable de algún beneficio en el rendimiento ocasional (Greenleaf y cols., 1977). Sin embargo, este mecanismo compensatorio es menos efectivo durante el ejercicio y hay riesgo de alcanzar un nivel alto de hiponatremia, es decir, un descenso en el contenido en sodio del organismo provocado por una ingesta excesiva de líquido (Zambraski, 2005). Los factores que contribuyen a la hiponatremia asociada al ejercicio incluyen el consumo excesivo de líquidos hipotónicos y pérdida excesiva de sodio corporal total (Montain y cols., 2006). En los eventos más largos, de ultra resistencia, las pérdidas de sodio pueden inducir a un estado de hiponatremia asociado con el inicio de los síntomas, independientemente de si el individuo está bebiendo en exceso o bebiendo menos de lo que requiere, por lo que se justifica la reposición parcial de las pérdidas de sodio. También se han dado casos de hiponatremia en jugadores de tenis, que al ser un deporte con altas oportunidades de hidratación (descansos entre juegos), puede llevar a los jugadores a beber demasiada agua para hidratarse o tratar de prevenir los calambres musculares.

II.6. REPOSICIÓN HÍDRIDA Y ACTIVIDAD FÍSICA

II.6.1. HIDRATACIÓN Y ACTIVIDAD FÍSICA

La deshidratación progresiva durante el ejercicio es frecuente ya que muchos deportistas no ingieren suficientes líquidos para reponer las pérdidas producidas. Esto no sólo va a provocar una disminución del rendimiento físico sino que además aumenta el riesgo de lesiones y puede poner en juego la salud del deportista. Por este motivo es muy importante elaborar una estrategia capaz de mantener un nivel de líquido corporal óptimo mientras se hace ejercicio, tanto en los entrenamientos como en situaciones reales de competición.

En situaciones de estrés físico nuestro organismo ejecuta una serie de respuestas para adaptarse a los esfuerzos a que esta siendo sometido. Una de estas respuestas es la sudoración y la consecuencia de ella son alteraciones en la hidratación, que podrían llevarnos a un cuadro de deshidratación, con la consecuente reducción de nuestro rendimiento.

Las características individuales, tales como peso corporal (Barr y Costill, 1989), predisposición genética, estado de aclimatación al calor (Sawka y cols., 1996) y la eficiencia metabólica (economía al llevar a cabo una tarea de un ejercicio específico), influirán en las tasas de sudoración para cada actividad. Dependiendo del individuo, del tipo de ejercicio y, fundamentalmente, de la intensidad del mismo, la cantidad de sudor puede alcanzar valores iguales o superiores a 3 litros/hora (Rehrer, 2001). Como resultado, hay una gran variabilidad en las tasas de sudoración y las pérdidas totales de sudor de los individuos, tanto entre actividades como dentro de una misma actividad; y en algunos casos en el mismo evento en un día determinado. Por ejemplo, los corredores de maratón de élite pueden tener tasas de sudoración más altas pero pérdidas de sudor totales similares (corren durante un tiempo más corto) que los corredores recreativos que terminan la carrera en los últimos lugares. En un partido de fútbol las tasas de sudoración variarán entre jugadores de acuerdo a su puesto específico y estilo de juego así como al tiempo de actividad pasado en el campo (Shirreffs y cols., 2005).

La tabla 8, tomada de Sawka y cols. (2007) resume las tasas de sudoración observadas entre competidores de alto rendimiento en una amplia variedad de deportes, tanto en entrenamiento como en situación real de competición (Broad y cols., 1996; Brown y Winter, 1998; Speedy y cols., 2001; Cox y cols., 2002; Bergeron, 2003; Burke y cols., 2005; Godek y cols., 2005; Maughan y cols., 2005; Shirreffs y cols., 2005; Burke, 2006).

Tabla 8. Observaciones de tasa de sudoración, consumo voluntario de líquido y niveles de deshidratación en varios deportes. Sawka y cols. (2007)

Deporte	Condición	Tasa de sudoración (l/h)		Consumo voluntario de líquido (l/h)		Deshidratación (%PC)	
		Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Waterpolo (Cox y cols., 2002)	Entrenamiento (hombres)	0,29	0,23 – 0,35	0,14	0,09-0,20	0,26	0,19-0,34
	Competición (hombres)	0,79	0,69-0,88	0,38	0,30-0,47	0,35	0,23-0,46
Voleibol (Broad y cols., 1996)	Entrenamiento verano (mujeres)	0,72	0,45-0,99	0,44	0,25-0,63	0,7	+0,3-1,7
	Competición en verano (mujeres)	0,98	0,45-1,49	0,52	0,33-0,71	0,9	0,1-1,9
Natación (Cox y cols., 2002)	Entrenamiento (hombres y mujeres)	0,37		0,38		0	
Remo (Burke, 2006)	Entrenamiento en verano (hombres)	1,98	0,99-2,92	0,96	0,41-1,49	1,7	0,5-3,2
	Entrenamiento en verano (mujeres)	1,39	0,74-2,34	0,78	0,29-1,39	1,2	0-1,8
Baloncesto (Broad y cols., 1996)	Entrenamiento en verano (hombres)	1,37	0,9-1,84	0,80	0,35-1,25	1,0	0-2,0
	Competición en verano (hombres)	1,6	1,23-1,97	1,08	0,46-1,70	0,9	0,2-1,6
Fútbol (Shirreffs y cols., 2005)	Entrenamiento en verano (hombres)	1,46	0,99-1,93	0,65	0,16-1,15	1,59	0,4-2,8
Fútbol (Maughan y cols., 2005)	Entrenamiento en invierno (hombres)	1,13	0,71-0,77	0,28	0,03-0,63	1,62	0,87-2,55
Fútbol Americano (Godek,2005)	Entrenamiento en verano (hombres)	2,14	1,1-3,18	1,42	0,57-2,54	1,7kg 1,5%	0,1-3,5kg

Tenis (Bergeron, 2003)	Competición en verano (hombres)	1,6	0,62- 2,58	1,1		1,3	+0,3- 2,9
	Competición en verano (mujeres)		0,56- 1,34	0,9		0,7	+0,9- 2,3
Tenis (Bergeron, 2003)	Competición en verano (hombres propensos a sufrir calambres)	2,60	1,79- 3,41	1,6	0,8- 2,40		
Squash (Brown y Winter, 1998)	Competición (hombres)	2,37	1,49- 3,25	0,98		1,28kg	0,1- 2,4kg
Media Maratón (Burke y cols., 2005)	Competición en invierno (hombres)	1,49	0,75- 2,23	0,15	0,03- 0,27	2,42	1,30- 3,6
Carrera campo través (Godek y cols., 2005)	Entrenamiento de verano (hombres)	1,77	0,99- 2,55	0,57	0-1,3	1,8	
Triatlón Ironman	Tramo natación					1kg	+0,5- 2,0kg
Competición clima templado (Speedy y cols., 2001)	Tramo bicicleta	0,81	0,47- 1,08	0,89	0,6- 1,31	1-0,5kg	+3,0- 1,0kg
	Tramo carrera	1,02	0,4-1,8	0,63	0,24- 1,13	2kg	+1,5- 3,5kg
	Prueba completa			0,71	0,42- 0,97	3,5%	+2,5- 6,1%

Estos datos muestran que los individuos frecuentemente alcanzan tasas de sudoración de 0,5 a 2,0 l/h, y porcentajes de peso perdido entre 1 y 3,5%. Las diferencias en los niveles de deshidratación alcanzados entre individuos, diferentes deportes y estaciones climáticas demuestran las dificultades para dar una recomendación universal que se ajuste a todos.

II.6.2. CONSECUENCIAS DE LA DESHIDRATACIÓN SOBRE LA ACTIVIDAD FÍSICA

La deshidratación en el ejercicio físico puede ser un factor limitante en el rendimiento en determinado tipo de esfuerzos, además de afectar otras funciones orgánicas y suponer un serio compromiso para la salud si la pérdida de peso corporal por deshidratación es elevada. Sin embargo, existe cierta creencia popular sobre cómo la ingesta de líquidos podría ser perjudicial, incluso, tras realizar ejercicio en calor. Es el caso del trabajo de Bijlani y Sharma (1980), que; llevaron a cabo un estudio por la controversia sobre el efecto de la deshidratación inducida por el calor en el rendimiento deportivo y la creencia popular de que no es aconsejable tomar agua inmediatamente después del ejercicio prolongado al sol. Los puntos investigados eran: el efecto de la deshidratación en algunos aspectos del rendimiento físico y mental y la variación en el rendimiento en la post-deshidratación, cronometrando la rehidratación. La deshidratación que suponía una pérdida del 2% de peso del cuerpo no dañó la eficacia mecánica mientras que una pérdida de un 3% redujo el tiempo de resistencia muscular de extensores del antebrazo. La tensión isométrica máxima y el rendimiento mental, no eran afectadas.

Es habitual que los deportistas inicien el ejercicio con un contenido de agua corporal total normal y progresivamente vayan alcanzando un estado de deshidratación; sin embargo, en algunos deportes la persona puede iniciar el ejercicio deshidratado, como cuando el intervalo entre las sesiones de ejercicio es inadecuado para la rehidratación completa o cuando el peso corporal inicial es un problema (Sawka y cols., 2007). En los deportes donde el peso corporal es una variable para competir en una categoría u otra, como boxeo, levantamiento de pesas, lucha, etc., los individuos pueden deshidratarse a propósito para competir en categorías de peso más bajas (Cheuvront y cols., 2004a). También, algunos individuos que llevan a cabo entrenamientos dos veces al día, o sesiones prolongadas de ejercicio todos los días en ambientes calurosos, pueden arrastrar un déficit de líquidos de entrenamiento o competición anterior (Godek y cols., 2005). Independientemente de la vía que haya provocado la deshidratación, para cualquier déficit de agua, hay similitudes en la alteración de la función fisiológica y consecuencias en el rendimiento (Sawka y Coyle, 1999).

La deshidratación incrementa el estrés fisiológico tal y como se refleja en las mediciones de temperatura corporal, frecuencia cardiaca y percepción del esfuerzo durante el estrés del ejercicio en calor (Sawka y Coyle, 1999). Cuanto mayor sea el déficit de agua corporal, mayor será el

aumento del estrés fisiológico para una tarea de ejercicio determinada (Sawka y cols., 1985; Montain y Coyle, 1992; Montain y cols., 1995), de hecho, si la deshidratación supera el 2% del peso corporal tendrá lugar una disminución en el rendimiento del ejercicio aeróbico y el rendimiento cognitivo/mental en ambientes con temperaturas templadas a cálidas (Cheuvront y cols., 2003; Casa y cols., 2005; Institute of Medicine, 2005).

A mayores niveles de deshidratación mayor será la disminución del rendimiento en ejercicio aeróbico (Institute of Medicine, 2005). El déficit de agua crítico (> 2% del agua corporal para la mayoría de los individuos) y la magnitud de la disminución del rendimiento están íntimamente relacionados con la temperatura ambiental (Sawka y cols., 2007), el tipo de ejercicio y las características biológicas únicas del individuo (por ej., tolerancia a la deshidratación). Por tanto, algunos individuos serán más tolerantes que otros a la deshidratación. Por este motivo es muy importante elaborar una estrategia capaz de mantener un nivel de líquido corporal óptimo mientras se hace ejercicio tanto en los entrenamientos como en la competición.

La deshidratación afecta el rendimiento deportivo porque (Palacios y cols., 2008):

- Disminuye la obtención de energía aeróbica por el músculo.
- El ácido láctico no puede ser transportado lejos del músculo.
- Disminuye la fuerza.

En función de la proporción de líquidos perdidos se pueden producir las siguientes alteraciones (Barbany, 2002; Maughan y Gleeson, 2004):

- Pérdida del 2%: descenso de la capacidad termorreguladora.
- Pérdida del 3%: disminución de la resistencia al ejercicio, calambres, mareos, aumento del riesgo de sufrir lipotimias e incremento de la temperatura corporal hasta 38° C.
- Pérdida del 4-6%: disminución de la fuerza muscular, contracturas, cefaleas y aumento de la temperatura corporal hasta 39° C.
- Pérdida del 7-8%: contracturas graves, agotamiento, parestesias, posible fallo orgánico, golpe de calor.
- Pérdida superior al 10%: comporta un serio riesgo vital.

Los estudios llevados a cabo en este campo se centran fundamentalmente en los efectos de la ingesta y reposición de líquido en

relación con el ejercicio, la deshidratación y sus efectos en el rendimiento y en funciones corporales.

Un estado de deshidratación afectará al rendimiento, de hecho afecta al sistema circulatorio y es que a partir del 1% de pérdida de peso corporal la frecuencia cardiaca aumenta de 5 a 8 pulsaciones por minuto y el volumen sanguíneo se reduce significativamente, con lo que la temperatura corporal aumenta de 0,2 a 0,3° C (Cheuvront y Haymes, 2001; Coyle, 2004).

Respecto a la ingestión y reposición de líquidos en ejercicio, Saltin (1964) realizó uno de los primeros estudios sobre el efecto de la deshidratación en el rendimiento físico tras estudiar a diez sujetos que realizaron dos test, uno submáximo y otro máximo, en situaciones de hidratación primero y deshidratación después. El tiempo de test máximo disminuyó notablemente (de 6 a 4 minutos) si bien no hubo cambios significativos en la frecuencia cardiaca máxima ni en la absorción de oxígeno.

En un estudio de Sawka y cols. (1983) sobre las modificaciones del volumen plasmático con la ingesta previa de líquidos se analizó a siete sujetos que realizaban 90 minutos de marcha a 45° C. Se observó como la ingesta de carbohidratos aumento el volumen plasmático de manera más significativa que los que realizaban una ingesta de agua con sales, lo que afectaba directamente a un descenso de la frecuencia cardiaca en el ejercicio, implicando una mejora del rendimiento.

En otro estudio Serfass y cols. (1984) estudiaron como afectaban las pérdidas de peso sobre la fuerza y la resistencia en luchadores universitarios. Ante pérdidas de un 4% de peso corporal no se encontraron diferencias significativas en los niveles de fuerza, pero si en niveles de resistencia.

Candas y cols. (1988) estudiaron las respuestas a un mismo ejercicio de tres horas de duración en sujetos deshidratados, hidratados e hiperhidratados. El mismo test se realizó primero en ausencia de líquidos y después ingiriendo agua o bebida deportiva *ad libitum* durante el inicio del ejercicio. Se observó como se producía un mayor aumento de la temperatura corporal en sujetos inicialmente deshidratados. Del mismo modo la deshidratación fue menor en sujetos hidratados debido a la hiperosmolaridad del plasma sanguíneo en estos sujetos.

Sawka y cols. (1988) estudiaron los efectos de la deshidratación sobre el volumen plasmático y sobre la termorregulación comparando en la misma prueba los resultados de sujetos hidratados y deshidratados al

3,5 y 7% de pérdida de peso corporal. Se observó como la reducción del volumen plasmático se produjo sólo a partir de un porcentaje de pérdida superior al 3%. Del mismo modo, a mayor grado de deshidratación disminuye la producción de sudor, lo que conlleva un aumento de la temperatura corporal.

Sawka y cols. (1989a) estudiaron cómo la transfusión de eritrocitos altera el control de la sudoración; y al estar ésta relacionada con el aumento o disminución del volumen plasmático, se establecieron ecuaciones que describían como la tonicidad y el volumen plasmático alteran la sudoración.

En otro estudio similar Sawka y cols. (1989b) estudiaron como la deshidratación de un 5% provocada por el ejercicio altera la concentración de inmoglobulinas. Se observó como las concentraciones de inmoglobulinas no cambiaban durante el ejercicio por lo que no se consideraron indicadoras del estado de deshidratación.

Neufer y cols. (1991) analizaron los efectos que una deshidratación moderada (inferior al 5% del peso corporal) o un estado de hidratación posterior al ejercicio tenían sobre los niveles de glucógeno del músculo esquelético. Los resultados obtenidos indicaron que, a pesar de la reducción del contenido de líquidos en las horas posteriores al ejercicio, la resíntesis del glucógeno muscular no se veía afectada.

Mitchell y Voss (1991) estudiaron las respuestas fisiológicas antes la ingesta de 800, 1200 ó 1600 ml/h de bebida con carbohidratos tras 2h. de ciclismo en 8 sujetos varones al 70% del VO_2 max. El vaciado gástrico fue mayor con la menor ingesta de líquido. También la menor ingesta de líquidos provocó los mayores valores de pérdida de peso mientras que no hubo diferencias significativas en los electrolitos y volumen plasmático.

Sawka y cols. (1992) estudiaron el agotamiento por calor en sujetos hidratados y deshidratados sometidos a ensayos de estrés térmico. Se observó como este agotamiento tenía lugar en primer lugar en sujetos deshidratados independientemente de su estado de forma. También se observó como el agotamiento por calor tiene lugar a partir de los 40° C.

Montain y Coyle (1992) estudiaron como afectaba la deshidratación a la frecuencia cardiaca y la hipertermia. Se analizaron las respuestas de ocho ciclistas varones (23 ± 3 años) durante ejercicio al 60% del VO_2 max. de 2 horas de duración. Concluyeron que los aumentos de temperatura y frecuencia cardiaca estaban directamente relacionados con el porcentaje de deshidratación alcanzado durante el ejercicio.

El efecto de la rehidratación sobre el rendimiento en ocho remeros de élite fue estudiado por Burge y cols. (1993). Tras 24 horas de deshidratación los sujetos realizaron un test máximo sin ingesta primero y tras rehidratación parcial después. Con la ingesta de líquidos la pérdida de peso corporal se redujo un $5,16 \pm 0,14\%$ mientras que el tiempo de ejercicio aumentó hasta $7,38 \pm 0,21$ minutos de duración. A nivel sanguíneo se observó como la rehidratación provocaba un aumento del rendimiento debido a la bajada del volumen plasmático y a una menor utilización del glucógeno muscular.

En otro estudio, Below y cols. (1995) determinaron los efectos de la ingestión de fluido e hidratos de carbono en el rendimiento, temperatura interna y la respuesta cardiovascular durante un ejercicio intenso de 1 hora de duración en cicloergómetro. Se administraba una cantidad grande de fluido en algunos ensayos y pequeña en otros. Los resultados indican que la ingestión de cantidad mayor de fluido atenuaba ligeramente el aumento de la frecuencia cardiaca y la temperatura central en mayor medida que en los ensayos en que hubo una ingestión menor de fluido. Tanto la ingestión de fluido como de hidratos de carbono mejoraban la actuación en ejercicio de pedaleo.

Algunos estudios han tratado de investigar los efectos de la ingestión de agua antes, durante o después del ejercicio. Fallowfield y cols. (1996), concluyeron que la ingestión de agua durante la carrera prolongada mejoraba la capacidad de resistencia.

Maughan y cols. (1996) estudiaron los efectos de la hidratación posterior al ejercicio con líquidos o con líquidos más alimentos sólidos. Ocho voluntarios (cinco hombres y tres mujeres) con un 2% de pérdida de peso corporal por ejercicio cálido y húmedo (34° C y 55% de humedad relativa). Se analizaron el volumen de orina, los electrolitos y la osmolaridad. A excepción de la osmolaridad, que fue superior con la ingesta de alimentos y líquidos, no se registraron diferencias significativas para el resto de parámetros medidos entre ambas situaciones.

También Armstrong y cols. (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. En cuatro sesiones, 10 sujetos trabajaron durante 90 minutos en condiciones de estrés térmico en tapiz rodante, a 5,6 km/h, 5% de inclinación, 33° C y un 56% de humedad relativa. El estrés térmico era diferente según la hidratación pretest (2 ensayos con correcta hidratación y dos en deshidratación), y la ingestión de agua durante el ejercicio (en dos ensayos se bebía agua a voluntad, y en dos no se bebía agua). La

combinación de un estado de deshidratación junto con no ingestión de agua indicaron mayor estrés fisiológico que en otros ensayos en los que se controló la frecuencia cardíaca, osmolaridad del plasma, sudoración y temperatura rectal.

Gonzalez-Alonso y cols. (1997) concluyeron que la deshidratación añadida a la hipertermia durante el ejercicio causa una incapacidad para mantener el rendimiento cardíaco y la tensión arterial, lo cual provoca que el deportista sea menos eficiente.

McConell y cols. (1997) estudiaron el efecto de la tasa de ingestión de líquidos sobre el rendimiento, ritmo cardíaco, temperatura rectal y electrolitos. Realizaron mediciones en siete varones deportistas en un test máximo tras dos horas de actividad en tres situaciones: sin hidratación, hidratación para reponer el 50% de las pérdidas e hidratación para reponer el 100%. Los mejores resultados se obtuvieron con la hidratación al 100%. También se observó como las respuestas de frecuencia cardíaca, electrolitos y temperatura rectal se relacionaban directamente con la cantidad de líquido ingerido y, por tanto, con el grado de deshidratación en que se encuentre el sujeto.

Montain y cols. (1998b) analizaron a diez varones activos (21-40 años) en un test de resistencia muscular para determinar si la deshidratación reducía esta capacidad en el músculo esquelético. Se observó como la fuerza muscular en general no se veía afectada, pero si la resistencia muscular, aunque este descenso no era provocado por los aumentos en la concentración del PH muscular como se planteaba en un principio.

Greiwe y cols. (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 permanecían estables 3,5 horas después de una deshidratación del 4% del peso corporal.

Ryan y cols. (1998) analizaron el efecto que los diferentes niveles de deshidratación tienen sobre el vaciado gástrico durante el ejercicio. Así se observó que un porcentaje de deshidratación inferior al 3% de pérdida de peso corporal no perjudica la absorción de líquidos o el vaciado gástrico ante un ejercicio moderado (65% del VO_2 max).

La importancia de la hidratación en el ejercicio físico ha dado lugar a la publicación de documentos de consenso como el elaborado por Casa y cols. (2000). En un documento de posicionamiento de la Asociación de Entrenadores de Atletismo (NATA), presentaron las recomendaciones para mejorar las prácticas de reposición de líquido en los atletas. La

deshidratación puede afectar la actuación atlética y puede aumentar el riesgo de golpe de calor en ejercicio. Los atletas no beben el agua suficiente de forma voluntaria para prevenir la deshidratación durante la actividad física. Esta conducta puede modificarse por la educación, la accesibilidad y perfeccionando su sabor. Sin embargo, debe evitarse la sobrehidratación porque también puede afectar a la actuación física y la salud. Como recomendaciones se establecían educar a los atletas con respecto a los riesgos de la deshidratación y la sobrehidratación en la salud y la actuación física, trabajando con ellos de forma individual antes, durante y después de la competición.

En relación con otras variables como la pérdida de sudor y la temperatura, Fritzsche y cols. (2000) investigaron los efectos individuales y combinados del agua y la ingestión de carbohidratos durante el pedaleo prolongado en la máxima potencia neuromuscular, controlando la termorregulación, función cardiovascular y metabolismo. Ocho ciclistas de resistencia se ejercitaron durante 122 minutos al 62% del VO_2 max. Como resultados de interés encontramos que la ingestión de carbohidratos aumentó la producción de calor y la temperatura interna final así como la tasa de sudoración corporal total. Se concluyó que durante el ejercicio prolongado de intensidad moderada en un ambiente caluroso la ingestión de agua mejoraba los resultados. Además, la ingestión de agua e hidratos de carbono provocaba mejores resultados que si se ingería únicamente agua.

Speedy y cols. (2001) estudiaron a 12 atletas tras la disputa de un triatlón, 6 de ellos con hiponatremia y 6 sin ella. Se mantuvieron en observación durante las horas posteriores a la disputa de la prueba analizando el peso, la producción de orina y los niveles de hematocrito y hemoglobina en sangre. No se encontraron diferencias entre los sujetos.

Cheuvront y Haymes (2001), revisaron aquellos factores de la carrera de maratón que pueden influir en que la temperatura rectal continúe alta en los corredores después de la carrera. Indican que, aunque la deshidratación progresiva reduce la dispersión de calor y aumenta la temperatura interna durante el ejercicio, la pérdida de volumen del plasma que contribuye a este efecto no siempre se observa durante las carreras prolongadas, y no evidencia la influencia de la deshidratación en la temperatura rectal sobre corredores de maratón.

En un estudio similar Leiper y cols. (2001) estudiaron a 6 varones ciclistas de élite y compararon los resultados con 6 sedentarios. Se analizaron las pérdidas de líquido por sudor y por orina. Se observó como la sudoración aumenta en sujetos activos llegando a provocar una pérdida

de líquidos tres veces mayor que en sujetos sedentarios. Por tanto el ejercicio aumenta las pérdidas de líquido y la tasa de sudoración.

Maresh y cols. (2001) analizaron la relación entre el consumo de líquidos y el rendimiento en 11 nadadores que realizaron el mismo ejercicio en estado de deshidratación e hiperhidratación. A pesar de la mejora del rendimiento en los nadadores hiperhidratados no se apreció diferencia significativa. Los datos demostraron que no siempre la hiperhidratación supone una ventaja en el rendimiento, a pesar de lo cual, la ingesta de líquidos adecuada es importante para la obtención de los mejores resultados en natación.

Noakes (2002) realizó una revisión sobre el peligro que la deshidratación e hiponatremia derivada del ejercicio intenso sin reposición de líquidos supone para los atletas. Tras analizar informes y casos desde el año 2000 confirmó que la condición potencialmente mortal de la hiponatremia sería eliminada si se hiciera saber a los atletas el peligro de consumir la mayor cantidad de líquido posible durante cualquier ejercicio de más de cuatro horas de duración.

Chevront y cols. (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 estrés 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. Esto puede lograrse usualmente con la ingestión de menos de 1 l/h.

Tras esta revisión, podemos afirmar como la deshidratación tiene un impacto progresivamente negativo sobre el rendimiento en ejercicio, aún a niveles tan bajos como 1% (Sawka y cols., 2007) 2% (Amstrong y cols., 1985) ó 3% (Sawka, 1992) del peso corporal. Pareciera que el estrés por calor ambiental no solo juega un papel importante per se sino que también acentúa la reducción en la potencia aeróbica máxima que ocurre por la deshidratación. Además, el tiempo del ejercicio hasta la fatiga a intensidades submáximas es más corto al ejercitarse en el calor. Es más frecuente que haya una influencia negativa de la deshidratación sobre los esfuerzos aeróbicos prolongados que sobre las tareas anaeróbicas de corto plazo (Amstrong y cols., 1985).

El efecto negativo de la deshidratación sobre la función termorreguladora aumenta el riesgo de agotamiento por calor y golpe de

calor, dos problemas relacionados con el calor (ACSM, 1996b; Echegaray y cols., 2001). El golpe de calor es un serio problema que podría ser fatal, por tanto, debe ser atendido inmediatamente por personal médico, cuya meta primordial será bajar la temperatura central del sujeto. También se han relacionado algunas complicaciones en la función renal con la deshidratación y las altas temperaturas internas durante el ejercicio en el calor (Coyle, 2004). Finalmente, un problema bastante común asociado a estados de deshidratación son los llamados calambres por calor o "calambres musculares ligados al ejercicio" (CMLE) (Sutton y cols., 1972).

Un resumen de las consecuencias fisiológicas de la deshidratación y que llevan consigo la reducción en el rendimiento físico fue descrito por Bouzas en su tesis doctoral en 2000:

- Disminución del volumen plasmático.
- Aumento de la frecuencia cardiaca submáxima.
- Reducción del gasto cardiaco.
- Disminución del flujo sanguíneo cutáneo.
- Disminución de la respuesta a la producción de sudor.
- Disminución del flujo sanguíneo hacia los músculos activos.
- Disminución del flujo sanguíneo hacia el hígado.
- Aumento de la concentración de lactato.
- Aumento del índice de percepción de esfuerzo.
- Disminución del tiempo total de realización de la actividad.
- Disminución del VO_2 max.
- Aumento de la temperatura rectal.
- Disminución de la presión arterial.
- Disminución del rendimiento mental.
- Disminución de la acción biomecánica ideal.
- Alteraciones gastrointestinales.
- Mayor riesgo de hipertermia.
- Lesiones por calor.
- Aumento de la osmolaridad.
- Mayor requerimiento del glucógeno muscular.
- Mayor incidencia de calambres.

El rendimiento cognitivo y mental, importante al tratarse de una investigación sobre un deporte colectivo como el fútbol sala, también se ve afectado cuando la deshidratación supera el 2% de pérdida de peso corporal. Cuando se involucra la concentración, las tareas que precisen alta habilidad o coordinación y los aspectos tácticos disminuyen por la deshidratación y la hipertermia (Hancock y Vasmatazidis, 2003; Rodahl, 2003).

II.6.3. HIDRATACIÓN Y DEPORTES DE EQUIPO

Según lo expuesto en el punto anterior resulta de vital importancia para el rendimiento deportivo el contar con una adecuada hidratación. Sin embargo, existe la creencia de que esta hidratación es más importante en deportes de larga duración y de carácter individual, tales como maratón o ciclismo y no tanto en deportes de equipo.

Además de las enormes diferencias individuales que afectan a los practicantes de deportes de equipo, como su estado de aclimatación, condición física y tasas de sudoración, también se encuentran diferencias de acuerdo a las características del deporte como lo son la duración, el número de interrupciones oficiales del juego, las oportunidades para ingerir líquidos, la intensidad y la estrategia de juego (Broad y cols., 1996). Más aún, los jugadores de un mismo equipo pueden variar en cuanto al trabajo total realizado durante un partido y alterar los niveles de deshidratación y fatiga que presentan cada uno de ellos. Por todo esto resulta necesario conocer las necesidades específicas de cada deporte y cada jugador.

Cuando la pérdida de líquido por sudoración es más rápida que la reposición de fluido el individuo está en un proceso de deshidratación. La deshidratación combinada con el estrés por calor disminuye el rendimiento físico como resultado de la incapacidad del sistema cardiovascular de cumplir con las demandas que le impone el cuerpo (Shirreffs y cols., 2005). La pérdida de líquido corporal aumenta el riesgo de que se eleve excesivamente la temperatura corporal lo cual hace que el ejercicio en calor sea aún más difícil.

En los deportes de conjunto, las destrezas motrices se pueden deteriorar con la deshidratación, afectando el rendimiento de los jugadores en la fase final de los partidos (Abt y cols., 1998, Welsh y cols., 2002). Existen estudios sobre el deterioro de destrezas motrices con la deshidratación, específicamente en fútbol (Maughan y cols., 2005; Shirreffs y cols. 2005, Salum y Fiamoncini, 2006) o en destrezas más generales (Broad y cols., 1996, Sawka y cols., 2007, Palacios y cols.,

2008). Es frecuente observar que muchos jugadores no tienen el mismo rendimiento en la segunda mitad del partido y parte del problema puede responder a un estado de deshidratación.

A pesar de la importancia que se le concede a la hidratación únicamente hemos encontrado una referencia relativa a fútbol sala. En 2006, Barbero y cols. cuantificaron las pérdidas de peso y calcularon la tasa de sudoración en trece jugadores de un equipo profesional de fútbol sala. Para ello los jugadores eran pesados antes y después de cada partido durante tres semanas, si bien durante el proceso el equipo de investigadores aplicó a los jugadores un programa de intervención sobre los beneficios de una correcta hidratación. Los resultados mostraron una pérdida de peso corporal del $1,1 \pm 0,9\%$, y una tasa de sudoración de $13,1 \pm 5,4$ ml/min.

Durante la práctica de deportes de conjunto, especialmente cuando se trata de partidos importantes, es normal que se alternen esfuerzos de muy alta intensidad con períodos de recuperación. Esto se mantiene a lo largo de 70 a 90 minutos (Shirreffs y cols., 2005). El gasto energético en estas condiciones es muy alto y las fibras musculares dependen en gran medida de las reservas de glucógeno muscular para lograr una generación adecuada de energía. El glucógeno es la forma en que el cuerpo humano almacena carbohidratos, que son una fuente indispensable de energía durante el ejercicio de alta intensidad. Es frecuente alcanzar niveles muy bajos de glucógeno muscular al final de la competición en deportes de equipo (Burke y Hawley, 1997). Es por ello que el rendimiento durante el ejercicio intermitente de alta intensidad se puede ver beneficiado con la suplementación de carbohidratos en las bebidas hidratantes.

De otra parte, se ha demostrado que la recuperación es mejor si se ingieren alrededor de 50 gr. de carbohidratos inmediatamente después del juego, y otros 50 gr. a las 2 y las 4 horas post - ejercicio (Nicholas y cols., 1999, Hawley y cols., 1994)

Los efectos de la ingesta de carbohidratos durante el ejercicio son positivos en situaciones reales de juego, mejorando la distancia que recorren los jugadores y también su rendimiento hacia el final de los partidos. La suplementación con carbohidratos durante los partidos de fútbol ha producido menor gasto del glucógeno muscular, mayores distancias recorridas en la segunda mitad y más anotaciones a favor con menos en contra, cuando se compara con la ingesta de agua. Por lo tanto, a pesar de que la ingesta de líquido es sumamente importante, gran

parte de la mejoría en el rendimiento en deportes colectivos obedece a la ingesta de carbohidratos (Balsom y cols., 1999).

Una serie de estudios han tratado los efectos de la deshidratación sobre deportes de habilidad o con balón. Al estar muy relacionado con nuestro estudio sobre la reposición hídrica en jugadores de fútbol sala, creemos necesario comentar sus conclusiones.

En una primera aproximación, un estudio analizó la deshidratación y su influencia en la realización de actividades de precisión. En este sentido, Epstein y cols. (1980), examinaron el efecto de diferentes cargas de calor en la vigilancia y las tareas cognoscitivas complejas involucradas en una actividad de intensidades diferentes. Nueve hombres sanos se expusieron al azar durante 2 horas a tres condiciones climáticas: comodidad (21° C), moderada (30° C), y severa (35° C). Los sujetos tenían asignadas misiones de disparar a blancos de tres tamaños diferentes. Se supervisaron los parámetros fisiológicos de frecuencia cardiaca, temperatura rectal, proporción de sudor y la habilidad psicomotora. Los resultados indicaron que la actuación psicomotora se deterioraba antes que los parámetros fisiológicos, posiblemente debido a las sensaciones de incomodidad.

En un estudio para determinar el efecto de la pérdida de peso corporal en funciones mentales y coordinativas, Sharma y cols. (1986) determinaron que a partir del 2-3% de deshidratación se comprometen las funciones mentales.

En un estudio con jugadores de élite de fútbol en categoría juvenil, Rico-Sanz y cols. (1996) compararon los resultados obtenidos en un test de habilidad con balón tras la disputa de un partido de 90'. Aquellos jugadores a los que se había instado a aumentar la ingesta de líquidos obtuvieron mejores resultados en este último test.

Abt y cols. (1998) analizaron el efecto de una dieta alta en carbohidratos sobre la ejecución de un test de tiro y regate en jugadores amateurs de fútbol. Una de sus conclusiones fue que la presencia de lactato en sangre provocada por una peor hidratación provocaba peores resultados en ambos test.

Balsom y cols. (1999) compararon los resultados de jugadores de fútbol con una dieta alta (65%) o baja (35%) de carbohidratos. Se estudiaron situaciones de juego y rendimiento en un test de intensidad intermitente, donde aquellos jugadores que habían ingerido más carbohidratos obtuvieron mejores resultados

Mc Gregor y cols. (1999) encontraron una reducción del 5% en los resultados en un test de tiro a puerta y concentración en sujetos deshidratados. Para ello seleccionaron dos grupos de 9 jugadores de fútbol, que disponían de bebida libremente o la tenían restringida. Los test de habilidad y concentración se aplicaron tras un test físico de 90 minutos que simulaba los esfuerzos de un partido de fútbol.

Welsh y cols. (2002) aplicaron test físicos y de habilidad mental a cinco jugadores de deportes de equipo. Los resultados demostraron que aquellos jugadores que mejor se habían hidratado obtenían mejores resultados tanto en el test físico de intensidad intermitente como en el test color - palabra de habilidad mental.

Esto nos permite concluir que no sólo la hidratación será vital para nuestro equipo en el aspecto físico, si no también en el mental. Lo que implementa la necesidad de un correcto régimen hídrico en deportes donde el dominio técnico y la toma de decisiones son los pilares del rendimiento como es el caso del fútbol sala y la mayoría de los deportes de equipo.

III. HIPÓTESIS

1. Los niveles de pérdida de masa corporal de los jugadores profesionales de fútbol sala participantes en nuestro estudio, tras la disputa de partidos oficiales, corresponderán a valores superiores al 2% de su peso corporal.

2. La ingesta de líquido por parte de jugadores profesionales de fútbol sala analizados, durante la disputa de partidos oficiales, será insuficiente para compensar las pérdidas de líquido producidas por deshidratación.

3. Los jugadores, objeto de la presente investigación, con mayor tiempo de actividad en los partidos analizados, alcanzarán un mayor nivel de deshidratación respecto a aquellos con un tiempo de actividad menor.

IV. MATERIAL Y MÉTODO.

IV.1. MUESTRA.

Para llevar a cabo esta investigación, ha sido analizada la reposición hídrica, pérdida de peso, nivel de deshidratación y tiempo de actividad de la muestra sometida a estudio: jugadores de Elpozo Murcia Turística Fútbol Sala, equipo de División de Honor de la Liga Nacional de Fútbol Sala. Los partidos objeto de estudio, fueron los correspondientes a las jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29 de la temporada 2005/2006 de la mencionada Liga. La distribución temporal de los partidos analizados, así como la hora del encuentro y lugar de los partidos, entre otros aspectos, los encontramos en la tabla 9. La muestra utilizada para el estudio, está formada por aquellos jugadores que intervinieron en los diferentes partidos sometidos a dicha investigación, llegando a computar un total de cincuenta y siete registros, donde ocho jugadores fueron los analizados en la jornada 19, diez en la jornada 21, diez en la jornada 23, nueve en la jornada 25, diez en la jornada 27 y diez en la jornada 29. Debemos señalar que fueron ocho los jugadores que siempre intervinieron en todos los partidos analizados. Cuatro jugadores más se alternaron entre los partidos motivo del estudio, sumando un total de doce jugadores que conforman el universo de la presente investigación.

Teniendo en cuenta la naturaleza de esta investigación, y siendo la finalidad de la misma el análisis de aspectos afines a los niveles de deshidratación en jugadores de fútbol sala durante el desarrollo de partidos oficiales, los objetos que componen el estudio son todos aquellos jugadores que participaron en cada uno de los partidos analizados (la composición de los jugadores convocados para cada partido, osciló entre nueve y diez jugadores), por ello hablamos de un trabajo de investigación que abarcó toda la población.

La recopilación de todos los objetos de nuestro universo, en nuestro caso los jugadores que fueron convocados para disputar los partidos analizados, resulta en ciertas ocasiones necesaria, sobre todo cuando el universo de estudio es pequeño (Heineman, 2003), como así ha sucedido en la presente investigación. Los jugadores sometidos a estudio, tenían una edad entre 20 y 33 años, cuya media fue de $27,12 \pm 3,46$ años, talla de 177 ± 8 cm. y un peso entre 68,5 kg. y 86 kg., cuya media de peso fue de $76,41 \pm 6,54$ kg.

Tabla 9. Distribución temporal, hora, ciudad de encuentro, entre otros aspectos, de los partidos objeto de estudio.

Jornada	Fecha del partido	Hora del partido	Ciudad en la que se ha disputado el partido	Equipo local	Equipo visitante
19 PARTIDO 6	4 de febrero de 2006	18'30h.	Murcia	Elpozo Murcia	Benicarló F.S.
21 PARTIDO 4	18 de febrero de 2006	18'30h.	Murcia	Elpozo Murcia	Barcel Euro Puebla
23 PARTIDO 5	4 de marzo de 2006	13'45h.	Murcia	Elpozo Murcia	Polaris World F.S.
25 PARTIDO 1	18 de marzo de 2006	18'30h.	Murcia	Elpozo Murcia	GSI Bilbo
27 PARTIDO 2	1 de abril de 2006	13'45h.	Murcia	Elpozo Murcia	Playas de Castellón
29 PARTIDO 3	15 de abril de 2006	18'30h.	Murcia	Elpozo Murcia	Azkar Lugo

IV.2. INSTRUMENTOS.

Los instrumentos utilizados para la toma de datos fueron los siguientes:

Instrumentos:

- El presidente de la entidad deportiva a la cual se le realizó dicho trabajo de investigación, dio su aprobación para llevar a cabo el presente trabajo (Anexo I).

- Todos los jugadores que intervinieron en el estudio, dieron su autorización para que se llevara a cabo dicho trabajo de investigación y permitir la divulgación de los resultados obtenidos al colectivo científico mediante su publicación en revistas de investigación médico-deportivas, libros, capítulos de libros, congresos y demás medios de divulgación utilizados en el entorno científico. En dicho documento, se describe, de forma abreviada, el protocolo llevado a cabo para la obtención de los resultados en las pruebas para el análisis de la reposición de líquidos (Anexo II).

- Hoja de registro. En dicho documento, el investigador ha indicado la ingesta o no por parte del jugador de gatorade (bebida deportiva utilizada de manera exclusiva como tal en este club) o agua (Anexo III).

- Datos obtenidos referentes al jugador (tiempo que ha intervenido en el partido, peso antes y después del partido, volumen de líquido ingerido, entre otros) (Anexo V).

- Hoja de registro del partido analizado sobre el tiempo de participación de cada jugador en el mismo (Anexo VI).

Material inventariable:

- Para el registro del peso corporal, se ha utilizado una balanza TANITA BC-350 con fiabilidad del 97%, precisión 0,1 kg. y con un rango de medida de 0 a 150 kg. (Anexo IV).

Material fungible:

- Para realizar las mediciones de volumen de líquido ingerido y orina excretada, se han utilizado probetas graduadas con capacidad de 1000 ml. y calibrada 1000:10 y embudos para evitar derramar líquido fuera de dicho recipiente (Anexo IV).

- Recipiente estéril utilizado para la recogida de orina que posteriormente será vertida en la probeta para su medición (Anexo IV).

- Guantes de latex para el manejo del recipiente estéril donde se hallaba la orina y los diferentes recipientes que contenían el líquido ingerido por los jugadores (agua y gatorade) (Anexo IV).

IV.3. DISEÑO.

IV.3.1. TIPO DE DISEÑO.

El método de investigación utilizado para el presente trabajo, método empírico, se encuadra dentro de los métodos científicos. Sin embargo, como señalan Thomas y Nelson (2007), debido entre otros aspectos, al hecho de tener que llevar a cabo una recogida de datos, tal y como sucede en nuestro estudio, y que dicho proceso depende de la experiencia del investigador, el método empírico conlleva no poder eludir la posibilidad de cometer errores durante dicho proceso. Por ello, siguiendo a Thomas y Nelson (2007), situamos nuestro método dentro de los no científicos, aunque con grandes matices para ser considerado como método científico.

Debido a la naturaleza de dicha investigación, podemos afirmar que ésta presenta un diseño descriptivo y, dentro de los diferentes modelos existentes con dicha naturaleza, de tipo correlacional. Teniendo los estudios correlaciones como objetivo detectar relaciones entre las variables que conforman el estudio, el presente trabajo estudia la relación entre las variables: pérdida de peso, niveles de deshidratación, volumen de líquido ingerido y tiempo de actividad (resultante de sumar el tiempo de calentamiento y el de partido) en jugadores de Elpozo Murcia Fútbol Sala durante seis partidos oficiales.

IV.3.2. VARIABLES DEL DISEÑO.

IV.3.2.1. Protocolo para la obtención de datos.

Medición del peso corporal antes del calentamiento y después del partido.

Como indica Summer y Whitacre (1931), el peso corporal puede presentar variaciones diurnas de aproximadamente 1 kg. en niños y 2 kg. en adultos, siendo los valores más estables los obtenidos durante la mañana, tras doce horas sin comer y después de evacuar. Sin embargo, como no siempre es posible estandarizar el tiempo de medición, es importante anotar la hora del día en que se tomó la medida (Norton y cols., 1996). Respecto al estudio que nos ocupa, el pesaje se ha realizado antes de iniciar el calentamiento y al finalizar el partido anotando el resultado que aparece en la pantalla de la balanza en la hoja de registro (Anexo V). El protocolo seguido para la toma del peso corporal se ha llevado a cabo en ropa interior (figura 6), considerada la vestimenta mínima por el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of

Kinanthropometry, ISAK, Norton y cols., 1996). A continuación, se colocaba la balanza equilibrada, utilizando para ello un nivel que se situaba encima de la misma (figuras 7 y 8). Una vez equilibrado o nivelado el instrumento, se cotejó que la balanza utilizada para dicha investigación era colocada en cero. A continuación, se indicó a los jugadores, uno a uno, que se colocaran 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 (figura 6).



Figura 6. Medición del peso corporal.



Figura 7. Nivelación de la balanza utilizada en la investigación.



Figura 8. Nivelación de la balanza utilizada en la investigación.

Medición del llenado de los líquidos (agua y gatorade) que van a ser ingeridos por los deportistas.

Los jugadores podían ingerir libremente agua y/o bebida deportiva gatorade. Empleamos la marca de bebida gatorade al ser facilitada a los jugadores por el cuerpo técnico del equipo, como modelo de bebida deportiva, ya que contiene carbohidratos y sales minerales. Para obtener el volumen de líquido ingerido, tanto de agua como de gatorade, se llevó a cabo siguiendo el siguiente protocolo: debido a que los recipientes utilizados por los deportistas durante dichos partidos tan sólo pueden contener un volumen equivalente a 500 cc., el volumen de líquido que se medía en la probeta, correspondía exactamente a este volumen (500 cc.). Así, para el llenado de los recipientes que fueron utilizados por los

jugadores para beber, en primera instancia, el investigador vertía con cuidado sobre el embudo colocado en la apertura de la probeta (figura 9), un volumen de agua suficiente hasta conseguir la medida indicada (500 cc.). Una vez obtenido el volumen indicado, vertíamos el agua al recipiente que utilizará el jugador para beber (figura 10). Para la obtención de los 500 cc. de gatorade, se utilizó el mismo protocolo que el realizado para el agua.

Para la medición del volumen de 500 cc., tanto de agua como de gatorade, el investigador retrasó la lectura de dicho registro hasta la completa desaparición de las posibles burbujas aparecidas, y que pueden perturbar una correcta medición, el verter el líquido (agua o gatorade) en la probeta.

Así, en función de los jugadores que han intervenido en cada uno de los partidos, se procedió al llenado de 2 recipientes de 500 cc. para cada jugador, un recipiente de agua y otro de gatorade. Cada jugador, tenía dos recipientes señalados con su dorsal, teniendo que beber tan sólo de sus dos recipientes, no pudiendo en ningún momento beber del recipiente de un compañero. A cada jugador, se le anotó el volumen inicial de 500 cc. de agua y 500 cc. de gatorade en la hoja de registro (Anexo V).

Para una correcta medición del volumen de líquido ingerido, la probeta fue colocada en una superficie nivelada, utilizando para ello un nivel sobre la superficie comprobando que, efectivamente, dicha superficie sobre la cual se asienta la probeta estaba nivelada (figura 11).



Figura 9. Proceso para la medición de 500 cc. de agua y gatorade a verter en los recipientes.

Durante el tiempo transcurrido desde el inicio del calentamiento hasta el final del partido, el investigador ha permanecido en todo momento pendiente de los recipientes de cada uno de los jugadores para proceder a su llenado, siguiendo el protocolo descrito anteriormente (figura 10 y 11), en el supuesto de su vaciado, tanto si era de agua como de gatorade.



Figura 10. Proceso para la medición de 500 cc. de agua y gatorade a verter en los recipientes.



Figura 11. Superficie nivelada donde se apoya la probeta.

Medición de líquido (agua y gatorade) ingerido por los deportistas sometidos a la investigación, desde el inicio del calentamiento hasta el final del partido.

Para obtener el volumen de líquido ingerido por cada uno de los deportistas que intervinieron en los diferentes partidos oficiales analizados en la presente investigación, se ha realizado una hoja de registro (Anexo V) para cada uno de los jugadores, anotando 500 cc. de agua y 500 cc. de gatorade, al inicio del calentamiento, volumen de líquido con el que cada jugador partía. Cada vez que se rellenaba alguno de los recipientes, agua o gatorade, el investigador procedía a anotar 500 cc. de agua o gatorade, según el recipiente, en la hoja de registro del jugador al que pertenecía dicho recipiente. Al finalizar el partido, se procedía a medir el volumen de líquido (agua y gatorade) sobrante por separado. Así, por un lado, el investigador midió el volumen de agua sobrante y anotó el volumen no bebido por el jugador. Posteriormente, procedía a medir el volumen de gatorade sobrante, anotando el volumen reflejado en la probeta. Tanto para medir el agua como el gatorade sobrante, el investigador vertía lentamente el volumen de líquido sobrante desde el recipiente a la probeta por el embudo situado en la apertura de la probeta (figura 12), una vez que ha vertido todo el líquido en la probeta, el investigador retrasaba la lectura de la medición hasta la completa desaparición de las posibles burbujas aparecidas y que pueden perturbar una correcta medición al verter el líquido (agua o gatorade) en la probeta. Para una correcta medición del volumen de líquido ingerido, la probeta se colocaba en una superficie nivelada, utilizando para ello un nivel sobre la superficie comprobando que, efectivamente, dicha superficie sobre la cual se asentaba la probeta estaba nivelada (figura 11).

Una vez anotado el volumen sobrante, mediante sumas y restas de volúmenes, el investigador obtuvo el volumen exacto de agua y gatorade ingerido por cada uno de los jugadores que han intervenido en dicha investigación. Por ejemplo; si del volumen de 500 cc. de agua del que disponía el deportista para beber al inicio del calentamiento, se registraba 200 cc. de agua sobrante, a los 500 cc. se restaba los 200 cc. sobrantes, obteniendo un resultado de 300 cc., siendo este el volumen de agua ingerido por el jugador desde el inicio del calentamiento hasta el final del partido. Para la medición del volumen de gatorade ingerido, se procedió de la misma manera que la llevada a cabo con la de agua.



Figura 12. Proceso para la medición del volumen de agua y gatorade ingerida por los deportistas.

Medición de la orina excretada por los jugadores analizados en el estudio

Para el registro del volumen de orina excretada por los jugadores analizados en la presente investigación, se midió el volumen del mismo excretada desde el inicio del calentamiento hasta finalizar el partido. Para ello, los jugadores antes del pesaje previo al calentamiento, podían orinar sin ser medida ésta; sin embargo, una vez realizado el primer pesaje, el jugador debía orinar en el recipiente estéril (figura 13) preparado para la recogida de orina. Cada jugador, dispuso de un recipiente personal e intransferible, para ello, en la tapa del recipiente y en la parte superior del mismo (figura 14), se anotó el dorsal del jugador al que pertenecía dicho recipiente.



Figura 13. Recogida de la orina en el recipiente esterilizado personal e intransferible.



Figura 14. Recipiente estéril para la medición de orina con dorsal del jugador.

Una vez finalizado el tiempo necesario para la deposición de orina por parte del jugador en el recipiente indicado para ello (figura 15), el investigador procedía a su medición. Para ello, vertía la orina contenida en el recipiente estéril en la probeta por el embudo situado en la apertura de la misma (figura 16). Una vez vertida toda la orina contenida en el recipiente, el investigador retrasaba la lectura de la medición hasta

desaparecer las burbujas producidas (figura 17) durante el proceso de vertido de la orina en la probeta. El registro del volumen de orina detectado en la probeta, ha sido reflejado en la hoja de registro (Anexo V). Para una correcta medición del volumen de orina excretada, la probeta era colocada en una superficie nivelada, utilizando para ello un nivel sobre la superficie comprobando que dicha superficie sobre la cual se asienta la probeta estaba nivelada (figura 11).



Figura 15. Recipiente estéril con orina para su medición.



Figura 16. Proceso de vertido de orina en la probeta para su posterior medición.

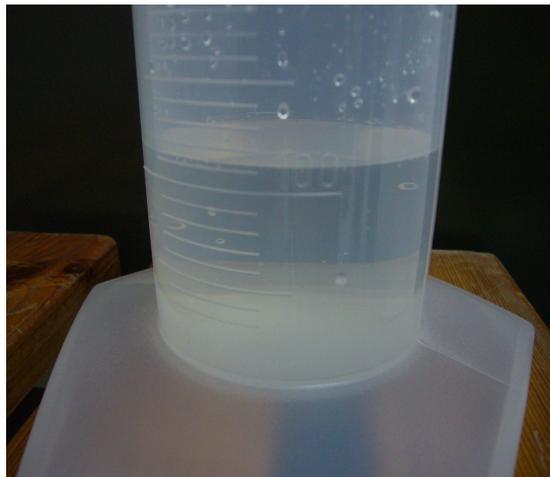


Figura 17. Momento de registro del volumen de orina.

IV.3.2.2. Variables independientes.

- Tiempo de actividad realizada por los sujetos de la presente investigación. Este valor es el resultante de sumar el tiempo de calentamiento previo a los partidos, estandarizado en 30 minutos, al tiempo de juego durante los mismos.
- Equipo contrario con el que se enfrenta.
- Trascendencia del encuentro.

- Temperatura y humedad relativa del ambiente en el pabellón deportivo donde se disputaban los encuentros.

- Lugar de encuentro (casa o fuera).

IV.3.2.3. Variables dependientes.

- Volumen de líquido ingerido (agua y gatorade) por los jugadores estudiados en esta investigación. Se analizó la posible influencia del volumen de líquido ingerido sobre el nivel de tasa de sudoración y peso perdido en el desarrollo de los partidos analizados.

- Peso perdido por los sujetos analizados en el transcurso de cada una de las seis jornadas estudiadas.

- Porcentaje de peso perdido en los deportistas participantes en la presente investigación.

IV.3.2.4. Variables contaminadoras.

- Sesgo de reactividad. Si los jugadores perciben que están siendo evaluados sobre el volumen de líquido ingerido y orina excretada, este sesgo podría provocar un mayor o menor volumen de ingesta de líquido en función de la creencia y hábito que estos tengan sobre una correcta hidratación en los partidos oficiales. En cuanto a la elección de ingesta de agua o gatorade por parte de los sujetos sometidos a estudio para su hidratación, podría deberse a creencias erróneas sobre cuál es la mejor bebida que les permitirá llevar a cabo una correcta y rápida hidratación, evitando de este modo una disminución en los niveles de rendimiento deportivo. Así, para controlar este aspecto fueron sometidos a tomas de registros durante tres semanas consecutivas, teniendo como objetivo que los jugadores no dieran mayor importancia a este hecho y retomaran hábitos de hidratación habituales.

Respecto a la técnica utilizada para la recogida del volumen de orina excretada, y siendo esta la única llevada a cabo para este menester, señalar que, debido a lo inusual de tener que orinar en un recipiente estéril, esto podía provocar variaciones en el volumen de orina excretada por los sujetos de estudio respecto a el volumen de orina excretada por los mismos si orinasen como lo hacen habitualmente. Para el control de este sesgo, los deportistas estuvieron orinando en dichos recipientes estériles, tanto en los entrenamientos como en los partidos oficiales durante tres semanas consecutivas (quince entrenamientos y dos partidos oficiales). Para evitar la pérdida de hábito de utilización de dicho recipiente para orinar, una vez acabado el último de los quince

entrenamientos en los que el deportista utilizó estos recipientes, se llevaron a cabo las mediciones correspondientes al estudio realizado.

- Sesgo de expectativa. Un sesgo importante del observador es la expectativa. Para evitar dicho sesgo, se estableció una metodología de entrenamiento para el único investigador que llevó a cabo la presente investigación. Dicho entrenamiento fue seguido por el investigador para minimizar en lo posible el error sistemático que ello pudiera provocar. Así, mediante dicho entrenamiento, se consiguieron resultados deseables para poder hablar de fiabilidad intra e interobservador.

- Estado psicofísico de los jugadores. La presente variable, no ha sido controlado por no disponer del material adecuado que posibilite el control de dicho aspecto.

IV.4. ENTRENAMIENTO DEL INVESTIGADOR.

El investigador fue sometido a un proceso de entrenamiento en el uso y manejo de los diferentes materiales utilizados para dicha investigación, la duración fue de 2 meses.

En una primera sesión (primer día), el investigador recibió una explicación teórica de las partes que compone el material que se utilizó:

- Probeta, material utilizado para las mediciones de líquidos (agua, gatorade y orina excretada por el jugador).
- Báscula, para realizar el pesaje de los jugadores.
- Tallímetro, utilizado para la obtención de la estatura.

Respecto al sistema de registro se siguió el siguiente modelo:

El primer paso, fue definir los indicadores de registro. Para ello, de acuerdo a las necesidades de información que teníamos para poder llevar a cabo esta investigación, definimos qué se va a registrar, lo que nos llevo a determinar la Unidad de Registro (porcentaje de peso perdido) y dentro de ello los indicadores o datos que eran de interés:

- Porcentaje de peso corporal perdido: registro de la modificación del peso corporal, antes y después, de los jugadores que han intervenido en el partido.
- El volumen de líquido (agua y gatorade) ingerido en cada uno de los partidos analizados.

En el segundo paso, bajo el programa estadístico SPSS versión 15, y en la lengüeta vista de variables, establecimos las características que componían las variables de nuestro estudio, recogiendo aquellos aspectos necesarios para la obtención de resultados de interés a la comunidad científica.

En una segunda sesión (segundo día), el investigador recibió formación práctica sobre el uso del material a utilizar en la presente investigación en base a la variable a analizar:

- Recibió formación práctica sobre cómo realizar mediciones en la probeta y el uso de la balanza bajo normativa ISAK, para la obtención de el peso de los jugadores que han intervenido en los partidos analizados en base a las distintas variables a registrar.

Durante el siguiente mes, el investigador realizó mediciones repetidas de los líquidos que iban a ser analizados en la presente investigación (agua, gatorade y orina) y pesaje. El 50% de dichas

prácticas, para corregir posibles problemas de medición y registro de datos, se realizaron bajo la supervisión del investigador experto.

El segundo mes, el investigador realizó mediciones en quince de los entrenamientos y dos partidos, donde el investigador experto estuvo presente en dos de los entrenamientos y en un partido.

Una vez finalizado el proceso de entrenamiento por parte del investigador se procedió a realizar las pruebas de fiabilidad necesarias y que detallamos a continuación.

IV.5. PRUEBAS DE FIABILIDAD.

Debido a la naturaleza de dicho estudio, se han llevado a cabo diferentes tipos de mediciones (volumen de líquido ingerido y excretado por los jugadores y modificación del peso corporal de los mismos). Por ello, para determinar la fiabilidad intra e interobservador, se han realizado tantas pruebas de fiabilidad como variables a medir.

En el estudio de la fiabilidad intra e interobservador sobre toma de registro de líquido, se han llevado a cabo diferentes procesos. Así, para establecer la fiabilidad interobservador respecto a la medición de líquidos en la probeta, el proceso seguido fue el siguiente:

- Se estableció un diseño a doble ciego, dos investigadores, experto e investigador, siendo el experto un médico especialista en Medicina del Deporte con más de veinte años de experiencia en la medición de parámetros fisiológicos, entre los que se encuentra el registro de pérdidas de peso por deshidratación, así como la reposición y pérdida de líquidos.

- Una persona, no siendo esta ni el investigador ni el experto, vertía un volumen arbitrario de agua en la probeta. A continuación, el experto entraba en la sala donde se hallaba dispuesta la probeta del agua vertida y registraba el volumen de dicho líquido en su hoja de datos. Posteriormente, el experto salía de la sala y, una vez fuera de ella, el investigador entraba en la misma para proceder a registrar en su hoja de datos el volumen que percibía en la probeta. Una vez los dos observadores habían registrado el volumen percibido en su hoja de datos, la persona encargada de llenar de agua la probeta, procedía a su vaciado. Seguidamente, esta persona volvía a verter agua de forma aleatoria en el recipiente para que, tanto el experto como el observador, repitiesen por segunda vez el registro del volumen de agua vertida. Este proceso, fue repetido en cinco ocasiones, descansando cinco minutos entre medición y medición. Una vez transcurrido una semana, se volvieron a realizar dichas mediciones. Por lo que se llevaron a cabo diez mediciones.

- Dicho proceso se repitió con gatorade y con orina.

- Las anotaciones las realizaba un investigador independiente para evitar que los investigadores pudiesen ver la hoja de registro del otro investigador.

Para la fiabilidad intraobservador sobre toma de registro de líquido, se llevó a cabo mediante el siguiente proceso:

- Se estableció un diseño a simple ciego, un investigador.

- Una segunda persona, no siendo esta el investigador, vertía un volumen arbitrario de agua en la probeta. A continuación, el investigador entraba en la sala donde se halla la probeta dispuesta del agua vertida y registraba el volumen de dicho líquido en su hoja de datos. Una vez el investigador había registrado el volumen percibido en su hoja de datos, la persona encargada de llenar de agua la probeta, procedía su vaciado. Seguidamente, esta persona volvía a verter agua de forma aleatoria en el recipiente para que el investigador repitiese la segunda medición del volumen de agua vertido en la probeta. Este proceso, se ha repetido en cinco ocasiones, descansando cinco minutos entre medición y medición.

- Dicho proceso, se repite con gatorade y con orina.

Para el estudio de la fiabilidad intra e interobservador respecto al registro del peso corporal, se llevó a cabo el pesaje a 20 sujetos, todos ellos varones y del mismo sexo que los jugadores de la presente investigación, y con una media de edad de $25,8 \pm 0,9$ años y una altura media de $1,71, \pm 0,09$ metros.

El proceso llevado a cabo para establecer la fiabilidad intra e interobservador en la toma del pesaje fue el siguiente; para la fiabilidad interobservador:

- Se estableció un diseño a doble ciego, dos investigadores, experto e investigador, siendo el experto una persona acreditada nivel I por la ISAK.

- La persona experta, realizó 20 mediciones de pesaje seguidas, anotando cada una de ellas en su hoja de registro. Una vez realizado, esto, dicho investigador experto, salió de la sala para realizar su entrada a la misma el investigador. Una vez dentro de ella, esta persona llevó a cabo a las mismas veinte personas, las mediciones de peso corporal.

- Una vez finalizado dicho proceso, se estableció el tratamiento estadístico correspondiente para determinar dicho parámetro estadístico.

- Las anotaciones las realizaba un investigador independiente para evitar que los investigadores pudiesen ver la hoja de registro del otro investigador.

Para la fiabilidad intraobservador del registro del peso corporal, se ha llevado a cabo de la siguiente manera:

- Se estableció un diseño simple ciego, un investigador.

- Para evitar el recuerdo, por parte del investigador, de los resultados obtenidos en el proceso llevado a cabo para la fiabilidad

interobservador, se ha dejado transcurrir una semana antes de iniciar el proceso para la obtención de la fiabilidad intraobservador.

- Una vez transcurrida dicha semana, el investigador inició el pesaje de las veinte personas con un descanso entre una y otra de un minuto.

- Acabado dicho registro de datos, se procedió al tratamiento estadístico para establecer la confiabilidad.

IV.6. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.

Se ha aplicado un ANOVA de dos vías para la fiabilidad (coeficiente de correlación intraclase, ICC) y un ANOVA de medidas repetidas entre las mediciones de los investigadores para verificar el error sistemático.

Para la obtención de los resultados, se realizó un estudio de parámetros estadísticos descriptivos de cada una de las variables con la obtención de la distribución de frecuencias, calculándose también los parámetros característicos: media, desviación típica, mínimo y máximo.

Los datos obtenidos sobre la modificación del peso corporal y volumen de líquido ingerido en los partidos analizados en esta investigación, han sido tratados por una estadística descriptiva y, debido al pequeño tamaño de sujetos analizados, el tratamiento estadístico para realizar la parte inferencial se ha llevado a cabo mediante el análisis no paramétrico, aplicando, dentro de las pruebas existentes para el análisis de dos muestras relacionadas, la prueba de Wilcoxon para medidas repetidas y, para más de dos muestras independientes, la prueba de Kruskal - Wallis.

Por otra parte, para establecer las correlaciones entre las variables de la investigación a abordar, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, donde tan sólo se interpretó cuando la correlación existente entre las variables presentaron una fuerte relación, ya que debido al pequeño tamaño muestral de sujetos analizados, interpretar dicho estadístico sin un elevado nivel de correlación, nos hubiera podido llevar a establece conclusiones erróneas. Por otra parte, para establecer la significación estadística, se utilizó un valor de $p \leq 0,05$, pudiendo no haber una relación directa entre dicho valor estadístico y los valores fisiológicos obtenidos.

V. RESULTADOS OBTENIDOS

V.1. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

V.1.1. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES A LA CANTIDAD DE MINUTOS DE ACTIVIDAD

En primer lugar, mostramos los resultados referentes al total de minutos de actividad por cada uno de los deportistas de nuestro estudio. Este valor corresponde al tiempo de juego real más el tiempo empleado en el calentamiento, éste último estandarizado a 30 minutos para todos los jugadores y todos los partidos, según protocolo habitual desarrollado por el preparador físico y ajustado a las normas de competición en fútbol sala, habiéndose obtenido los siguientes resultados.

Jornada 19: Elpozo Murcia – Benicarló F.S.

4 de Febrero de 2006, 18'30h.

Como indica la tabla 10, son diez los jugadores analizados en esta jornada. Por otro lado, la media de tiempo de intervención de los mismos, corresponde a cincuenta minutos (tabla 11), siendo dos jugadores con un total de 53 minutos quienes más tiempo de actividad sumaron (figura 18).

Tabla 10. Casos analizados Jornada 19

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	10	100,0%	0	,0%	10	100,0%

a. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

Tabla 11. Media de minutos de actividad Jornada 19

Descriptivos ^a			Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Media		50,00	,856
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	48,06	
		Límite superior	51,94	
	Media recortada al 5%		50,17	
	Mediana		50,50	
	Varianza		7,333	
	Desv. típ.		2,708	
	Mínimo		44	
	Máximo		53	
	Rango		9	
	Amplitud intercuartil		2	
	Asimetría		-1,301	,687
	Curtosis		1,919	1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

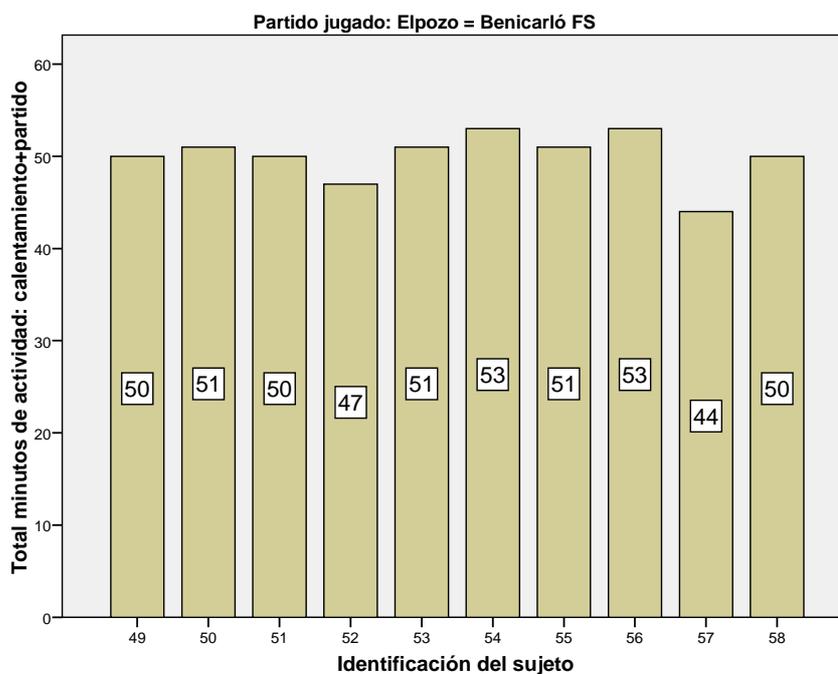


Figura 18. Minutos de actividad Jornada 19

Jornada 21: Elpozo Murcia – Barcel Euro Puebla

18 de Febrero de 2006, 18'30h.

En la Jornada 21 se analizaron nueve jugadores (tabla 12). Por otro lado, la media de tiempo de intervención de los mismos, corresponde a 50,33 minutos (tabla 13). De los jugadores analizados, el mayor tiempo de

actividad correspondió a un jugador que disputó todo el partido sumando un total de 70 minutos (figura 19).

Tabla 12. Casos analizados Jornada 21

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	9	100,0%	0	,0%	9	100,0%

a. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

Tabla 13. Media de minutos de actividad Jornada 21

Descriptivos^a

			Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Media		50,33	2,759
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	43,97	
		Límite superior	56,70	
	Media recortada al 5%		49,70	
	Mediana		50,00	
	Varianza		68,500	
	Desv. típ.		8,276	
	Mínimo		42	
	Máximo		70	
	Rango		28	
	Amplitud intercuartil		8	
	Asimetría		1,868	,717
	Curtosis		4,441	1,400

a. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

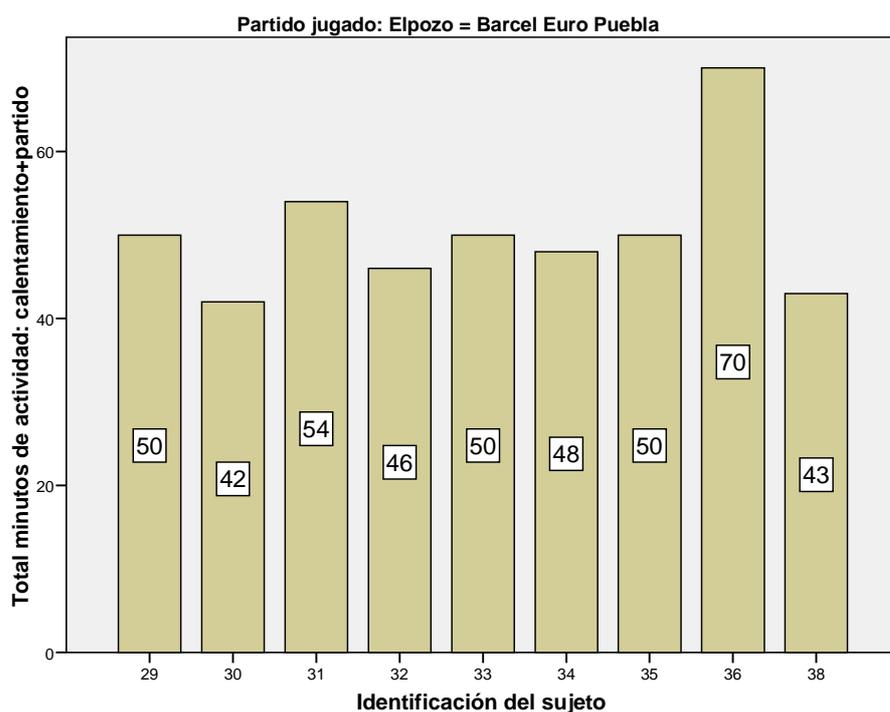


Figura 19. Minutos de actividad Jornada 21

Jornada 23: Elpozo Murcia – Polaris World Fútbol Sala

4 de Marzo de 2006, 13'45h.

En la Jornada 23 se analizaron diez jugadores (tabla 14). Por otro lado, la media de tiempo de intervención de los mismos, corresponde a 50 minutos (tabla 15). De los jugadores analizados, el mayor tiempo de actividad correspondió a un jugador que disputó todo el partido (70 minutos), mientras que el valor más bajo fue un jugador con 34 minutos (figura 20).

Tabla 14. Casos analizados Jornada 23

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	10	100,0%	0	,0%	10	100,0%

^a. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

Tabla 15. Media de minutos de actividad Jornada 23

Descriptivos^a

		Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Media	50,00	2,809
	Intervalo de confianza para la media al 95%	43,65	
	Límite inferior	56,35	
	Límite superior	49,78	
	Media recortada al 5%	50,00	
	Mediana	78,889	
	Varianza	8,882	
	Desv. típ.	34	
	Mínimo	70	
	Máximo	36	
	Rango	6	
	Amplitud intercuartil	,765	,687
	Asimetría	3,594	1,334
	Curtosis		

a. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

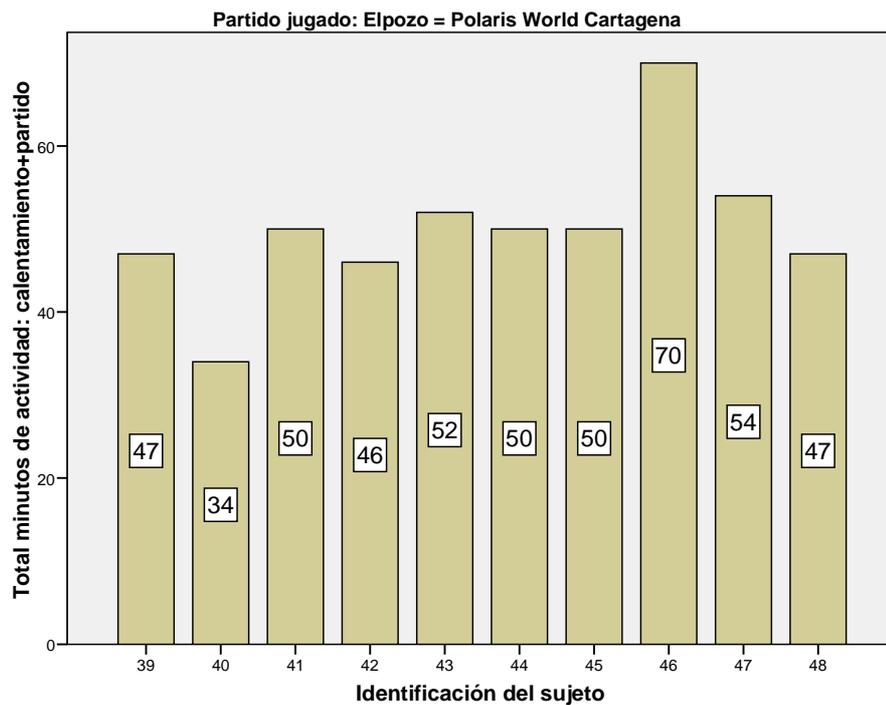


Figura 20. Minutos de actividad Jornada 23

Jornada 25: Elpozo Murcia – GSI Bilbo

18 de Marzo de 2006, 18'30h.

Como indica la tabla 16 durante esta jornada se analizaron ocho jugadores, siendo la media de tiempo de intervención de los mismos 52,63 minutos (tabla 17). El análisis de la figura 21 nos muestra como el mayor tiempo de actividad corresponde a jugador que disputó todos los minutos sumando un total de 70, estando el resto de resultados en un rango que oscila entre un jugador con 54 minutos y un jugador con 42 minutos de mínimo.

Tabla 16. Casos analizados Jornada 25

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	8	100,0%	0	,0%	8	100,0%

a. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

Tabla 17. Media de minutos de actividad Jornada 25

Descriptivos^a

			Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Media		52,63	2,841
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	45,91	
		Límite superior	59,34	
	Media recortada al 5%		52,25	
	Mediana		52,00	
	Varianza		64,554	
	Desv. típ.		8,035	
	Mínimo		42	
	Máximo		70	
	Rango		28	
	Amplitud intercuartil		6	
	Asimetría		1,420	,752
	Curtosis		3,730	1,481

a. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

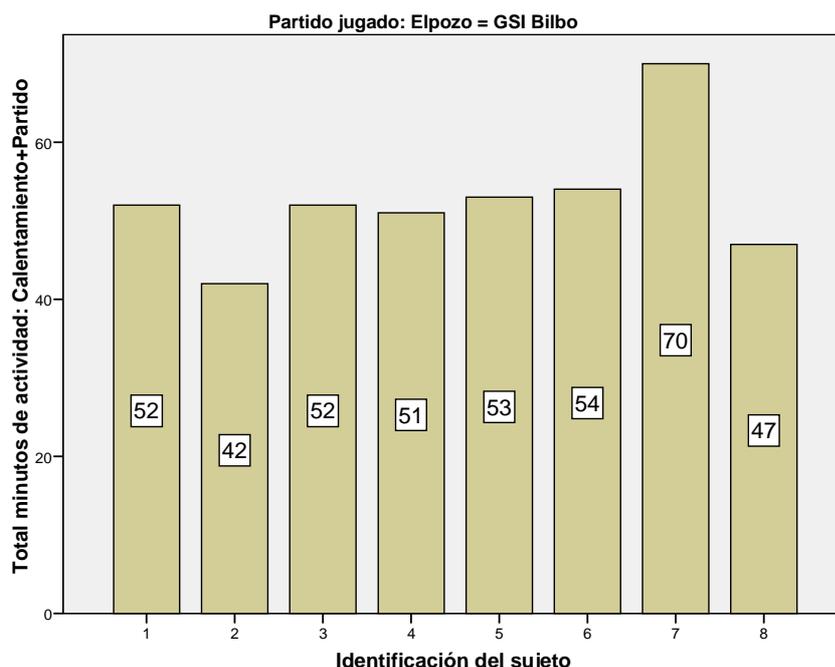


Figura 21. Minutos de actividad Jornada 25

Jornada 27: Elpozo Murcia – Playas de Castellón

1 de Abril de 2006, 13'45h.

El análisis de la tabla 18, referente al número de casos, nos muestra como durante esta jornada se han analizado a 10 jugadores, habiendo disputado una media de 50 minutos (tabla 19). La mayor cantidad de intervención en minutos de actividad corresponde a 70 minutos, siendo el mínimo valor para un jugador con 33 minutos (figura 22).

Tabla 18. Casos analizados Jornada 27

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	10	100,0%	0	,0%	10	100,0%

a. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellón

Tabla 19. Media de minutos de actividad Jornada 27

Descriptivos^a

			Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Media		50,00	2,894
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	43,45	
		Límite superior	56,55	
	Media recortada al 5%		49,83	
	Mediana		49,00	
	Varianza		83,778	
	Desv. típ.		9,153	
	Mínimo		33	
	Máximo		70	
	Rango		37	
	Amplitud intercuartil		7	
	Asimetría		,568	,687
	Curtosis		3,266	1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellçon

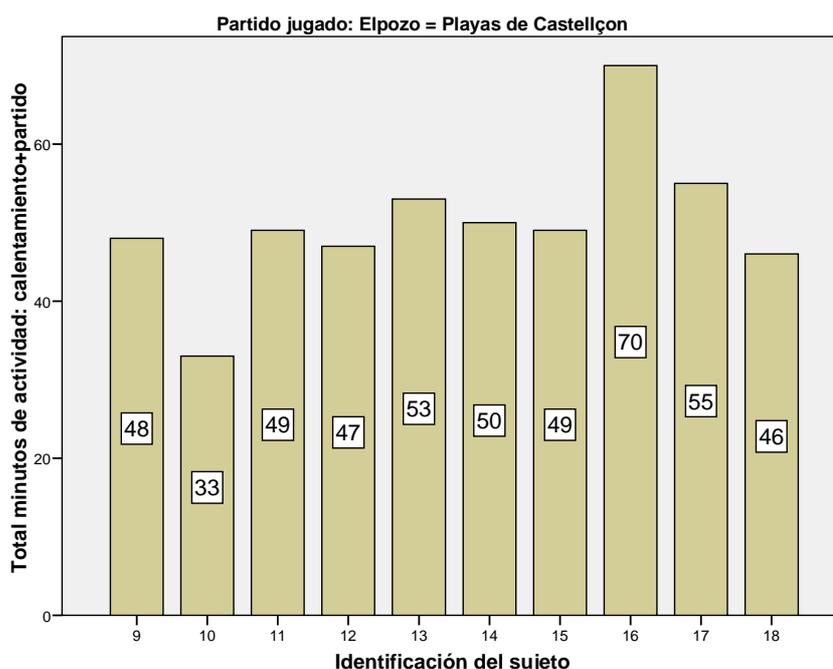


Figura 22. Minutos de actividad Jornada 27

Jornada 29: Elpozo Murcia – Azkar Lugo F.S.

15 de Abril de 2006, 18'30h.

En la jornada 29, fueron analizados diez los jugadores (tabla 20). Por otro lado, la media de tiempo de actividad de los mismos, corresponde a 50 minutos (tabla 21), siendo un jugador con 55 minutos quien más tiempo de actividad ha sumado (figura 23).

Tabla 20. Casos analizados Jornada 29

Resumen del procesamiento de los casos^a

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	10	100,0%	0	,0%	10	100,0%

a. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

Tabla 21. Media de minutos de actividad Jornada 29

Descriptivos^a

			Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Media		50,00	,943
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	47,87	
		Límite superior	52,13	
	Media recortada al 5%		50,06	
	Mediana		50,00	
	Varianza		8,889	
	Desv. típ.		2,981	
	Mínimo		44	
	Máximo		55	
	Rango		11	
	Amplitud intercuartil		4	
	Asimetría		-,346	,687
	Curtosis		1,285	1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

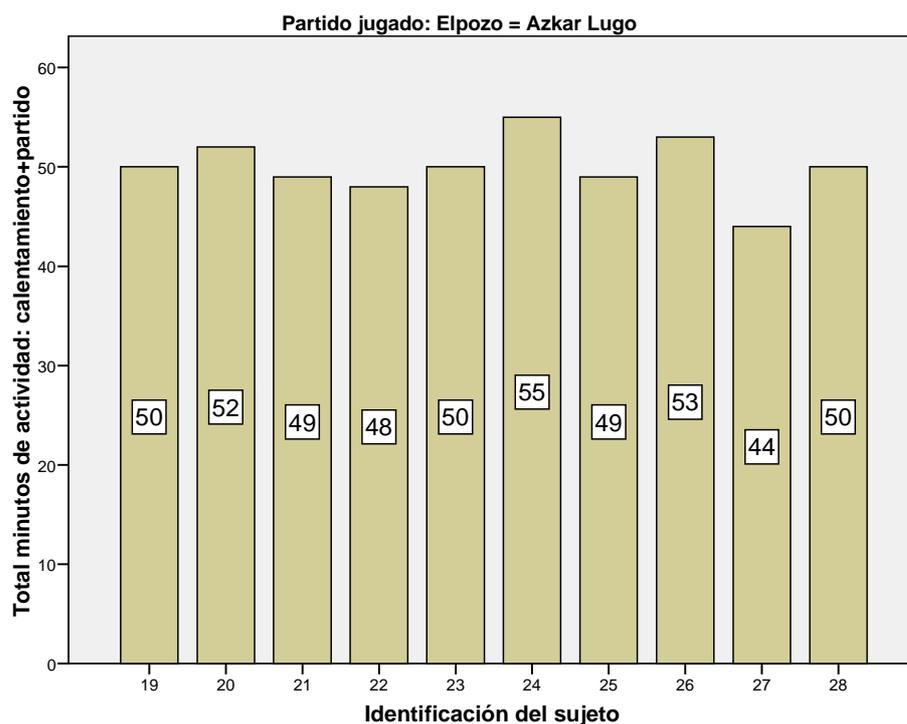


Figura 23. Minutos de actividad Jornada 29

Todos los partidos. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Liga Nacional de Fútbol Sala, temporada 2005/2006. División de Honor

Tal y como refleja la tabla 22, y considerando haber analizado 57 sujetos (es conveniente tener en cuenta que la mayoría de los sujetos de cada partido son los mismos) en el transcurso de las seis jornadas estudiadas la media de minutos de actividad ha sido de $50,42 \pm 6,88$ minutos (Tabla 23). Durante los seis partidos analizados, en la figura 24 observamos como los casos con mayor tiempo de actividad se encuentran en su mayoría en valores cercanos a 50 minutos.

Tabla 22. Total casos analizados Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Minutos de actividad: calentamiento+partido	57	100,0%	0	,0%	57	100,0%

Tabla 23. Media de minutos de actividad Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Descriptivos

			Estadístico	Error típ.
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Media		50,42	,912
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	48,59	
		Límite superior	52,25	
	Media recortada al 5%		50,13	
	Mediana		50,00	
	Varianza		47,427	
	Desv. típ.		6,887	
	Mínimo		33	
	Máximo		70	
	Rango		37	
	Amplitud intercuartil		6	
	Asimetría		1,025	,316
	Curtosis		3,660	,623

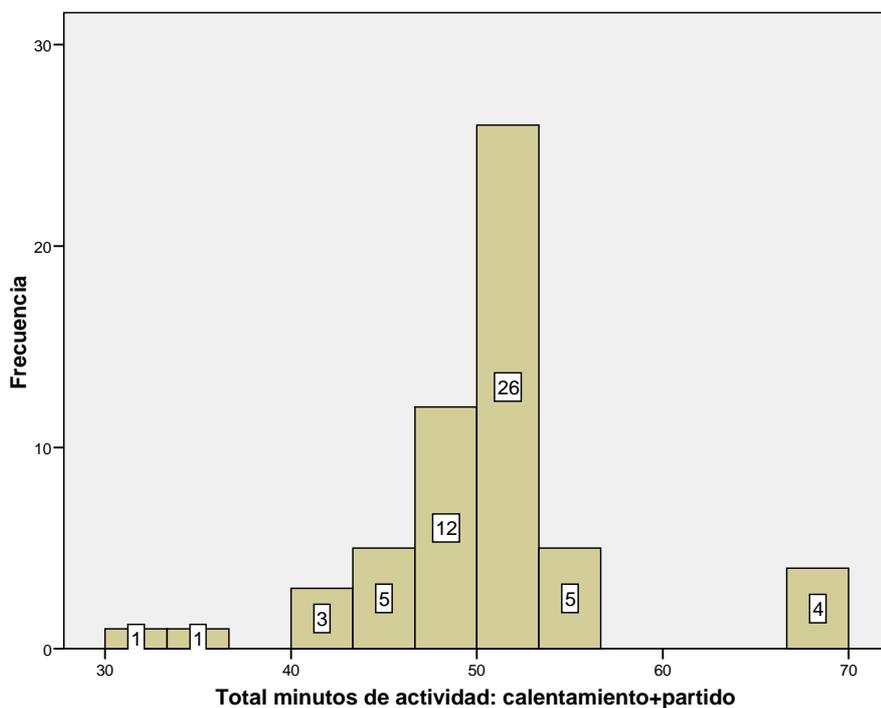


Figura 24. Minutos de actividad Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

V.1.2. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES AL PESO PERDIDO

Jornada 19: Elpozo Murcia – Benicarló F.S.

4 de Febrero de 2006, 18'30h.

En la tabla 24, observamos que, respecto al peso perdido en los jugadores analizados en esta jornada, corresponde a un valor de 855 gramos de media.

Tabla 24. Media de peso perdido Jornada 19

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Peso perdido (gr)	Media		855,00	245,286
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	300,13	
		Límite superior	1409,87	
	Media recortada al 5%		850,56	
	Mediana		835,00	
	Varianza		601650,000	
	Desv. típ.		775,661	
	Mínimo		-310	
	Máximo		2100	
	Rango		2410	
	Amplitud intercuartil		1273	
	Asimetría		-,106	,687
	Curtosis		-,722	1,334

Como así desprende la figura 25, el mayor peso perdido, corresponde a un jugador con 2100 gramos, siendo otro jugador con 300 gramos el de menor peso perdido. Por otra parte, indicar también que dos jugadores han cogido peso durante el desarrollo del partido analizado debido a que la ingesta de líquido ha sido superior a las pérdidas.

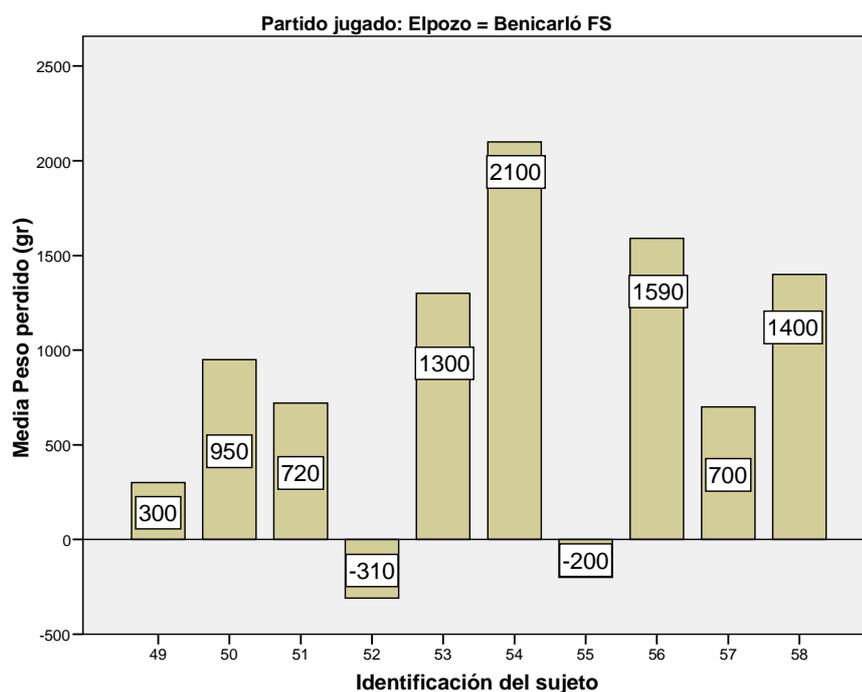


Figura 25. Peso perdido Jornada 19

Jornada 21: Elpozo Murcia – Barcel Euro Puebla

18 de Febrero de 2006, 18'30h.

En la tabla 25, observamos que, respecto al peso perdido en los jugadores analizados en esta jornada, corresponde a un valor de 790 gramos de media.

Tabla 25. Media de peso perdido Jornada 21

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Peso perdido (gr)	Media		790,00	279,828
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	144,72 1435,28	
	Media recortada al 5%		801,67	
	Mediana		1060,00	
	Varianza		704731,250	
	Desv. típ.		839,483	
	Mínimo		-490	
	Máximo		1860	
	Rango		2350	
	Amplitud intercuartil		1528	
	Asimetría		-,482	,717
	Curtosis		-1,086	1,400

Como así desprende la figura 26, el mayor peso perdido, corresponde a un jugador con 1860 gramos. Por otra parte, indicar también que dos jugadores han cogido peso durante el desarrollo del

partido analizado (490 y 375 gramos), debido a que la ingesta de líquido ha sido superior a las pérdidas.

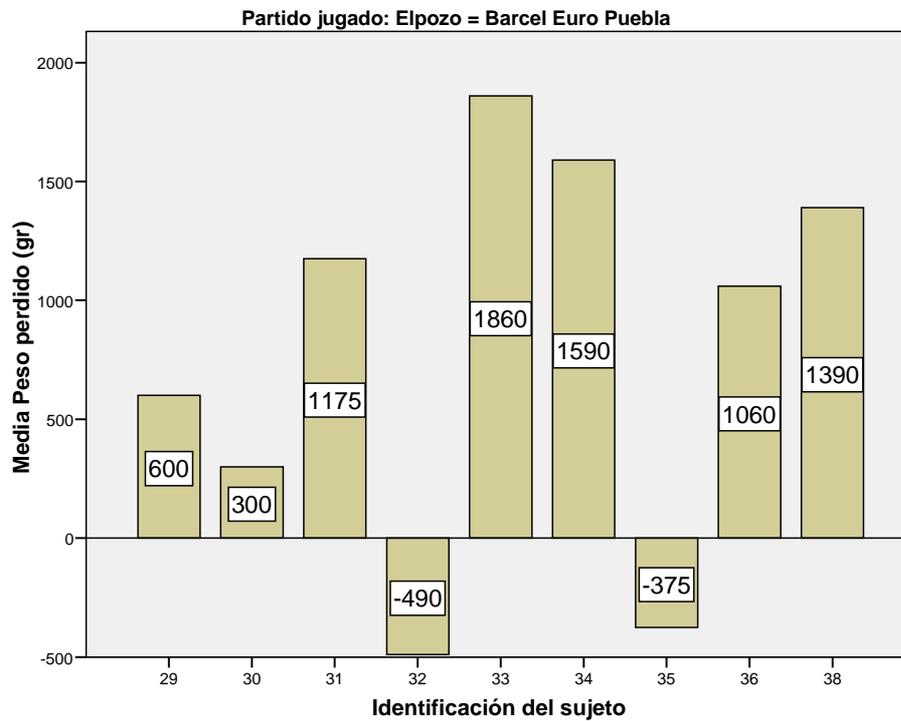


Figura 26. Peso perdido Jornada 21

Jornada 23: Elpozo Murcia – Polaris World Fútbol Sala

4 de Marzo de 2006, 13'45h.

En la tabla 26, observamos que, respecto al peso perdido en los jugadores analizados en esta jornada, corresponde a un valor de 770 gramos de media.

Tabla 26. Media de peso perdido Jornada 23

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Peso perdido (gr)	Media		770,00	282,714
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	130,46	
		Límite superior	1409,54	
	Media recortada al 5%		801,39	
	Mediana		1075,00	
	Varianza		799272,222	
	Desv. típ.		894,020	
	Mínimo		-905	
	Máximo		1880	
	Rango		2785	
	Amplitud intercuartil		1320	
	Asimetría		-,746	,687
	Curtosis		-,264	1,334

Como así desprende la figura 27, la mayor cantidad de peso perdido, ha correspondido a un jugador con 1880 gramos. Por otra parte, indicar también que dos jugadores que han ganado peso durante el desarrollo del partido analizado, debido a que la ingesta de líquido ha sido superior a las pérdidas, con una ganancia de 905 y 350 gramos.

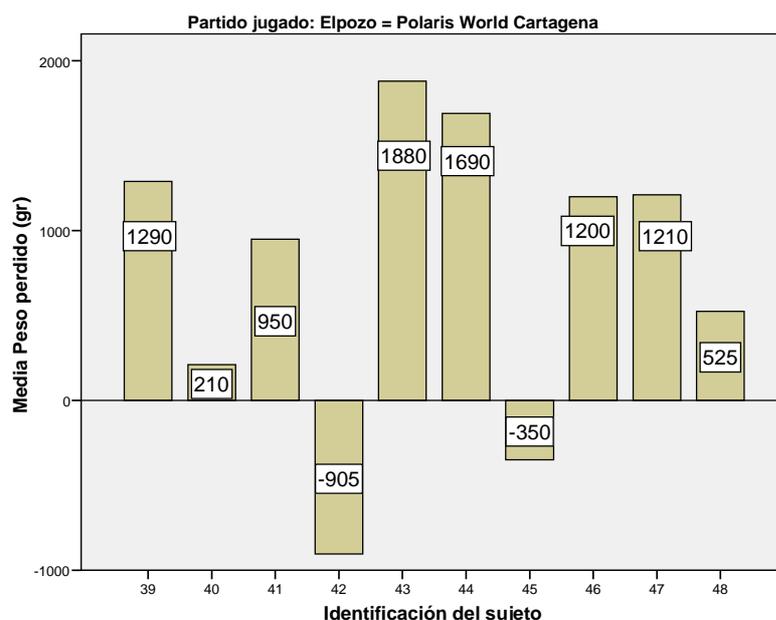


Figura 27. Peso perdido Jornada 23

Jornada 25: Elpozo Murcia – GSI Bilbo

18 de Marzo de 2006, 18:30h.

En la tabla 27, observamos que, respecto al peso perdido en los jugadores analizados en esta jornada, corresponde a un valor de 789,38 gramos de media. Del mismo modo y tal como desprende la figura 28, el mayor peso perdido ha correspondido a un jugador con 1700 gramos. Por otra parte, indicar también que, dos jugadores han ganado peso durante el desarrollo del partido analizado, debido a que la ingesta de líquido ha sido superior a las pérdidas, con una ganancia de 290 y 375.

Tabla 27. Media de peso perdido Jornada 25

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Peso perdido (gr)	Media		789,38	301,809
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	75,71	
		Límite superior	1503,04	
	Media recortada al 5%		803,47	
	Mediana		975,00	
	Varianza		728710,268	
	Desv. típ.		853,645	
	Mínimo		-375	
	Máximo		1700	
	Rango		2075	
	Amplitud intercuartil		1753	
	Asimetría		-,349	,752
	Curtosis		-1,801	1,481

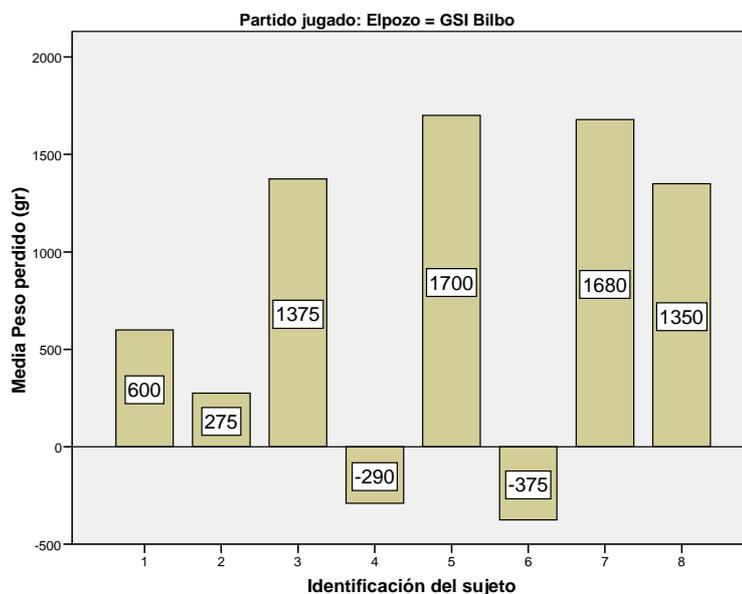


Figura 28. Peso perdido Jornada 25

Jornada 27: Elpozo Murcia – Playas de Castellón

1 de Abril de 2006, 13'45h.

En la tabla 28 observamos que respecto al peso perdido en los jugadores analizados en esta jornada, corresponde a un valor de 749 gramos de media. Del mismo modo y tal como desprende la figura 29, el jugador con mayor peso perdido suma una cantidad de 1880 gramos. Por otra parte, indicar también que dos jugadores han ganado peso durante el desarrollo del partido analizado, debido a que la ingesta de líquido ha sido superior a las pérdidas, con una ganancia de 905 y 300 gramos.

Tabla 28. Media de peso perdido Jornada 27

Descriptivos

		Estadístico	Error típ.	
Peso perdido (gr)	Media	749,00	275,022	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	126,86	
		Límite superior	1371,14	
	Media recortada al 5%	778,06		
	Mediana	1045,00		
	Varianza	756371,111		
	Desv. típ.	869,696		
	Mínimo	-905		
	Máximo	1880		
	Rango	2785		
	Amplitud intercuartil	1230		
	Asimetría	-,746	,687	
	Curtosis	-,124	1,334	

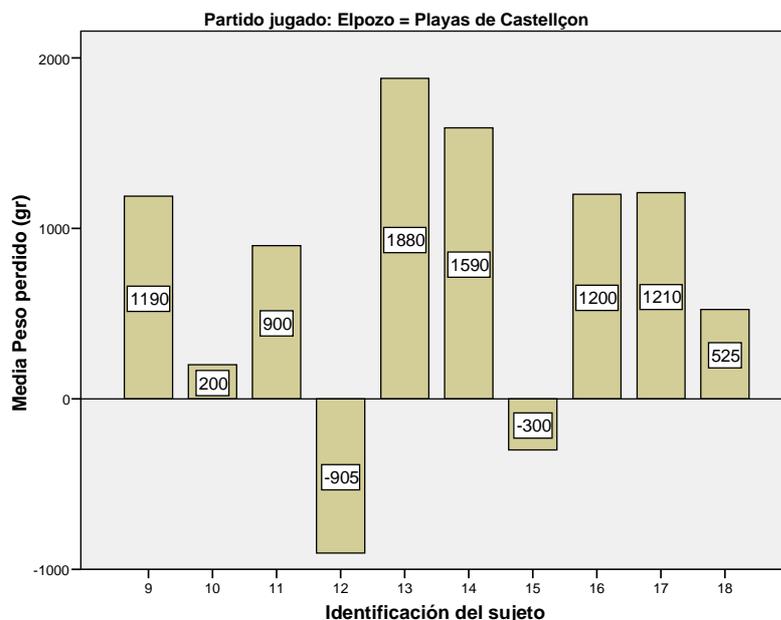


Figura 29. Peso perdido Jornada 27

Jornada 29: Elpozo Murcia – Azkar Lugo F.S.

15 de Abril de 2006, 18'30h.

En la tabla 29, observamos que, respecto al peso perdido en los jugadores analizados en esta jornada, corresponde a un valor de 851 gramos de media.

Tabla 29. Media de peso perdido Jornada 29

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Peso perdido (gr)	Media		851,00	241,217
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	305,33	
		Límite superior	1396,67	
	Media recortada al 5%		851,67	
	Mediana		1005,00	
	Varianza		581854,444	
	Desv. típ.		762,794	
	Mínimo		-310	
	Máximo		2000	
	Rango		2310	
	Amplitud intercuartil		1223	
	Asimetría		-,374	,687
	Curtosis		-,624	1,334

Tal como así desprende la figura 30, el mayor peso perdido, corresponde al alcanzado por un jugador con 2000 gramos. Por otra parte, indicar también que dos jugadores han ganado peso durante el desarrollo del partido analizado, debido a que la ingesta de líquido ha sido superior a las pérdidas, con una ganancia de 310 y 300 gramos.

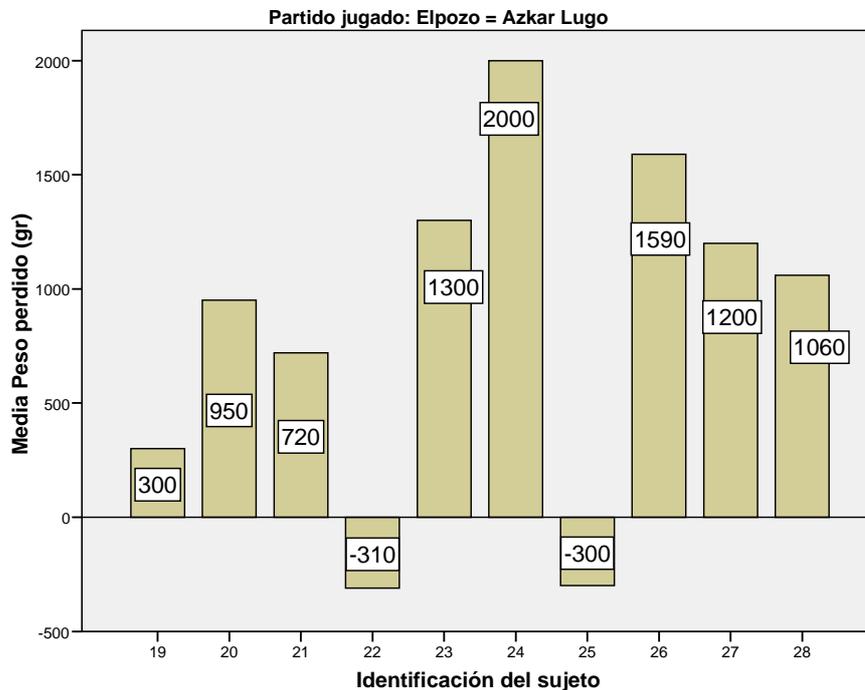


Figura 30. Peso perdido Jornada 29

Todos los partidos. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Liga Nacional de Fútbol Sala, temporada 2005/2006. División de Honor

En relación con el análisis conjunto de las seis jornadas correspondientes a la Liga Nacional de Fútbol Sala en su categoría de División de Honor muestra una pérdida de peso media de 801,32 gramos (tabla 30).

Tabla 30. Media de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Peso perdido (gr)	Media		801,32	105,435
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	590,10	
		Límite superior	1012,53	
	Media recortada al 5%		822,68	
	Mediana		950,00	
	Varianza		633645,113	
	Desv. típ.		796,018	
	Mínimo		-905	
	Máximo		2100	
	Rango		3005	
	Amplitud intercuartil		1140	
	Asimetría		-,451	,316
	Curtosis		-,822	,623

En la figura 31 podemos observar como la mayor cantidad de casos se agrupa alrededor de valores de pérdidas de peso corporal cercanas a los 1000 gramos.

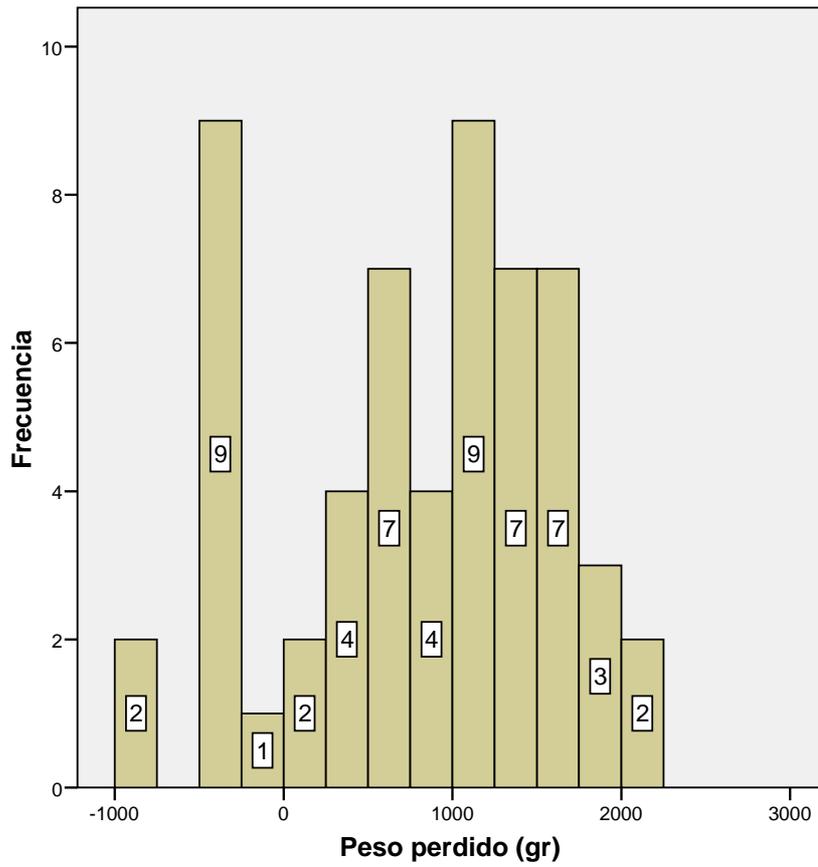


Figura 31. Peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

V.1.3. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES AL VOLUMEN DE LÍQUIDO INGERIDO

En el siguiente apartado de nuestro estudio, mostramos el volumen de líquido ingerido por los jugadores en cada uno de los partidos analizados.

Jornada 19: Elpozo Murcia – Benicarló F.S.

4 de Febrero de 2006, 18'30h.

En la tabla 31 se observa como la media de líquido ingerido durante este partido ha sido de 1443 ml. El jugador que más líquido ha ingerido sumó un total de 2610 ml. Por otro lado, el menor volumen de líquido lo ha ingerido un jugador con 780 ml. totales (figura 32).

Tabla 31. Media de líquido ingerido Jornada 19

Descriptivos			Estadístico	Error típ.	
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1443,00	193,596	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1005,05		
		Límite superior	1880,95		
	Media recortada al 5%		1415,00		
	Mediana		1225,00		
	Varianza		374795,556		
	Desv. típ.		612,205		
	Mínimo		780		
	Máximo		2610		
	Rango		1830		
	Amplitud intercuartil		705		
	Asimetría		1,234		,687
	Curtosis		,451		1,334

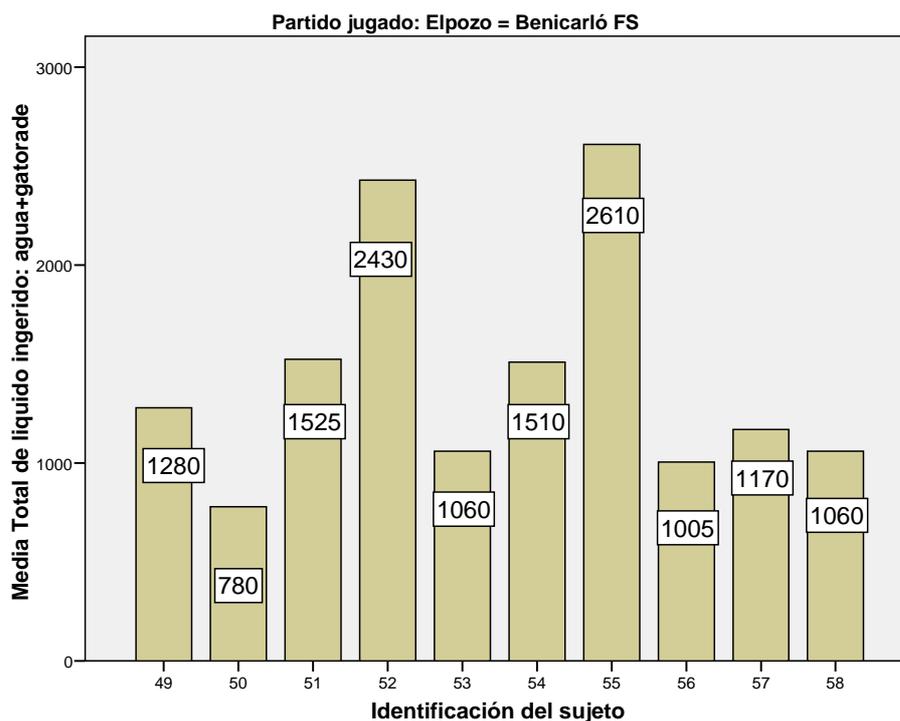


Figura 32. Líquido ingerido Jornada 19

Jornada 21: Elpozo Murcia – Barcel Euro Puebla

18 de Febrero de 2006, 18'30h.

En la tabla 32 se observa como la media de líquido ingerido durante este partido ha sido de 1348,33 ml. El jugador que más líquido ha ingerido ha sumado un total de 2925 ml. Por otro lado, el menor volumen corresponde a el ingerido por un jugador con 650 ml. (figura 33).

Tabla 32. Media de líquido ingerido Jornada 21

Descriptivos			Estadístico	Error típ.	
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1348,33	236,574	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	802,79		
		Límite superior	1893,87		
	Media recortada al 5%		1299,54		
	Mediana		1100,00		
	Varianza		503706,250		
	Desv. típ.		709,723		
	Mínimo		650		
	Máximo		2925		
	Rango		2275		
	Amplitud intercuartil		798		
	Asimetría		1,664		,717
	Curtosis		2,559		1,400

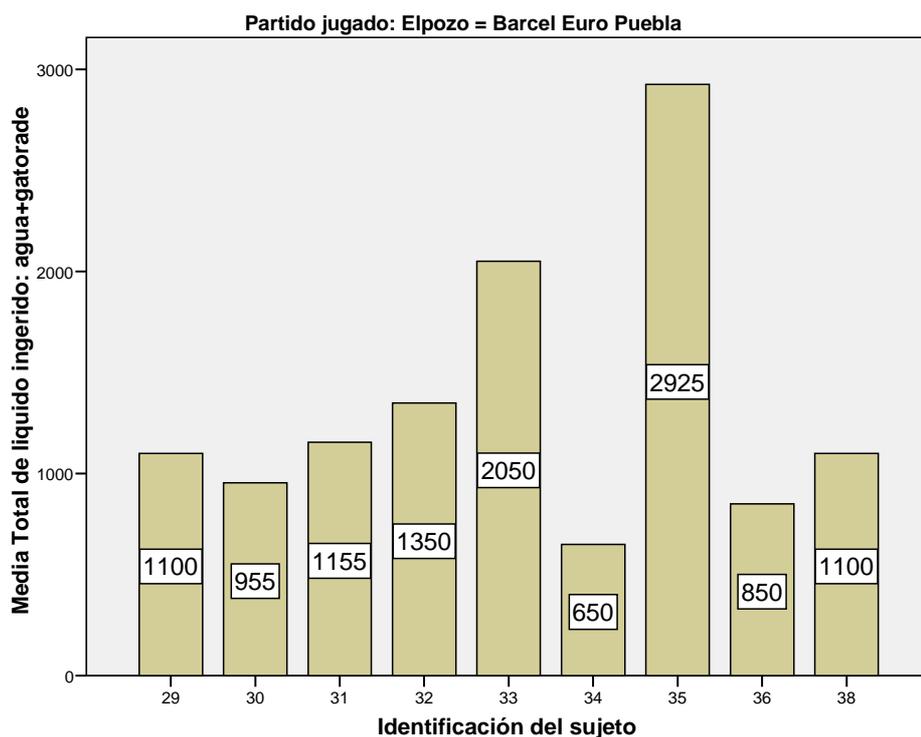


Figura 33. Líquido ingerido Jornada 21

Jornada 23: Elpozo Murcia – Polaris World Fútbol Sala
 4 de Marzo de 2006, 13'45h.

En la tabla 33, se observa como la media de líquido ingerido durante este partido ha sido de 1892,50 ml. El jugador que más líquido ha ingerido ha sumado un total de 3200 ml. Por otro lado, el menor volumen corresponde a un jugador que ingirió 1030 ml. de líquido (figura 34).

Tabla 33. Media de líquido ingerido Jornada 23

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1892,50	259,068
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1306,45	
		Límite superior	2478,55	
	Media recortada al 5%		1867,78	
	Mediana		1640,00	
	Varianza		671162,500	
	Desv. típ.		819,245	
	Mínimo		1030	
	Máximo		3200	
	Rango		2170	
	Amplitud intercuartil		1641	
	Asimetría		,581	,687
	Curtosis		-1,193	1,334

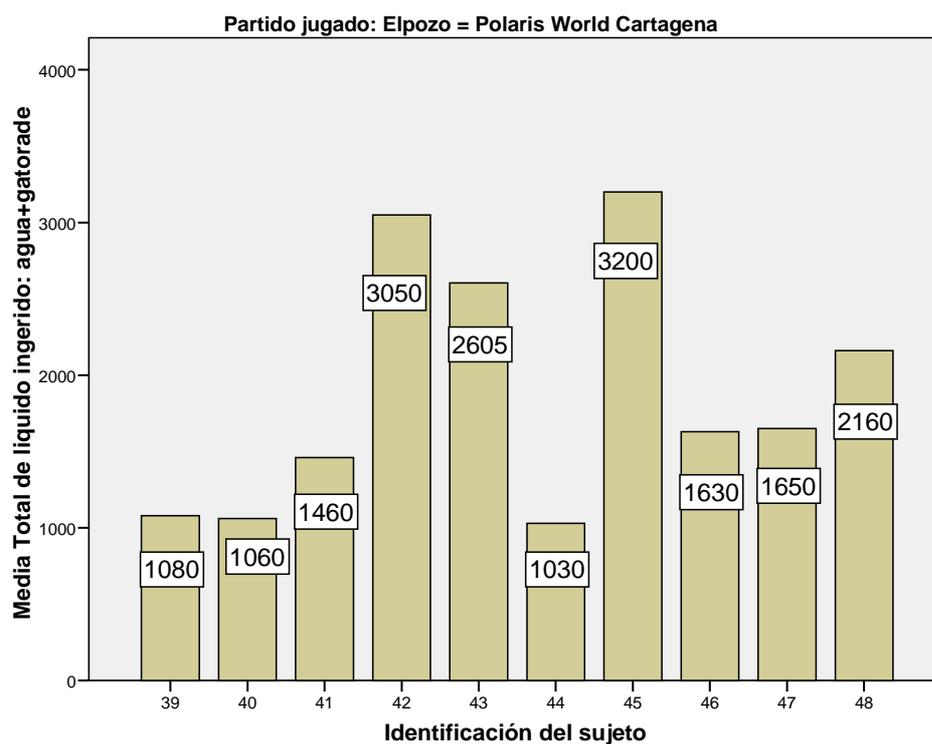


Figura 34. Líquido ingerido Jornada 23

Jornada 25: Elpozo Murcia – GSI Bilbo

18 de Marzo de 2006, 18'30h.

En la tabla 34 se observa como la media de líquido ingerido durante este partido ha sido de 1230 ml. El jugador que más líquido ha ingerido sumó un total de 2890 ml. y que el de menor volumen de líquido ingerido ha sido de 675 ml. (figura 35).

Tabla 34. Media de líquido ingerido Jornada 25

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1230,00	249,381
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	640,31	
		Límite superior	1819,69	
	Media recortada al 5%		1168,61	
	Mediana		1040,00	
	Varianza		497528,571	
	Desv. típ.		705,357	
	Mínimo		675	
	Máximo		2890	
	Rango		2215	
	Amplitud intercuartil		501	
	Asimetría		2,306	,752
	Curtosis		5,840	1,481

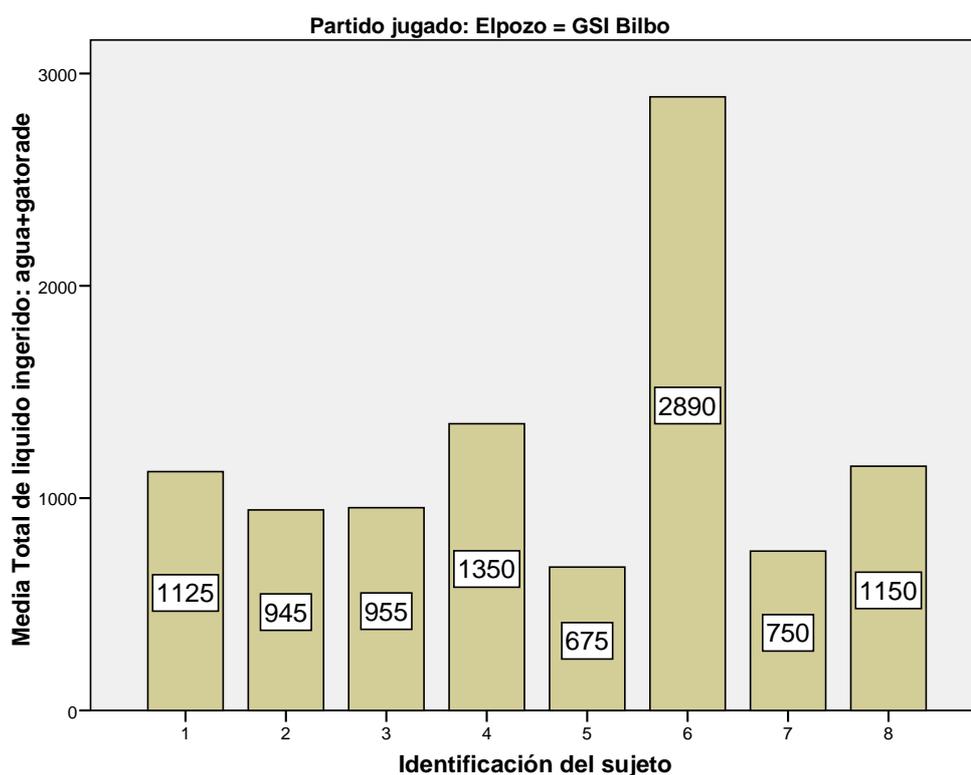


Figura 35. Líquido ingerido Jornada 25

Jornada 27: Elpozo Murcia – Playas de Castellón

1 de Abril de 2006, 13'45h.

En la tabla 35 se observa como la media de líquido ingerido durante este partido ha sido de 1870 ml. El jugador que más líquido ha ingerido ha sumado un total de 3375 ml. seguido por 3050 ml. de otro de los jugadores (figura 36). Por otro lado, el menor volumen de líquido ingerido corresponde a 935 ml..

Tabla 35. Media de líquido ingerido Jornada 27

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1870,00	280,781
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1234,83	
		Límite superior	2505,17	
	Media recortada al 5%		1838,33	
	Mediana		1640,00	
	Varianza		788377,778	
	Desv. típ.		887,906	
	Mínimo		935	
	Máximo		3375	
	Rango		2440	
	Amplitud intercuartil		1668	
	Asimetría		,624	,687
	Curtosis		-1,050	1,334

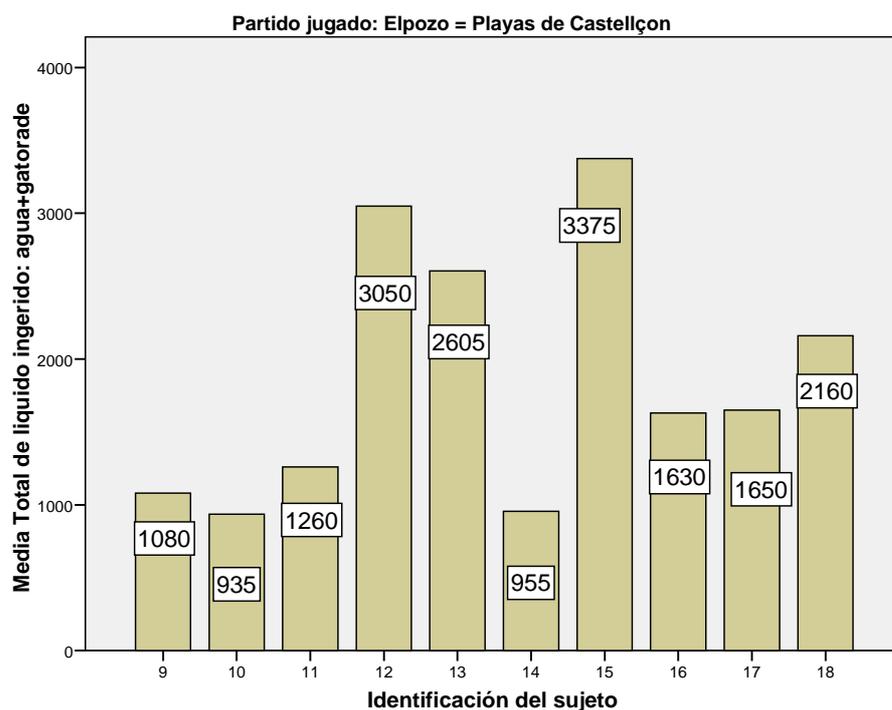


Figura 36. Líquido ingerido Jornada 27

Jornada 29: Elpozo Murcia – Azkar Lugo F.S.

15 de Abril de 2006, 18'30h.

En la tabla 36 se observa como la media de líquido ingerido durante este partido equivale 1451 ml. El jugador que más líquido ha ingerido ha sumado un total de 2580 ml. (figura 37). Por otro lado, el menor volumen de líquido lo ha ingerido un jugador con 780 ml..

Tabla 36. Media de líquido ingerido Jornada 29

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1451,00	194,259
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1011,56	
		Límite superior	1890,44	
	Media recortada al 5%		1425,56	
	Mediana		1320,00	
	Varianza		377365,556	
	Desv. típ.		614,301	
	Mínimo		780	
	Máximo		2580	
	Rango		1800	
	Amplitud intercuartil		768	
	Asimetría		1,117	,687
	Curtosis		,217	1,334

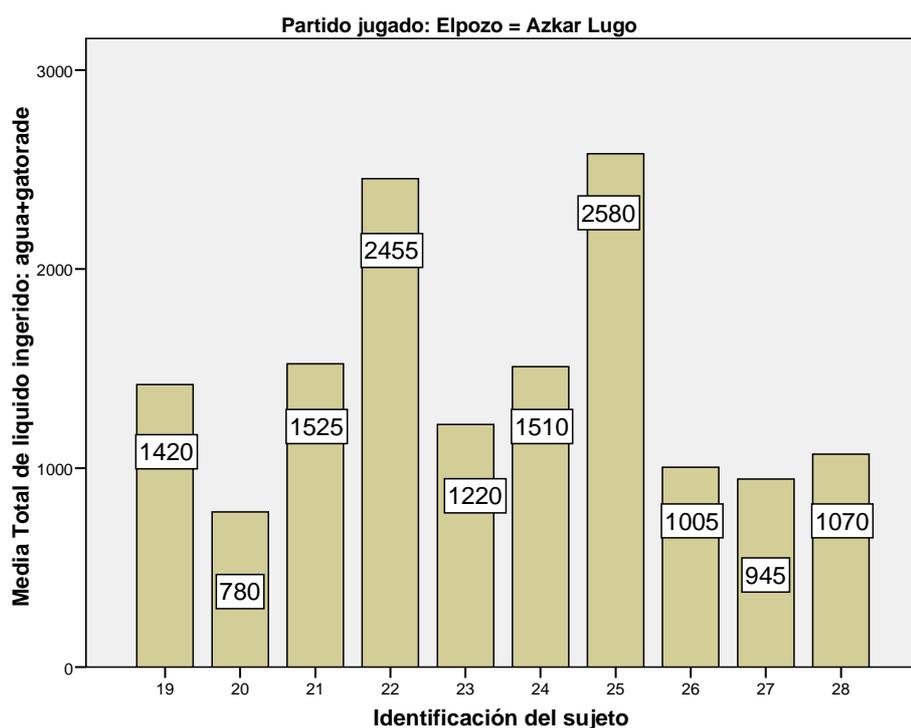


Figura 37. Líquido ingerido Jornada 29

Todos los partidos. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Liga Nacional de Fútbol Sala, temporada 2005/2006. División de Honor

Analizando todos los partidos, observamos una media de ingesta de líquido correspondiente a $1553,33 \pm 744,166$ ml. (tabla 37), oscilando este dato entre 3375 ml. de máximo y 650 ml. de mínimo. En la figura 38 podemos observar como volúmenes cercanos a 1000 – 1250 ml. son los que acumulan un mayor número de casos.

Tabla 37. Media de líquido ingerido Jornadas 19, 21, 23, 25 27 y 29

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Media		1553,33	98,567
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1355,88	
		Límite superior	1750,79	
	Media recortada al 5%		1508,97	
	Mediana		1260,00	
	Varianza		553782,440	
	Desv. típ.		744,166	
	Mínimo		650	
	Máximo		3375	
	Rango		2725	
	Amplitud intercuartil		1088	
	Asimetría		1,011	,316
	Curtosis		-,201	,623

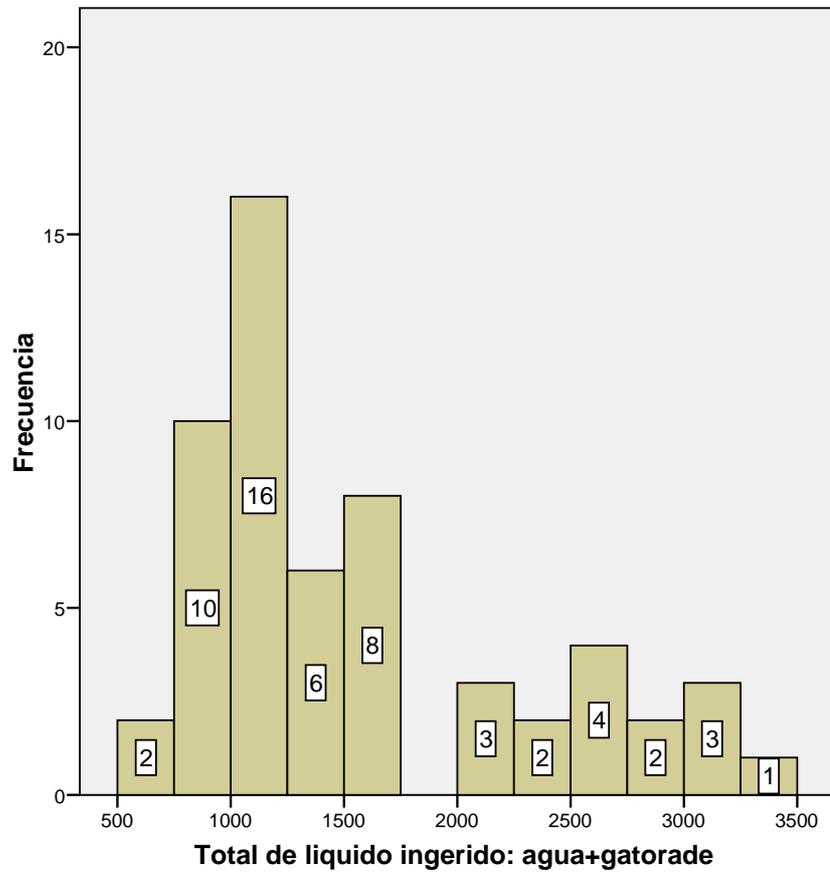


Figura 38. Líquido ingerido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

V.1.4. DESCRIPTIVOS CORRESPONDIENTES AL PORCENTAJE DE PESO PERDIDO

En el siguiente apartado de nuestro estudio expondremos el porcentaje de peso perdido por los jugadores, así como las consecuencias fisiológicas que se derivan de dicho porcentaje. En primer lugar, a partir de los documentos de consenso elaborados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (Sawka y cols., 2007) y la Federación Española de Medicina del Deporte (Palacios y cols., 2008) sobre niveles de porcentaje de peso perdido y sus efectos fisiológicos sobre el rendimiento, recogemos dichos aspectos de manera resumida en la tabla 38.

Tabla 38. Efectos fisiológicos sobre el rendimiento según porcentaje de peso perdido. Sawka y cols. (2007) y Palacios y cols. (2008)

<i>% Pérdida de peso</i>	<i>Efectos</i>
1%	Incremento del trabajo cardiaco. Disminución del rendimiento aeróbico en climas cálidos.
2%	Sed mas intensa, malestar vago, pérdida de apetito. Disminución del rendimiento mental y cognitivo.
3%	Disminución en el volumen sanguíneo (hemoconcentración). Aumento del riesgo de contracturas, calambres y lipotimias. Reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva.
4%	Mayor esfuerzo para los trabajos físicos, náuseas. Disminución de la fuerza muscular.
5%	Incremento temperatura corporal hasta 39° C. Rápida disminución del rendimiento. Alto riesgo de lesiones músculo – tendinosas.
6%	Disminución y falla de los mecanismos de termorregulación.

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos por los jugadores analizados en nuestra investigación en cada una de las jornadas estudiadas, así como las consecuencias fisiológicas que los niveles de deshidratación alcanzados tuvieron sobre ellos.

Jornada 19: Elpozo Murcia – Benicarló F.S.

4 de Febrero de 2006, 18'30h.

La tabla 39 muestra como la media de peso perdido por nuestros jugadores es de 2,975%. Los datos expresados en la tabla 40, indican que el 50% de los jugadores, están por encima del 2,89% de pérdida del peso corporal, lo que está señalando que el efecto fisiológico corresponde a una disminución del rendimiento mental y cognitivo además de una reducción del rendimiento aeróbico (tabla 38). Por otra parte, el resultado de mayor porcentaje de peso perdido, corresponde a un 5,19% (figura 39), lo que supone una rápida disminución del rendimiento y un grave riesgo de lesión músculo tendinosa (tabla 38). Por último un jugador con un 1,98% de peso perdido, es el menor resultado obtenido (figura 39).

Tabla 39. Media de porcentaje de peso perdido Jornada 19

			Descriptivos ^a	
			Estadístico	Error típ.
Porcentaje de peso perdido	Media		2,9750	,27984
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,3420	
		Límite superior	3,6080	
	Media recortada al 5%		2,9072	
	Mediana		2,8950	
	Varianza		,783	
	Desv. típ.		,88494	
	Mínimo		1,98	
	Máximo		5,19	
	Rango		3,21	
	Amplitud intercuartil		,79	
	Asimetría		1,851	,687
	Curtosis		4,755	1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

Tabla 40. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornada 19

Estadísticos^b

Porcentaje de peso perdido

N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		2,9750
Mediana		2,8950
Moda		1,98 ^a
Desv. típ.		,88494
Varianza		,783
Rango		3,21
Mínimo		1,98
Máximo		5,19
Suma		29,75
Percentiles	10	2,0020
	20	2,2360
	25	2,3350
	30	2,5000
	40	2,7920
	50	2,8950
	60	3,0220
	70	3,0570
	75	3,1250
	80	3,2680
	90	5,0030

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

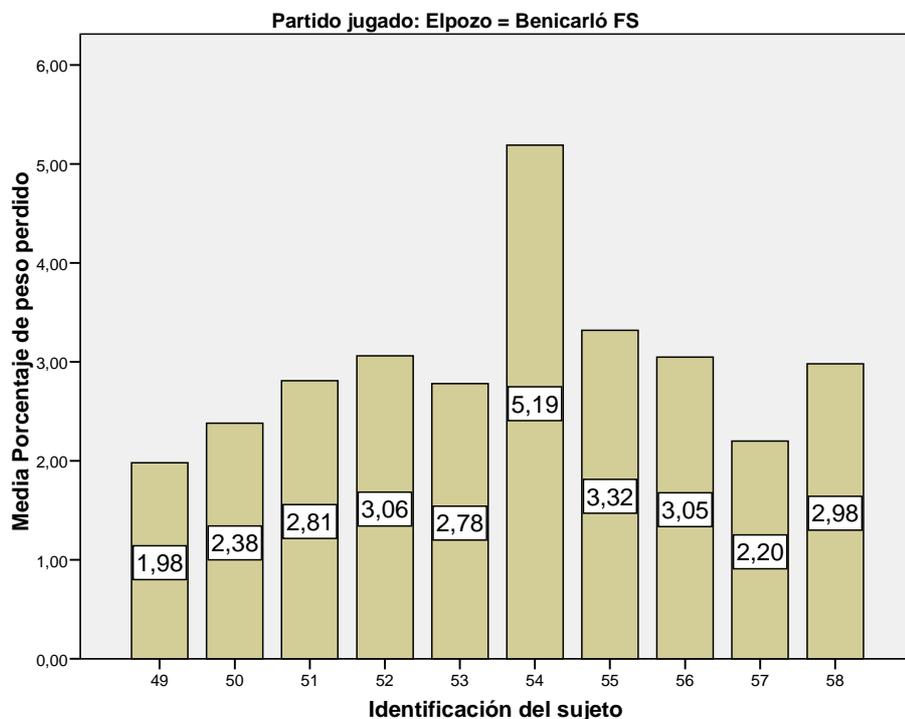


Figura 39. Porcentaje de peso perdido Jornada 19

Jornada 21: Elpozo Murcia – Barcel Euro Puebla

18 de Febrero de 2006, 18'30h.

La tabla 41 muestra como la media de peso perdido por nuestros jugadores es de 2,793 %. Los datos expresados en la tabla 42, indican que el 50% de los jugadores, están por encima del 2,86% de pérdida del peso corporal, lo que está indicando que el efecto fisiológico corresponde a una disminución del rendimiento mental y cognitivo además de una reducción del rendimiento aeróbico (tabla 38). Por otra parte, el resultado de mayor porcentaje de peso perdido, corresponde a un 4,59% (figura 40), lo que supone una disminución de la fuerza muscular (tabla 38). Por, último un jugador con un 1,25% de peso perdido, es el menor resultado obtenido (figura 40).

Tabla 41. Media de porcentaje de peso perdido Jornada 21

Descriptivos ^a			Estadístico	Error típ.
Porcentaje de peso perdido	Media		2,7933	,32834
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,0362	
		Límite superior	3,5505	
	Media recortada al 5%		2,7793	
	Mediana		2,8600	
	Varianza		,970	
	Desv. típ.		,98503	
	Mínimo		1,25	
	Máximo		4,59	
	Rango		3,34	
	Amplitud intercuartil		1,36	
	Asimetría		,293	,717
	Curtosis		,423	1,400

a. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

Tabla 42. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornada 21

Estadísticos^b

Porcentaje de peso perdido

N	Válidos	9
	Perdidos	0
Media		2,7933
Mediana		2,8600
Moda		1,25 ^a
Desv. típ.		,98503
Varianza		,970
Rango		3,34
Mínimo		1,25
Máximo		4,59
Suma		25,14
Percentiles	10	1,2500
	20	1,8200
	25	2,0750
	30	2,3300
	40	2,5100
	50	2,8600
	60	2,9100
	70	3,2500
	75	3,4350
	80	3,6200
90	4,5900	

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

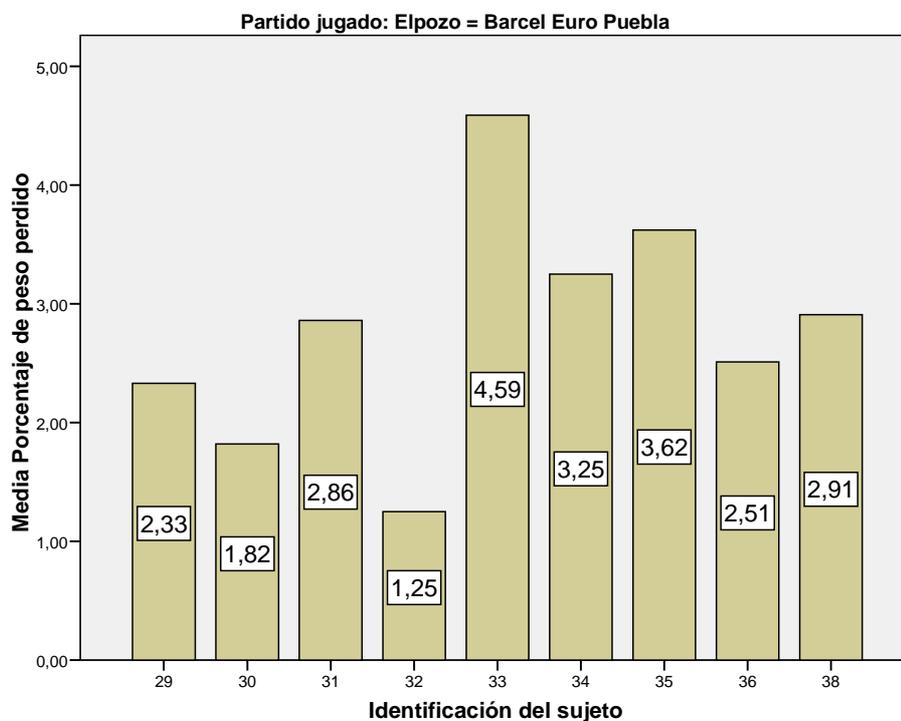


Figura 40. Porcentaje de peso perdido Jornada 21

Jornada 23: Elpozo Murcia – Polaris World Fútbol Sala
4 de Marzo de 2006, 13'45h.

La tabla 43 muestra como la media de peso perdido por nuestros jugadores es de 3,484 %. Los datos expresados en la tabla 44, indican que el 50% de los jugadores, están por encima del 3,34% de pérdida del peso corporal, lo que está indicando que el efecto fisiológico corresponde a una reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva. Además, también reflejado en la tabla 38 este porcentaje de peso perdido supone una disminución del volumen sanguíneo además del riesgo de contracturas y calambres.

Por otra parte, el resultado de mayor porcentaje de peso perdido, corresponde a un 5,25% (figura 41), lo que supone una rápida disminución del rendimiento y un grave riesgo de lesión músculo tendinosa (tabla 38). Por último un jugador con un 1,85% de peso perdido, es el menor resultado obtenido (figura 41).

Tabla 43. Porcentaje de peso perdido Jornada 23

Descriptivos ^a			Estadístico	Error típ.	
Porcentaje de peso perdido	Media		3,4840	,27635	
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,8588		
		Límite superior	4,1092		
	Media recortada al 5%		3,4767		
	Mediana		3,3400		
	Varianza		,764		
	Desv. típ.		,87391		
	Mínimo		1,85		
	Máximo		5,25		
	Rango		3,40		
	Amplitud intercuartil		,88		
	Asimetría		,251		,687
	Curtosis		2,044		1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

Tabla 44. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornada 23

Estadísticos^b

Porcentaje de peso perdido

N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		3,4840
Mediana		3,3400
Moda		1,85 ^a
Desv. típ.		,87391
Varianza		,764
Rango		3,40
Mínimo		1,85
Máximo		5,25
Suma		34,84
Percentiles	10	1,9650
	20	3,0220
	25	3,0825
	30	3,1370
	40	3,2240
	50	3,3400
	60	3,6600
	70	3,9180
	75	3,9625
	80	3,9680
	90	5,1220

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

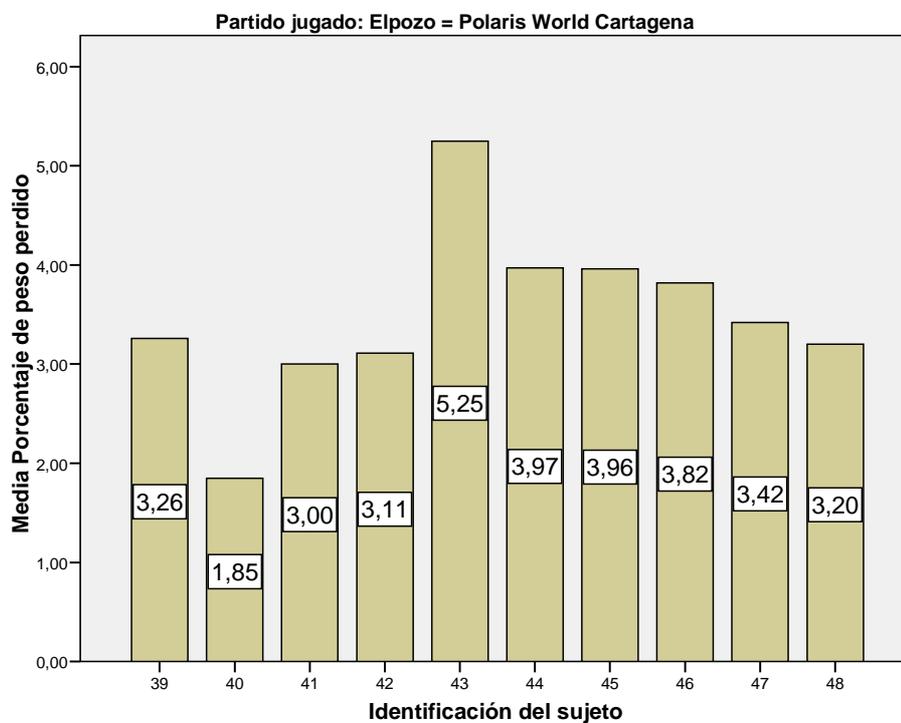


Figura 41. Porcentaje de peso perdido Jornada 23

Jornada 25: Elpozo Murcia – GSI Bilbo

18 de Marzo de 2006, 18'30h.

La tabla 45 muestra como la media de peso perdido por nuestros jugadores es de 2,7025 %. Los datos expresados en la tabla 46, indican que el 50% de los jugadores, están por encima del 2,885% de pérdida del peso corporal, lo que está indicando que el efecto fisiológico corresponde a una disminución del rendimiento mental y cognitivo además de una reducción del rendimiento aeróbico (tabla 38). Por otra parte, el resultado de mayor porcentaje de peso perdido, corresponde a un 3,57% (figura 42), lo que supone una disminución de la fuerza muscular (tabla 38). Por último un jugador con un 1,53% de peso perdido, es el menor resultado obtenido (figura 42).

Tabla 45. Media de porcentaje de peso perdido Jornada 25

Descriptivos ^a			Estadístico	Error típ.
Porcentaje de peso perdido	Media		2,7025	,26517
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,0755	
		Límite superior	3,3295	
	Media recortada al 5%		2,7194	
	Mediana		2,8850	
	Varianza		,563	
	Desv. típ.		,75002	
	Mínimo		1,53	
	Máximo		3,57	
	Rango		2,04	
	Amplitud intercuartil		1,45	
	Asimetría		-,583	,752
	Curtosis		-1,031	1,481

a. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

Tabla 46. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornada 25

Estadísticos^b

Porcentaje de peso perdido

N	Válidos	8
	Perdidos	0
Media		2,7025
Mediana		2,8850
Moda		1,53 ^a
Desv. típ.		,75002
Varianza		,563
Rango		2,04
Mínimo		1,53
Máximo		3,57
Suma		21,62
Percentiles	10	1,5300
	20	1,7220
	25	1,9200
	30	2,1900
	40	2,6640
	50	2,8850
	60	3,0140
	70	3,2510
	75	3,3725
	80	3,4660
	90	3,5700

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

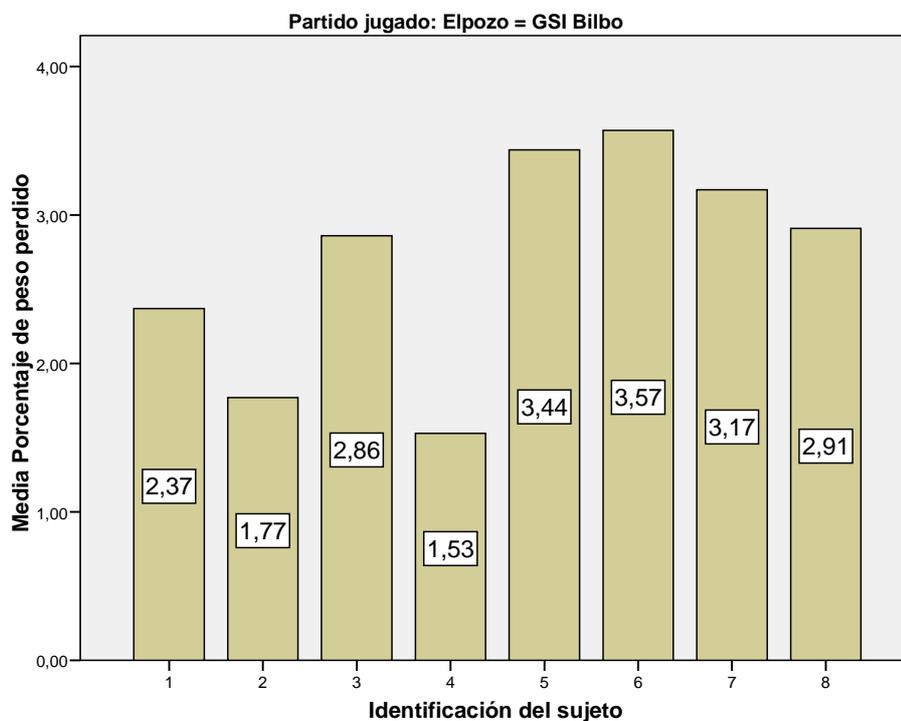


Figura 42. Porcentaje de peso perdido Jornada 25

Jornada 27: Elpozo Murcia – Playas de Castellón

1 de Abril de 2006, 13'45h.

La tabla 47, muestra como la media de peso perdido por nuestros jugadores es de 3,425 %. Los datos expresados en la tabla 48, indican que el 50% de los jugadores, están por encima del 3,305% de pérdida del peso corporal, lo que supone una disminución de la fuerza muscular (tabla 37). Por otra parte, el resultado de mayor porcentaje de peso perdido, corresponde a un 5,28% (figura 43), lo que supone una rápida disminución del rendimiento y un grave riesgo de lesión músculo tendinosa (tabla 38). Por último es un jugador con un 1,64% de peso perdido, el de menor resultado obtenido (figura 43).

Tabla 47. Media de porcentaje de peso perdido Jornada 27

Descriptivos ^a			Estadístico	Error típ.
Porcentaje de peso perdido	Media		3,4250	,30548
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,7339	
		Límite superior	4,1161	
	Media recortada al 5%		3,4211	
	Mediana		3,3050	
	Varianza		,933	
	Desv. típ.		,96603	
	Mínimo		1,64	
	Máximo		5,28	
	Rango		3,64	
	Amplitud intercuartil		,92	
	Asimetría		,157	,687
	Curtosis		1,413	1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellón

Tabla 48. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornada 27

Estadísticos^b

Porcentaje de peso perdido

N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		3,4250
Mediana		3,3050
Moda		1,64 ^a
Desv. típ.		,96603
Varianza		,933
Rango		3,64
Mínimo		1,64
Máximo		5,28
Suma		34,25
Percentiles	10	1,7460
	20	2,7780
	25	2,9925
	30	3,1050
	40	3,1600
	50	3,3050
	60	3,5820
	70	3,7530
	75	3,9150
	80	4,2120
	90	5,1840

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellçon

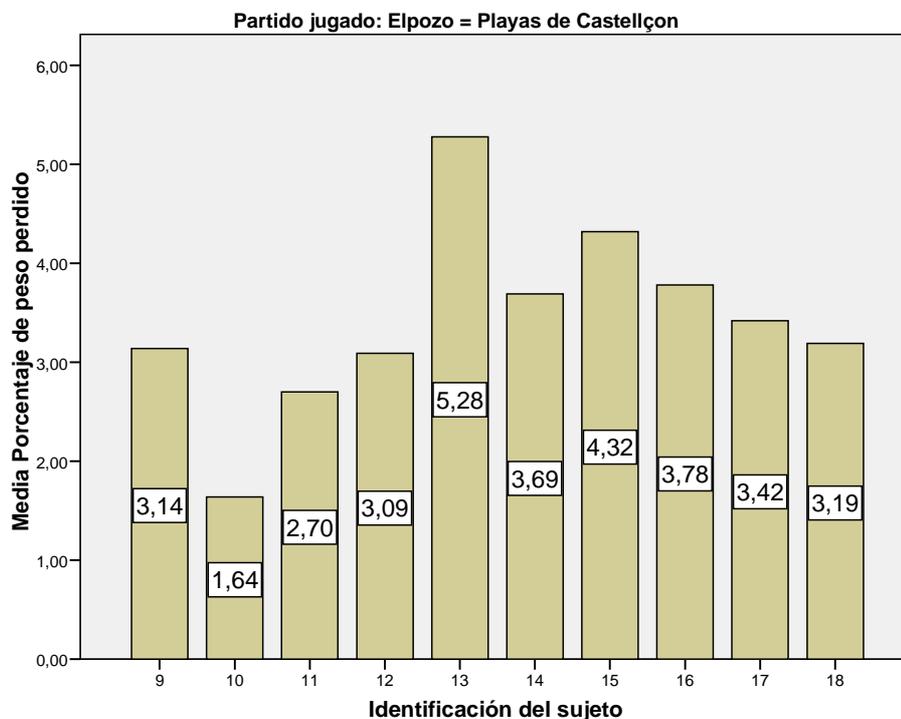


Figura 43. Porcentaje de peso perdido Jornada 27

Jornada 29: Elpozo Murcia – Azkar Lugo F.S.

15 de Abril de 2006, 18'30h.

La tabla 49 muestra como la media de peso perdido por nuestros jugadores es de 2,965 %. Los datos expresados en la tabla 50, indican que el 50% de los jugadores están por encima del 2,875% de pérdida del peso corporal, lo que está indicando que el efecto fisiológico corresponde a una disminución del rendimiento mental y cognitivo además de una reducción del rendimiento aeróbico (tabla 38). Por otra parte, el resultado de mayor porcentaje de peso perdido, corresponde a un 5,02% (figura 44), lo que supone una rápida disminución del rendimiento y un grave riesgo de lesión músculo tendinosa (tabla 38). Por último es un jugador con un 2,14% de peso perdido, el de menor resultado obtenido (figura 44).

Tabla 49. Media de porcentaje de peso perdido Jornada 29

Descriptivos^a

			Estadístico	Error típ.
Porcentaje de peso perdido	Media		2,9650	,25153
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,3960	
		Límite superior	3,5340	
	Media recortada al 5%		2,8967	
	Mediana		2,8750	
	Varianza		,633	
	Desv. típ.		,79542	
	Mínimo		2,14	
	Máximo		5,02	
	Rango		2,88	
	Amplitud intercuartil		,64	
	Asimetría		2,143	,687
	Curtosis		5,737	1,334

a. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

Tabla 50. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornada 29

Estadísticos^b

Porcentaje de peso perdido

N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		2,9650
Mediana		2,8750
Moda		2,14 ^a
Desv. típ.		,79542
Varianza		,633
Rango		2,88
Mínimo		2,14
Máximo		5,02
Suma		29,65
Percentiles	10	2,1650
	20	2,4100
	25	2,4650
	30	2,5170
	40	2,6640
	50	2,8750
	60	3,0080
	70	3,0750
	75	3,1050
	80	3,1380
	90	4,8330

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

b. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

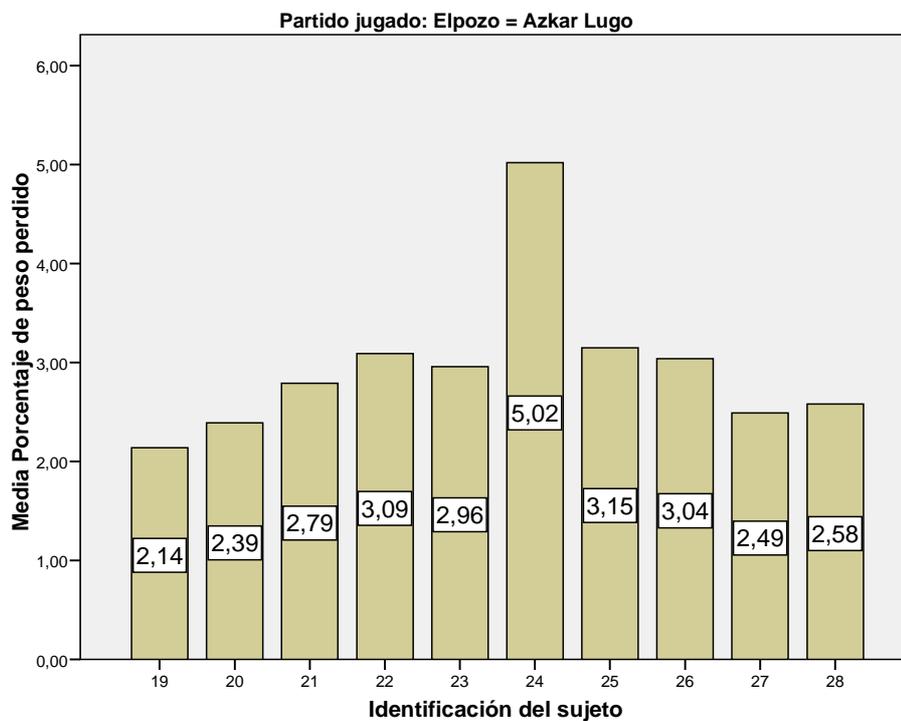


Figura 44. Porcentaje de peso perdido Jornada 29

Todos los partidos. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Liga Nacional de Fútbol Sala, temporada 2005/2006. División de Honor

En la tabla 51, vemos reflejado como la media de peso perdido por los jugadores a lo largo de las seis jornadas estudiadas corresponde a una disminución del peso corporal de $3,07 \pm 0,893\%$.

Tabla 51. Porcentaje de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
Porcentaje de peso perdido	Media		3,0746	,11828
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	2,8376	
		Límite superior	3,3115	
	Media recortada al 5%		3,0436	
	Mediana		3,0500	
	Varianza		,797	
	Desv. típ.		,89300	
	Mínimo		1,25	
	Máximo		5,28	
	Rango		4,03	
	Amplitud intercuartil		,93	
	Asimetría		,585	,316
	Curtosis		,677	,623

Tal y como refleja la tabla 52, el 50% de los jugadores terminó los partidos con una pérdida de 3,05% de peso corporal, circunstancia que lleva asociada una disminución del volumen sanguíneo, un aumento del riesgo de contracturas y calambres y una reducción del tiempo de reacción, concentración y discriminación perceptiva (tabla 38).

Tabla 52. Estadísticos porcentaje de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Estadísticos		
Porcentaje de peso perdido		
N	Válidos	57
	Perdidos	0
Media		3,0746
Mediana		3,0500
Moda		2,86 ^a
Desv. típ.		,89300
Varianza		,797
Rango		4,03
Mínimo		1,25
Máximo		5,28
Suma		175,25
Percentiles	10	1,8440
	20	2,3760
	25	2,5000
	30	2,7320
	40	2,9100
	50	3,0500
	60	3,1480
	70	3,2960
	75	3,4300
	80	3,6480
90	4,3740	

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Dentro del análisis de la frecuencia de casos estudiados podemos observar cómo el mayor número de casos se agrupa en torno a valores cercanos al 3% de porcentaje de peso corporal perdido (figura 45).

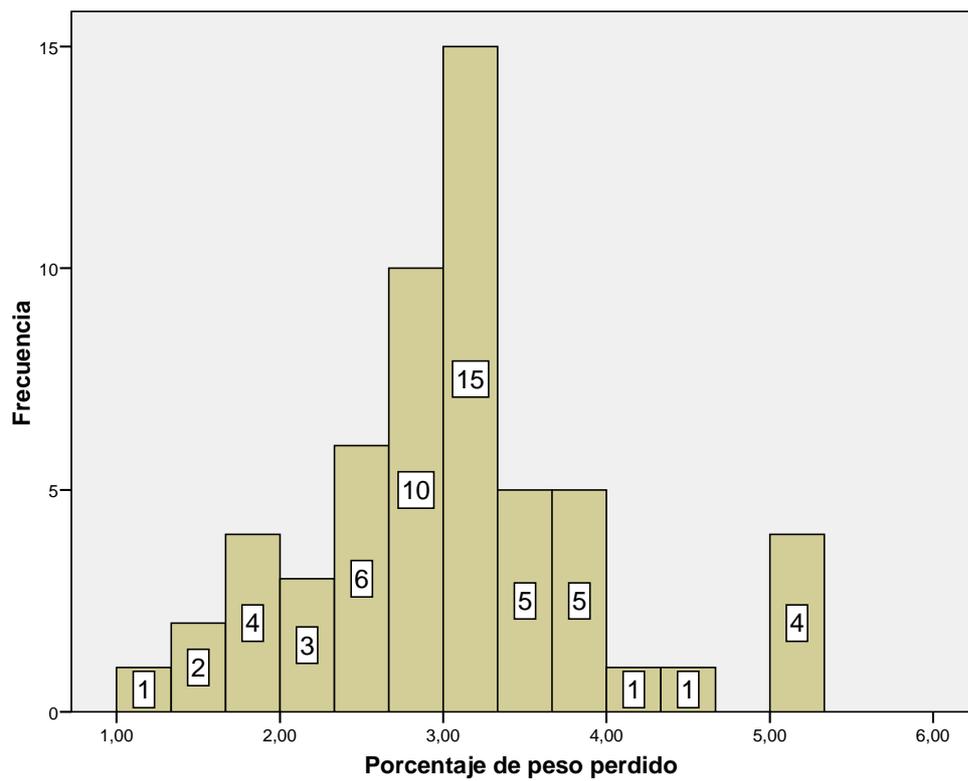


Figura 45. Porcentaje de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

V.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

V.2.1. PESO PERDIDO EN FUNCIÓN DEL PARTIDO JUGADO

Jornada 19: Elpozo Murcia – Benicarló F.S.

Fecha: 4 de Febrero de 2006, 18'30h.

Al realizar los estadísticos de contrastes (tabla 53) respecto al peso de los jugadores antes y después de la disputa del partido, encontramos diferencias significativas ($p=0,017$), lo que nos indica una disminución significativa del peso de los jugadores. Sin embargo, antes de emitir un juicio al respecto, se han de comprobar los efectos fisiológicos que conlleva esa pérdida (tabla 38).

Tabla 53. Prueba de Wilcoxon para peso antes y después Jornada 19

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Peso después de jugar el partido - Peso antes de empezar el partido
Z	-2.395 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.017

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

c. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

Jornada 21: Elpozo Murcia – Barcel Euro Puebla

Fecha: 18 de Febrero de 2006, 18'30h.

A través de los resultados obtenidos en la tabla 54, el valor de $p=0,038$, confirma la significatividad estadística hallada. Sin embargo, antes de emitir un juicio al respecto, se han de comprobar los efectos fisiológicos que conlleva esa pérdida (tabla 38).

Tabla 54. Prueba de Wilcoxon para peso antes y después Jornada 21

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Peso después de jugar el partido - Peso antes de empezar el partido
Z	-2.073 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.038

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

c. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

Jornada 23: Elpozo Murcia – Polaris World Fútbol Sala

Fecha: 4 de Marzo de 2006, 13,45h.

Al realizar los estadísticos de contrastes (tabla 55) respecto al peso de los jugadores antes y después de la disputa del partido, encontramos diferencias significativas ($p=0,028$), lo que nos indica una disminución significativa del peso de los jugadores. Sin embargo, antes de emitir un juicio al respecto, se ha de tener en cuenta los posibles efectos fisiológicos provocados por dicha pérdida de peso (tabla 38).

Tabla 55. Prueba de Wilcoxon para peso antes y después Jornada 23

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Peso después de jugar el partido - Peso antes de empezar el partido
Z	-2.191 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.028

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

c. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

Jornada 25: Elpozo Murcia – GSI Bilbo

Fecha: 18 de Marzo de 2006, 18'30h.

En la tabla 56 referente a los estadísticos de contraste respecto al peso de los jugadores antes y después de la disputa del partido, no

existen diferencias significativas ($p=0,069$). Sin embargo, antes de emitir un juicio al respecto, se han de comprobar los efectos fisiológicos que conlleva esa pérdida (tabla 38).

Tabla 56. Prueba de Wilcoxon para peso antes y después Jornada 25

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Peso después de jugar el partido - Peso antes de empezar el partido
Z	-1.820 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.069

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

c. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

Jornada 27: Elpozo Murcia – Playas de Castellón

Fecha: 1 de Abril de 2006, 13'45h.

Al realizar los estadísticos de contrastes (tabla 57) respecto al peso de los jugadores antes y después de la disputa del partido, encontramos diferencias significativas ($p=0,037$), lo que nos indica una disminución significativa del peso de los jugadores. Sin embargo, antes de emitir un juicio al respecto, se han de comprobar los efectos fisiológicos que conlleva esa pérdida (tabla 38).

Tabla 57. Prueba de Wilcoxon para peso antes y después Jornada 27

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Peso después de jugar el partido - Peso antes de empezar el partido
Z	-2.090 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.037

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

c. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellçon

Jornada 29: Elpozo Murcia – Azkar Lugo F.S.

Fecha: 15 de Abril de 2006, 18'30h.

En la tabla 58 referente a los estadísticos de contraste respecto al peso de los jugadores antes y después de la disputa del partido, encontramos diferencias significativas ($p=0,019$), lo que nos indica una disminución significativa del peso de los jugadores. Sin embargo, antes de emitir un juicio al respecto, se han de comprobar los efectos fisiológicos que conlleva esa pérdida (tabla 38).

Tabla 58. Prueba de Wilcoxon para peso antes y después Jornada 29

Estadísticos de contraste^{b,c}

	Peso después de jugar el partido - Peso antes de empezar el partido
Z	-2.346 ^a
Sig. asintót. (bilateral)	.019

a. Basado en los rangos positivos.

b. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

c. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

Todos los partidos. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Liga Nacional de Fútbol Sala, temporada 2005/2006. División de Honor

Como podemos observar en la tabla 59, los resultados obtenidos respecto al peso perdido en función del partido disputado, indican la similitud de los valores obtenidos en todos ellos, como así lo demuestra la prueba de Kruskal – Wallis para variables independientes con un valor de $p=0,999$ (tabla 60).

Tabla 59. Rango promedio de peso perdido

Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Rangos

	Partido jugado	N	Rango promedio
Peso perdido (gr)	Elpozo = GSI Bilbo	8	29,88
	Elpozo = Playas de Castellçon	10	27,70
	Elpozo = Azkar Lugo	10	29,60
	Elpozo = Barcel Euro Puebla	9	28,11
	Elpozo = Polaris World Cartagena	10	28,60
	Elpozo = Benicarló FS	10	30,20
	Total	57	

Tabla 60. Prueba de Kruskal – Wallis para peso perdido

Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Peso perdido (gr)
Chi-cuadrado	,181
gl	5
Sig. asintót.	,999

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Partido jugado

V.2.2. LÍQUIDO INGERIDO EN FUNCIÓN DEL PARTIDO JUGADO

Como podemos observar en la tabla 61, los resultados obtenidos respecto a el volumen de líquido ingerido en función del partido disputado, indican la similitud de los valores obtenidos en todos ellos, como así lo demuestra la prueba de Kruskal – Wallis para variables independientes con un valor de $p=0,192$ (tabla 62).

Tabla 61. Rango promedio de líquido ingerido

Rangos		N	Rango promedio
Total de líquido ingerido: agua+gatorade	Partido jugado		
	Elpozo = GSI Bilbo	8	19,63
	Elpozo = Playas de Castellçon	10	35,40
	Elpozo = Azkar Lugo	10	27,45
	Elpozo = Barcel Euro Puebla	9	24,06
	Elpozo = Polaris World Cartagena	10	37,20
	Elpozo = Benicarló FS	10	27,90
	Total	57	

Tabla 62. Prueba de Kruskal – Wallis para líquido ingerido

Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Total de líquido ingerido: agua+gatorade
Chi-cuadrado	7,414
gl	5
Sig. asintót.	,192

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Partido jugado

V.2.3. PORCENTAJE DE PESO PERDIDO EN FUNCIÓN DEL PARTIDO JUGADO

Como podemos observar en la tabla 63, los resultados obtenidos respecto al porcentaje de peso perdido en función del partido disputado, indican la similitud de los valores obtenidos en todos ellos, como así lo demuestra la prueba de Kruskal – Wallis para variables independientes con un valor de $p=0,096$ (tabla 64).

Tabla 63. Rango promedio porcentaje de peso perdido

Rangos			
	Partido jugado	N	Rango promedio
Porcentaje de peso perdido	Elpozo = GSI Bilbo	8	23,38
	Elpozo = Playas de Castellçon	10	36,90
	Elpozo = Azkar Lugo	10	24,35
	Elpozo = Barcel Euro Puebla	9	23,78
	Elpozo = Polaris World Cartagena	10	39,25
	Elpozo = Benicarló FS	10	24,70
	Total	57	

Tabla 64. Prueba de Kruskal – Wallis par porcentaje de peso perdido

Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Porcentaje de peso perdido
Chi-cuadrado	9,346
gl	5
Sig. asintót.	,096

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Partido jugado

V.3. CORRELACIONES

V.3.1. MINUTOS DE ACTIVIDAD Y PORCENTAJE DE PESO PERDIDO

En el siguiente apartado, estudiaremos la correlación existente entre el número de minutos de actividad y el porcentaje de deshidratación alcanzado por los jugadores tras la disputa de los minutos.

Jornada 19: Elpozo Murcia – Benicarló F.S.

Fecha: 4 de Febrero de 2006, 18'30h.

A simple vista, encontramos una relación positiva entre tiempo de actividad y porcentaje de peso perdido (figura 46). Por parte, el valor desprendido por el coeficiente de correlación de Pearson (0,502), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 65), siendo el 25% del porcentaje de peso perdido explicado por la variable total de tiempo de actividad (tabla 66).

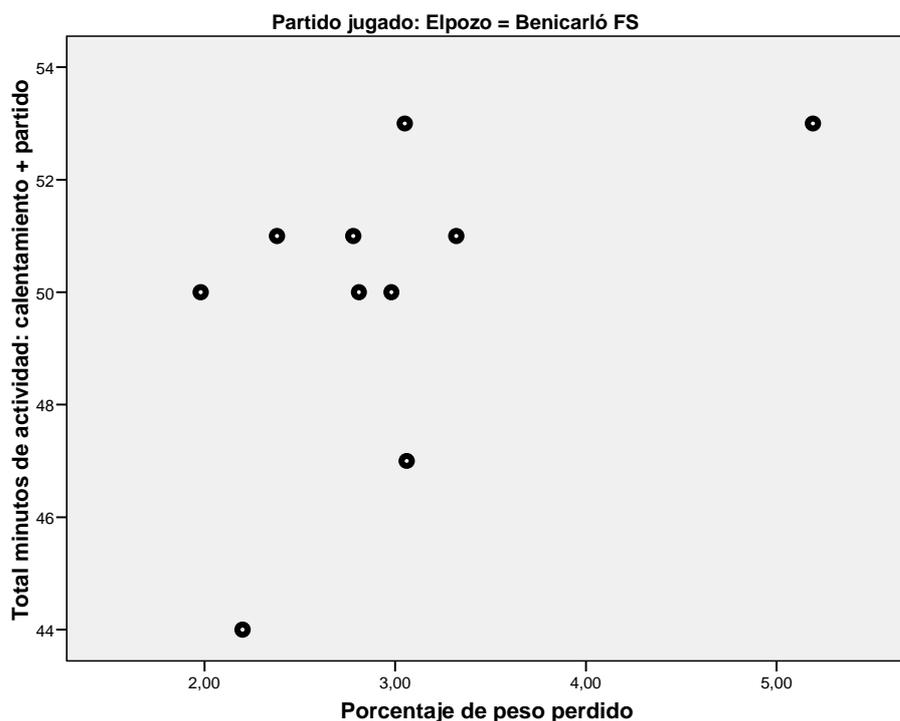


Figura 46. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido
Jornada 19

Tabla 65. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 19

Correlaciones^a

		Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 10	,502 ,140 10
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,502 ,140 10	1 10

a. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

Tabla 66. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido Jornada 19

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,502 ^a	,252	,158	,81196

a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento + partido

b. Partido jugado = Elpozo = Benicarló FS

Jornada 21: Elpozo Murcia – Barcel Euro Puebla

Fecha: 18 de Febrero de 2006, 18'30h.

En la figura 47, encontramos una relación positiva entre tiempo de actividad y porcentaje de peso perdido. Por otra parte, el valor que desprende el coeficiente de correlación de Pearson (0,105), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 67), siendo el 1% del porcentaje de peso perdido explicado por la variable total de tiempo de actividad (tabla 68).

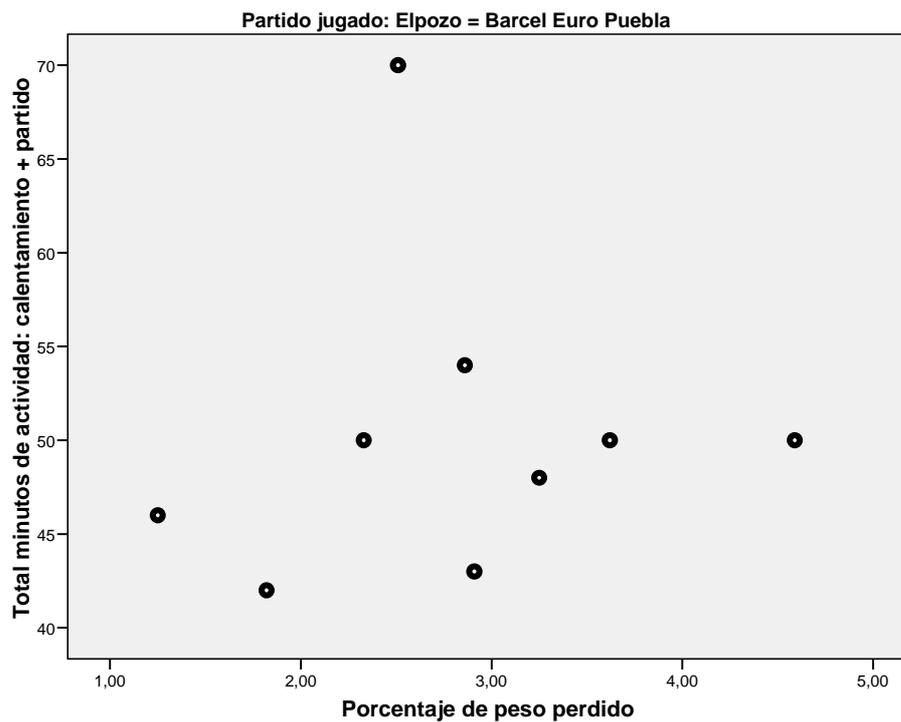


Figura 47. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 21

Tabla 67. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 21

Correlaciones^a

		Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Correlación de Pearson	1	,105
	Sig. (bilateral)		,789
	N	9	9
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson	,105	1
	Sig. (bilateral)	,789	
	N	9	9

a. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

Tabla 68. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido Jornada 21

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,105 ^a	,011	-,130	1,04725

a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento + partido

b. Partido jugado = Elpozo = Barcel Euro Puebla

Jornada 23: Elpozo Murcia – Polaris World Fútbol Sala

Fecha: 4 de Marzo de 2006, 13,45h.

En la figura 48, encontramos una relación positiva entre tiempo de actividad y porcentaje de peso perdido. Por otra parte, el valor que desprende el coeficiente de correlación de Pearson (0,561), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 69), siendo el 31% del porcentaje de peso perdido, por la variable total de tiempo de actividad (tabla 70).

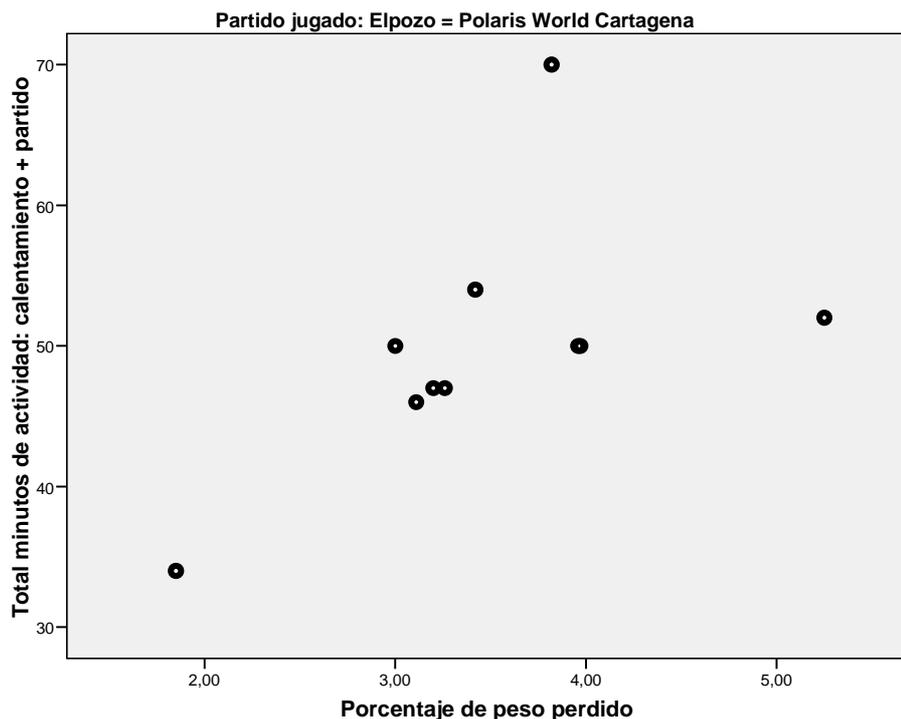


Figura 48. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 23

Tabla 69. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 23

Correlaciones

		Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Correlación de Pearson	1	,561
	Sig. (bilateral)		,092
	N	10	10
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson	,561	1
	Sig. (bilateral)	,092	
	N	10	10

a. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

Tabla 70. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido Jornada 23

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,561 ^a	,314	,229	,76759

a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento + partido

b. Partido jugado = Elpozo = Polaris World Cartagena

Jornada 25: Elpozo Murcia – GSI Bilbo

Fecha: 18 de Marzo de 2006, 18'30h.

En la figura 49, encontramos una relación positiva entre tiempo de actividad y porcentaje de peso perdido. Por otra parte, el valor que desprende el coeficiente de correlación de Pearson (0,482), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 71), siendo el 23% del porcentaje de peso perdido, por la variable total de tiempo de actividad (tabla 72).

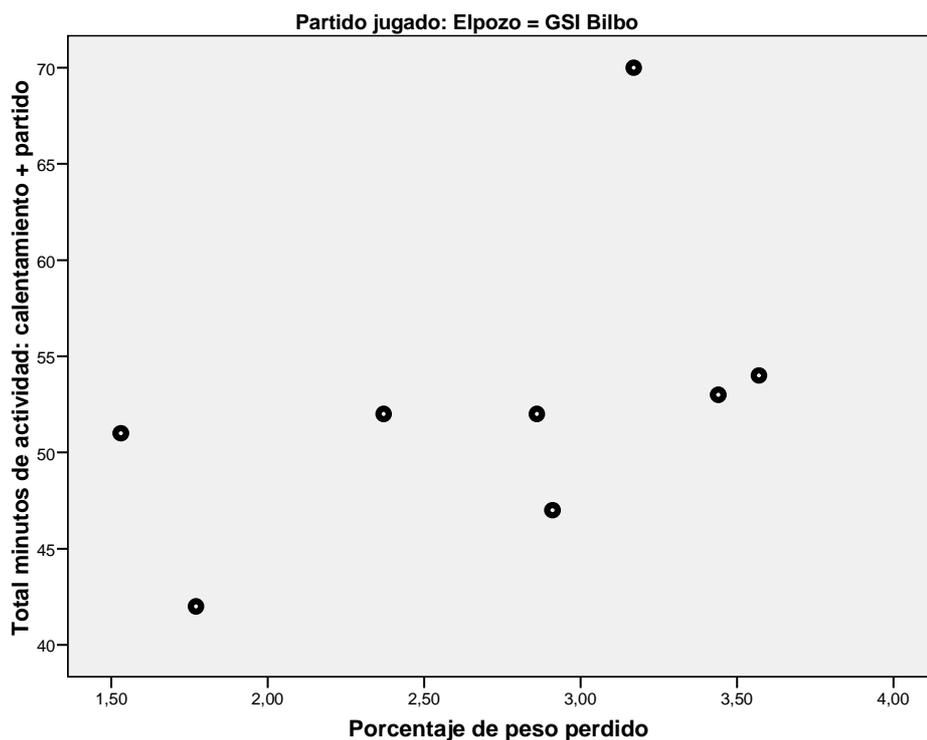


Figura 49. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 25

Tabla 71. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 25

Correlaciones^a

		Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Correlación de Pearson	1	,482
	Sig. (bilateral)		,226
	N	8	8
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson	,482	1
	Sig. (bilateral)	,226	
	N	8	8

a. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

**Tabla 72. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido
Jornada 25**

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,482 ^a	,233	,105	,70964

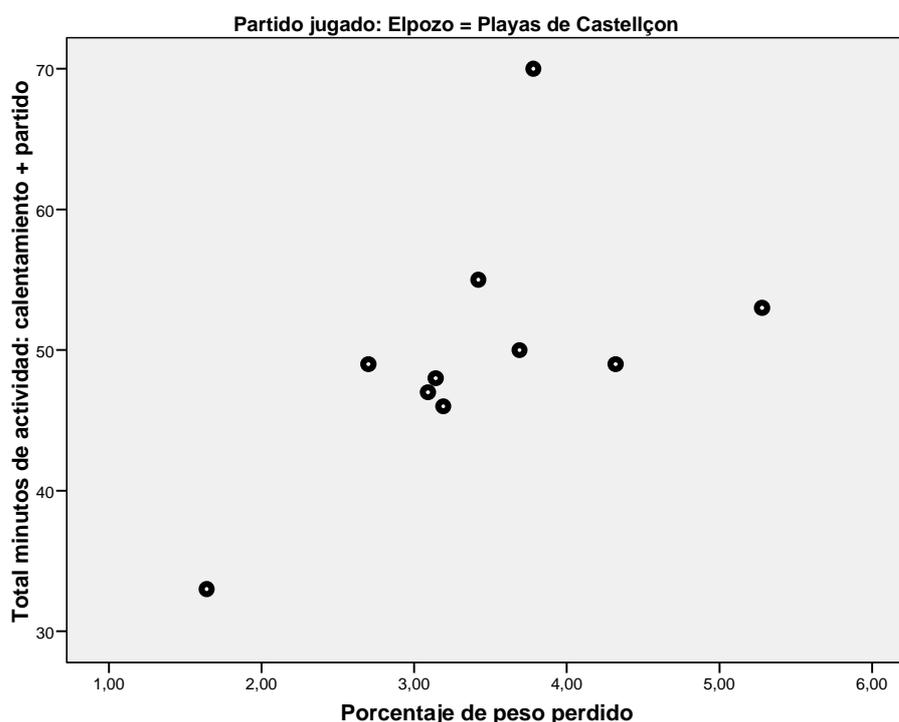
a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento + partido

b. Partido jugado = Elpozo = GSI Bilbo

Jornada 27: Elpozo Murcia – Playas de Castellón

Fecha: 1 de Abril de 2006, 13'45h.

A simple vista, encontramos una relación positiva entre tiempo de actividad y porcentaje de peso perdido (la figura 50). Por parte, el valor desprendido por el coeficiente de correlación de Pearson (0,570), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 73), siendo el 32% del porcentaje de peso perdido, por la variable total de tiempo de actividad (tabla 74).



**Figura 50. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido
Jornada 27**

Tabla 73. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 27

Correlaciones^a

		Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Correlación de Pearson	1	,570
	Sig. (bilateral)		,086
	N	10	10
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson	,570	1
	Sig. (bilateral)	,086	
	N	10	10

a. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellçon

Tabla 74. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido Jornada 27

Resumen del model^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,570 ^a	,324	,240	,84214

a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento + partido

b. Partido jugado = Elpozo = Playas de Castellçon

Jornada 29: Elpozo Murcia – Azkar Lugo F.S.

Fecha: 15 de Abril de 2006, 18'30h.

En la figura 51, encontramos una relación positiva entre tiempo de actividad y porcentaje de peso perdido. Por otra parte, el valor que desprende el coeficiente de correlación de Pearson (0,559), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 75), siendo el 31% del porcentaje de peso perdido, por la variable total de tiempo de actividad (tabla 76).

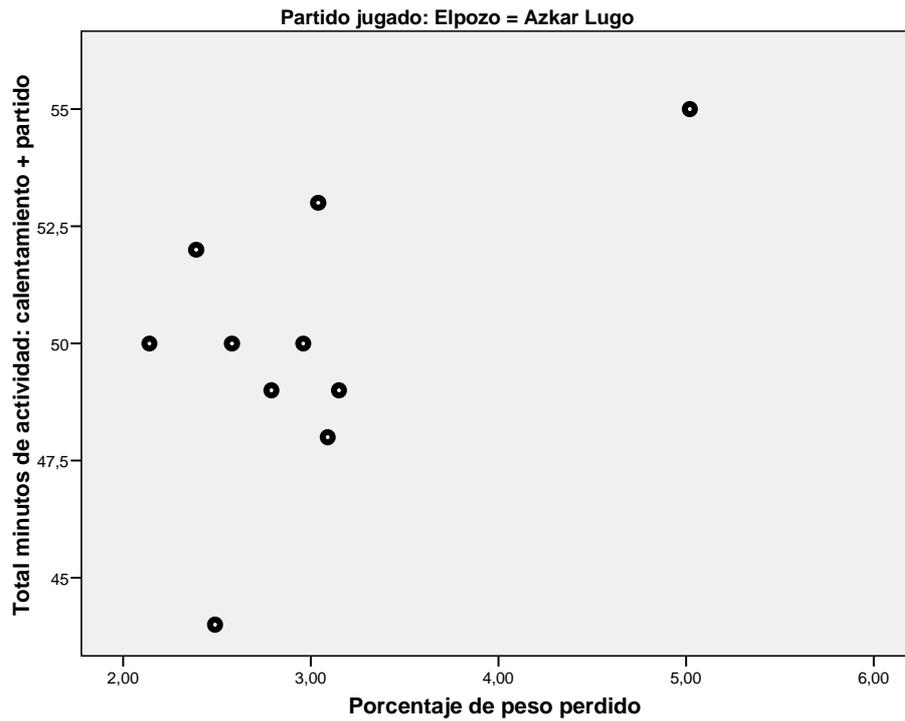


Figura 51. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 29

Tabla 75. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornada 29

Correlaciones^a

		Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento + partido	Correlación de Pearson	1	,559
	Sig. (bilateral)		,093
	N	10	10
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson	,559	1
	Sig. (bilateral)	,093	
	N	10	10

a. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

Tabla 76. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido Jornada 29

Resumen del modelo^b

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típic. de la estimación
1	,559 ^a	,313	,227	,69930

a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento + partido

b. Partido jugado = Elpozo = Azkar Lugo

Todos los partidos. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Liga Nacional de Fútbol Sala, temporada 2005/2006. División de Honor

La figura 52, que muestra una relación positiva entre las variables tiempo de juego y porcentaje de peso perdido durante cada uno de los seis partidos analizados, ofrece en primer lugar una relación de dependencia entre ambas variables. El valor positivo que ofrece el coeficiente de correlación de Pearson (tabla 77) es de 0,365, lo que indica la existencia de dicha relación. Por último cabe indicar que el porcentaje de peso perdido relacionado con la variable tiempo jugado es de 13% (tabla 78).

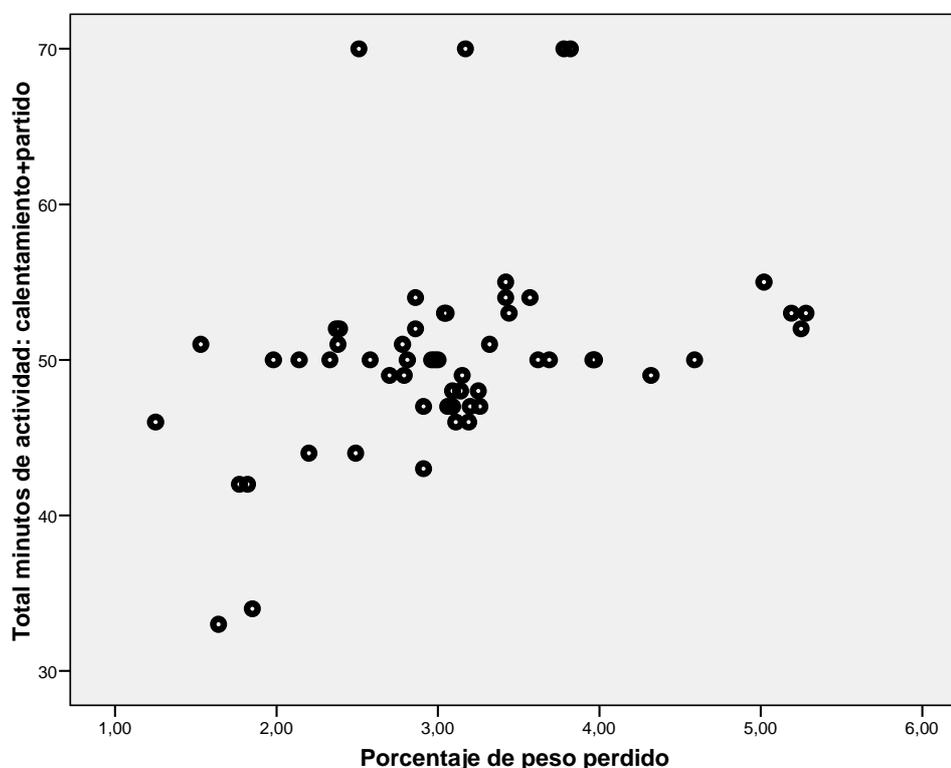


Figura 52. Correlación minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Tabla 77. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Correlaciones

		Total minutos de actividad: calentamiento +partido	Porcentaje de peso perdido
Total minutos de actividad: calentamiento+partido	Correlación de Pearson	1	,365**
	Sig. (bilateral)		,005
	N	57	57
Porcentaje de peso perdido	Correlación de Pearson	,365**	1
	Sig. (bilateral)	,005	
	N	57	57

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 78. Proporción de la varianza explicada de porcentaje de peso perdido Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,365 ^a	,133	,118	,83885

a. Variables predictoras: (Constante), Total minutos de actividad: calentamiento+partido

VI. DISCUSIÓN

Al analizar el peso de los jugadores antes y después de la disputa de los partidos, encontramos diferencias significativas ($p < 0,05$) respecto al peso perdido antes del partido y después del mismo. Así queda reflejado en la tabla de descriptivos de cada uno de los partidos donde el valor de $p \leq 0,05$ en todas las jornadas salvo en una, la número 25, con un valor para $p = 0,069$. Por ello, existe una diferencia significativa en el peso de los jugadores tras la disputa de partidos oficiales de fútbol sala. Esta pérdida de peso está provocada principalmente por la deshidratación y provoca una pérdida del porcentaje de peso, aspecto que analizaremos a continuación.

Sobre deshidratación y esfuerzo físico, el documento de consenso elaborado por Palacios y cols. (2008) y las publicaciones de López y cols. (2008), Roses y Puyol (2006) y Murray (1996) advierten que la deshidratación progresiva durante el ejercicio es frecuente puesto que muchos deportistas no ingieren suficientes fluidos para reponer las pérdidas producidas.

La deshidratación media alcanzada por los jugadores al terminar los partidos fue de $3,07 \pm 0,893\%$, y se sitúa en un rango entre $3,48\%$ de la Jornada 23 y $2,70\%$ de la Jornada 25. En comparación con publicaciones sobre nuestro mismo deporte encontramos, en primer lugar, los resultados obtenidos por Barbero y cols. (2006), donde la media de pérdida de peso corporal obtenidas en los jugadores de su investigación ($1,7 \pm 0,5\%$) fue inferior al mismo parámetro en nuestro estudio ($3,07 \pm 0,893\%$), si bien en dicho estudio los jugadores habían estado sometidos a un programa previo de concienciación sobre la importancia de la ingesta de líquidos, y eran obligados a ingerir 250 ml. de bebida deportiva en el descanso de los partidos.

En un estudio con jugadores de fútbol sala Hamouti y cols. (2007), obtuvieron porcentajes de pérdida de peso de $1,2 \pm 0,3\%$ en jugadores de élite tras una sesión de entrenamiento, resultado inferior al obtenido por nosotros ($3,07 \pm 0,893\%$).

Martins y cols. (2007) obtuvieron valores de $0,43 \pm 0,41\%$ de pérdida de peso corporal tras analizar a 6 jugadores (15-18 años) en un entrenamiento de fútbol sala, siendo este valor inferior al obtenido en nuestra investigación ($3,07 \pm 0,893\%$).

Al comparar con otros deportes colectivos, estudios similares al nuestro nos muestran que el porcentaje de peso perdido por deshidratación por jugadores de fútbol sala ($3,07 \pm 0,893\%$) fue superior al

obtenido en jugadores de baloncesto por Broad y cols. (1996), con un 1% de pérdida de media.

Shirrefs y cols. (2005) obtuvieron porcentajes de pérdida de peso equivalente a $1,59\pm 0,61\%$, tras analizar a jugadores de fútbol en un entrenamiento. Este valor es inferior al obtenido en nuestra investigación ($3,07\pm 0,893\%$). También en situación de entrenamiento, Maughan y cols. (2005), cuantificaron porcentajes de pérdidas de peso inferiores a nuestro estudio (1,62% frente a $3,07\pm 0,893\%$), si bien creemos conveniente destacar que tanto el estudio de Shirrefs como el de Maughan se refieren a entrenamientos y no a situaciones reales de partido como es el caso de nuestra investigación.

En un estudio sobre las pérdidas de peso producidas por deshidratación en jugadores profesionales de fútbol, Salum y Fiamoncini (2006) registraron las diferencias de peso tras un entrenamiento físico – técnico de 2 horas y media de duración. La media de porcentaje de peso perdido por los jugadores fue de $1,28\pm 0,35\%$, inferior a la obtenida en nuestra investigación ($3,07\pm 0,893\%$).

Coelho y cols. (2007) analizaron las respuestas fisiológicas en jugadores de balonmano donde la pérdida de peso tras situaciones de entrenamiento simulando partidos alcanzó un porcentaje de 0,9%, valor inferior al obtenido en nuestra investigación ($3,07\pm 0,893\%$).

El estudio realizado por Zeou y cols. (2008) sobre deshidratación en situación real de competición en jugadores de voley-playa, desprende pérdidas de peso corporal del 0,8% de media, siendo este valor inferior al obtenido en nuestra investigación ($3,07\pm 0,893\%$).

Antes de emitir un juicio respecto al porcentaje de peso perdido alcanzado por los jugadores de nuestro estudio, se ha de comprobar si existe relación entre dicho porcentaje de peso perdido y los efectos fisiológicos que sobre el rendimiento de los jugadores puedan tener. Si atendemos a la tabla estadísticos descriptivos de cada una de las jornadas analizadas, vemos como en las Jornadas 19,23,27 y 29 el 90% de los sujetos terminó el partido con un porcentaje de pérdida de peso superior al 2%, mientras que en las Jornadas 21 y 25 el 90% de los se situaron en valores superiores al 1,25% y 1,5% respectivamente. De hecho, la media de porcentaje de pérdida de peso de los jugadores de nuestro estudio ha sido de $3,07\pm 0,893\%$, lo que conlleva unas consecuencias fisiológicas y una afectación en el rendimiento de los jugadores que analizaremos a continuación.

Para Roses y Pujol (2006), a partir del 1% de pérdida de peso corporal por deshidratación existe una disminución del rendimiento deportivo al aumentar el trabajo cardíaco. Sobre este valor, el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, 1996a) evidenció una disminución del rendimiento aeróbico en climas cálidos (Sawka y cols., 2007). Atendiendo al mismo documento observamos que la deshidratación que provoque valores superiores 2% de pérdida de peso corporal afecta sobre todo al ejercicio aeróbico en climas cálidos, además de disminuir el rendimiento mental y cognitivo. Sin embargo, es a partir del 3% cuando existen riesgos evidentes en el rendimiento, en este caso, para jugadores de fútbol sala por el carácter explosivo de las acciones que desempeñan en un partido. Así, se han observado riesgos de contracturas, calambres y lipotimias (Roses y Pujol, 2006, Palacios y cols., 2008). Del mismo modo, una deshidratación con pérdida de entre 3 y 5% de peso corporal no disminuye la fuerza muscular ni el rendimiento anaeróbico, elementos importantes en el rendimiento en fútbol sala (Sawka y cols., 2007), si bien es a partir del 4% cuando se produce una disminución de la fuerza muscular, aumentando las contracturas y cefaleas.

A partir del 5% con el aumento de la temperatura corporal hasta 39° C se incrementa el riesgo de lesiones musculotendinosas, iniciándose una rápida disminución del rendimiento conjuntamente a la pérdida de peso corporal por deshidratación (Roses y Pujol, 2006, Palacios y cols., 2008).

Teniendo en cuenta los valores obtenidos por los jugadores de nuestro estudio, la pérdida de peso corporal media obtenida ($3,07 \pm 0,893\%$) tendría una respuesta fisiológica resultante en una disminución del rendimiento, ya que una disminución superior al 2% supone una reducción de la capacidad aeróbica (Sawka y cols., 2007), especialmente si el partido se desarrollase en un clima cálido. Sin embargo este nivel no supone reducción de los niveles de fuerza ni de trabajo anaeróbico (Sawka y cols., 2007), si bien las funciones cognitivas se han visto afectadas, ya que al superar el 3% se ve reducida la capacidad de concentración, el tiempo de reacción y la discriminación perceptiva (Observatorio de Hidratación y Salud). De igual manera este valor de deshidratación es relevante para los jugadores de fútbol sala ya que a partir de 3% de pérdida de peso se incrementa el riesgo de contracturas y calambres musculares (Palacios y cols., 2008).

Por último, en relación a los descriptivos obtenidos sobre porcentaje de peso perdido por los jugadores, la variabilidad de los resultados

corroborar una de las conclusiones publicadas por el documento de consenso de Sawka y cols. (2007) donde se afirma que los diferentes porcentajes de pérdida de peso incluso en jugadores que desempeñasen el mismo deporte, demuestran las dificultades para dar una recomendación universal que se ajuste a todos los individuos. Del mismo modo Palacios y cols. (2008), menciona cómo las condiciones fisiológicas individuales interfieren en las necesidades de líquidos de los deportistas, pudiendo éstas verse alteradas por el estado de entrenamiento o puesto específico que ocupen en el campo los jugadores de un mismo equipo o condiciones ambientales.

En relación a las variables de líquido ingerido y minutos jugados, al comparar los niveles de deshidratación de nuestros deportistas en función del volumen total de líquido ingerido y el tiempo total jugado, observamos que la media de tiempo jugado fue de $50,42 \pm 6,88$ minutos, el líquido ingerido por los jugadores fue $1539,14 \pm 276,88$ ml. de media, resultando estos valores en un porcentaje de peso corporal perdido de $3,07 \pm 0,893\%$.

Por lo que respecta a la ingesta de líquidos, el valor medio ha sido de $1539 \pm 276,88$ ml., oscilando entre los 1892,5 de la Jornada 23 y los 1230 ml. consumidos de media de la Jornada 25. Barbero y cols. (2006) calcularon que cada jugador de campo dispone de 7,4 oportunidades para hidratarse *ad libitum*, mientras que, por ejemplo, para el jugador que ocupe la posición de portero, estas oportunidades disminuirán, ya que al no ser sustituidos, solo podrán acceder al banquillo en los tiempos muertos o durante largas interrupciones del juego (descanso entre periodos, lesiones, etc.).

En el reglamento que rige el deporte del fútbol sala (R.F.E.F., 2007) no existe limitación a la ingesta de líquidos por parte de los jugadores durante el juego siempre que se realice fuera del campo y con el reloj parado. De modo que los jugadores pueden ingerir líquidos en cualquier interrupción del juego, cuando sean sustituidos, cuando el entrenador solicite un tiempo muerto y el jugador acuda al banquillo o en el descanso de los partidos. Como ya se ha indicado en el apartado metodología de este estudio, la ingesta por parte de los jugadores era libre.

El análisis de datos de la tabla descriptivos en relación al líquido ingerido, nos muestra como en todos los partidos la ingesta mínima de líquidos por parte de los jugadores fue de 500 ml., pudiéndose observar como en las jornadas 19,23,27 y 29, el 90% de los jugadores ingirieron más de 800 ml. de bebida.

En comparación con el estudio llevado a cabo por Barbero y cols. (2006) en un equipo profesional de fútbol sala, la ingesta de líquidos fue

mayor en nuestro estudio ($1539,14 \pm 276,88$ ml.), si bien, los anteriores autores, no cuantificaron el total de la ingesta, sino que mencionan que en todos los casos los jugadores ingirieron al menos una botella de 500 ml. y en algunas ocasiones incluso más de dos (en total 1000 ml.).

En otro estudio sobre jugadores de élite de fútbol sala, Hamouti y cols. (2007), obtuvieron una media de 800 ml. ingeridos durante un entrenamiento, volumen inferior al obtenido en nuestra investigación ($1539,14 \pm 276,88$ ml.).

Con relación a otros deportes de equipo, en situación real de competición, el estudio de Broad y cols. (1996), calculó un volumen total de líquido ingerido inferior al nuestro, con valores medios de 1080 ml. frente a los $1539,14 \pm 276,88$ ml. de nuestro estudio.

Investigaciones realizadas en 2004 sobre 24 jugadores de la Premier League Inglesa en un entrenamiento de 90 minutos de duración, Maughan y cols. (2004), obtuvieron un total de 971 ± 303 ml., siendo el valor inferior al nuestro ($1539,14 \pm 276,88$ ml.). En otro estudio similar tras un entrenamiento en jugadores de campo (no porteros) amateurs de fútbol, Shirrefs y cols. (2005), obtuvieron una media de 972 ± 335 ml., siendo dicho volumen inferior al obtenido en nuestra investigación ($1539,14 \pm 276,88$ ml.).

Coelho y cols. (2007), aseveraron una media de 611 ± 100 ml. en 14 jugadores de campo de balonmano tras la disputa de un partido de entrenamiento, valor inferior al total de líquido ingerido por los jugadores de nuestro estudio ($1539,14 \pm 276,88$ ml.).

Respecto a los minutos de actividad desarrollada por los jugadores, la media obtenida fue de $50,42 \pm 6,88$ minutos, correspondiendo a una pérdida de $3,07 \pm 0,893\%$ de peso corporal. Hemos de indicar que el tiempo de actividad a se ha obtenido al sumar los 30 minutos de calentamiento al tiempo de juego real. Así, se ha obtenido un valor homogéneo de $50,42 \pm 6,88$ minutos de media, situándose este valor en un rango que oscila entre los 52,63 minutos de la Jornada 25 y los 50 minutos de las Jornadas 19, 23, 27 y 29.

El porcentaje de pérdida de peso es mayor al obtenido por Barbero y cols. (2006). Así, si en nuestro estudio para una media de $50,42 \pm 6,88$ minutos de actividad la pérdida de peso corporal alcanzó un porcentaje de $3,07 \pm 0,893\%$, en el estudio de Barbero y cols. (2006) los jugadores de campo con una media de 20 minutos jugados, perdieron un $2,1 \pm 0,7\%$ de peso corporal en aquellos partidos donde la ingesta de líquidos fue *ad libitum*, y de $1,16\%$ de peso corporal en los partidos que siguieron a un

programa de intervención sobre la necesidad de ingerir líquidos para compensar las pérdidas producidas por la deshidratación. En dicho estudio la medición corresponde únicamente al tiempo de partido, sin incluir calentamiento.

El estudio realizado por Martins y cols. (2007) en entrenamientos de fútbol sala, al analizar las respuestas fisiológicas tras 90 minutos de ejercicio en jugadores jóvenes (15 – 18 años), muestra valores medios de $0,43\pm 0,41\%$ de pérdida de peso corporal. Este valor es inferior al obtenido en nuestro estudio, donde tras $50,49\pm 1,06$ minutos de actividad el porcentaje de pérdida de peso fue de $3,07\pm 0,893\%$. En esta línea, el estudio realizado durante un entrenamiento de jugadores profesionales de fútbol sala, Hamouti y cols (2007) obtuvieron valores de pérdida de peso corporal de $0,8\pm 0,1\%$, si bien en dicho estudio no se especificó el tiempo ni las características del entrenamiento. En este caso el total de pérdida de peso es inferior al alcanzado por los jugadores de nuestro estudio ($3,07\pm 0,893\%$).

Salum y Fiamoncini (2006), llevaron a cabo un estudio en jugadores de fútbol sobre niveles de reposición hídrica tras un entrenamiento físico – técnico de 2 horas y media de duración. En comparación con nuestro estudio la pérdida de peso corporal fue inferior, ya que el porcentaje alcanzado por dichos jugadores fue de $1,28\pm 0,35\%$, frente al $3,07\pm 0,893\%$ obtenido por jugadores de fútbol sala en nuestra investigación.

En este punto, se podría pensar que el factor que determina el nivel de deshidratación alcanzado por los deportistas sea el tiempo de juego. Para determinar la correlación entre la cantidad de minutos jugados y el porcentaje de deshidratación alcanzado, se ha aplicado el coeficiente de correlación de Pearson, alcanzando este coeficiente valores positivos durante todos los partidos, con un rango situado entre 0,570 de la Jornada 27 de máximo y 0,105 de la Jornada 21 de mínimo. Existe una relación positiva, por lo que a más tiempo jugado el jugador pierde más peso por deshidratación. Sin embargo, el análisis estadístico no ofrece diferencias significativas al situarse el valor de p entre 0,789 y 0,086 de las Jornadas 21 y 27 respectivamente, lo que implica que hemos de ser cuidadosos con la interpretación de los resultados del análisis correlacional.

Los resultados obtenidos sobre la relación entre tiempo jugado y porcentaje de peso perdido según el modelo de correlación r oscilan entre el valor máximo de la Jornada 27, de $r^2=0,324$, y el valor mínimo de la Jornada 21, donde $r^2=0,11$. Éste análisis nos indica que en el caso de la

Jornada 27, un 32,4% de la pérdida de peso se explica por la cantidad de minutos jugados, mientras que para el 67,6% restante habría que estudiar otras variables como condiciones ambientales, motivación, nivel de entrenamiento, puesto específico, nivel del adversario, etc.

Hechos relevantes que justifican la necesidad de evaluar los requerimientos individuales de cada jugador para proceder a un programa de intervención eficaz, que posibilite incrementar el rendimiento de una disciplina deportiva.

VII. CONCLUSIONES.

Primera:

La pérdida de peso corporal media provocada por la deshidratación tras la disputa de partidos oficiales en jugadores de fútbol sala ha alcanzado un porcentaje de $3,07 \pm 0,893\%$. Los niveles de deshidratación obtenidos son superiores a estudios similares en situación de entrenamiento, lo que nos lleva a concluir que incluso en valores similares de tiempo de juego la competición supone un factor que incrementa las respuesta fisiológicas y por tanto las necesidades de los jugadores. Además, estos valores suponen una evidente reducción en el rendimiento tanto físico como mental de los jugadores.

La deshidratación alcanzada conlleva consecuencias sobre el rendimiento, ya que el valor de $3,07 \pm 0,893\%$ de peso perdido supone en primer lugar una reducción del rendimiento deportivo al aumentar el trabajo cardíaco, especialmente al verse disminuida la capacidad aeróbica. En segundo lugar, al superar el 3% de deshidratación se produce un aumento en el riesgo de contracturas musculares. Esta disminución del rendimiento físico debe ser minimizada en la medida de lo posible, al tratarse el fútbol sala de una especialidad que demanda una elevada condición física, especialmente en el ámbito del alto rendimiento.

Además de las consecuencias físicas, el porcentaje de peso perdido alcanzado, al ser superior al 3%, provocará en los jugadores un deterioro en funciones cognitivas, tales como la capacidad de concentración, atención y coordinación óculo pédica, junto con una reducción en el tiempo de reacción. Consideramos muy importante ésta consecuencia directa de la deshidratación al ser el fútbol sala un deporte con un componente táctico muy elevado, donde el éxito de las acciones radica, en la mayoría de los casos, en actuar antes y más rápido que el rival.

Es interesante la creación de hábitos de pesaje antes y después de entrenamientos y partidos, para, de este modo, conseguir hacer ver a los jugadores la trascendencia de este dato. Así, será conveniente colocar un documento próximo a la báscula indicando las consecuencias fisiológicas ocasionadas al nivel de porcentaje de peso perdido.

Segunda:

La ingesta de líquido realizada por los jugadores de nuestro estudio no es suficiente para compensar las pérdidas sufridas por deshidratación. A pesar de que los jugadores disponen de numerosas posibilidades de ingerir líquidos, ésta es insuficiente.

A tenor de los resultados es necesaria la creación de hábitos de reposición hídrica que produzcan una adecuada rehidratación del deportista para minimizar un descenso del rendimiento físico y mental. Por ello, es recomendable insistir en la ingesta de líquidos sobre todo en situaciones reales de competición puesto que se ha demostrado cómo los niveles de deshidratación obtenidos en nuestro estudio superan a los observados en deportes similares, donde se han analizado situaciones de entrenamiento.

Los programas de concienciación o estrategias de reposición hídrica deberán estar basados en las características individuales de cada jugador tal y como se desprende de los resultados de nuestro estudio, donde las pérdidas de peso corporal ocasionadas por la deshidratación muestran diferentes valores individuales.

Tercera:

El análisis de las respuestas fisiológicas en jugadores profesionales de fútbol sala demuestra que existe una relación positiva entre tiempo de juego y el porcentaje de peso perdido debido a la deshidratación. Sin embargo, el análisis estadístico entre las variables tiempo de juego y porcentaje de peso perdido no muestra una relación significativa, ya que únicamente cómo máximo un 32,4% del valor de pérdida de peso se explica mediante la cantidad de minutos jugados. Por tanto, a pesar de la correlación positiva entre tiempo de juego y deshidratación, habrá que atender a factores individuales como la ingesta de líquidos, nivel de entrenamiento o motivación, o a factores externos tales como la temperatura y humedad ambientales para explicar las pérdidas de peso provocadas por la deshidratación.

Las condiciones fisiológicas interfieren en las necesidades de líquidos de los deportistas, pudiendo éstas verse alteradas además por elementos ambientales, nivel de entrenamiento o puesto específico que ocupen en el campo los jugadores de un mismo equipo.

Será recomendable atender no sólo a la cantidad de minutos que vayan a jugar cada uno de los componentes de un equipo a la hora de planificar sus necesidades hídricas sino a un análisis previo de las características de cada jugador. Del mismo modo cobra especial interés analizar situaciones reales de competición en los equipos puesto que se ha demostrado cómo las respuestas fisiológicas aumentan al comparar estudios en competición con otros realizados durante entrenamientos.

VIII. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA DE LA INVESTIGACIÓN.

VIII.1. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

Al concluir la presente investigación, es preciso señalar la presencia de diversos factores limitantes que han provocado no poder llevar a cabo la toma de ciertos datos que hubieran permitido haber profundizado más sobre los parámetros fisiológicos estudiados en dicho trabajo. A continuación, reflejamos aquellos obstáculos e inconvenientes hallados en el camino de la presente investigación:

1. La limitación económica ha sido el factor más determinante para poder haber obtenido información más ajustada a parámetros fisiológicos reales sobre niveles de deshidratación y condiciones climatológicas en las cuales fueron desempeñados los partidos analizados. Así no ha sido posible disponer de presupuesto para la compra de dicho material médico y la ayuda de un especialista perteneciente al entorno médico-deportivo.

2. La imposibilidad de adquirir una estación meteorológica de calidad para estudiar las variables de temperatura y humedad relativa.

3. El nivel de estrés, ansiedad, entre otros, al cual se enfrentan los jugadores en el desarrollo de un partido oficial, es otra variable a tener en cuenta en la presente investigación. Sin embargo, debido al alto coste del material médico para la obtención de parámetros bioquímicos, así como la incomodidad para los jugadores el hecho de tener que realizarles extracción de sangre antes y después de cada partido analizado, conllevó su no realización y, por tanto, la pérdida de información de especial interés al respecto, como la que podría haber supuesto en caso de disponer de analizadores de hematocrito u osmolaridad plasmática en sangre entre otros (Bouzas, 2000). Por otro lado, aún no suponiendo gran molestia la toma de muestra en saliva después del partido, tampoco dispusimos del material necesario para ello, por lo que no procedimos a dicha toma.

4. Variables como la distancia recorrida por cada jugador en el campo, intensidad de los desplazamientos realizados, frecuencia cardiaca de cada jugador estudiado, son otras variables de especial interés en la presente tesis doctoral que, por motivos normativos del propio deporte al no permitir el uso de cierto material en los jugadores que van a intervenir en el juego como la toma de la frecuencia cardiaca mediante aparatos de registro telemétricos, hizo imposible su registro.

5. A nivel de tratamiento estadístico, debido al bajo tamaño muestral manejado en la presente investigación, nos vemos obligados a recurrir a estadísticos no paramétricos que, aún siendo el más indicado

para el tratamiento de las variables tratadas en dicha investigación (cuantitativa continua), no deja de dar resultados que hubieran tenido más fuerza estadística si su tratamiento hubiera sido mediante el uso de la estadística paramétrica. Sin embargo, su uso está limitado a cierto tamaño muestral.

6. A la hora de discutir los resultados, hemos encontrado ciertos problemas por no hallar líneas de investigación específicas internacionales sobre el fenómeno de la deshidratación en el deporte analizado teniendo que recurrir, en la mayoría de los casos, a deportes de equipo de cierta similitud (fútbol y baloncesto), sin dejar de lado aquellos estudios realizados en otros deportes con poca relación con el fútbol sala (carrera atlética, ciclismo, etc.).

VIII.2. PROSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN.

Partiendo de los resultados y las conclusiones expuestas en apartados anteriores, se sugieren las siguientes prospectivas de investigación para futuros estudios:

- Una vez comprobadas las afirmaciones de documentos de consenso (Sawka y cols., 2007, Palacios y cols. 2008) respecto a la variabilidad individual en las necesidades hídricas de los deportistas, se plantea una primera prospectiva de investigación de nuestro estudio sobre el análisis de la reposición hídrica y la pérdida de peso corporal producida por deshidratación en función del puesto específico que ocupen en el terreno de juego jugadores de fútbol sala.

- Tras las conclusiones obtenidas por Barbero y cols. (2006) sobre el efecto que un programa de intervención tuvo sobre la reposición hídrica en jugadores profesionales de fútbol sala, incluiremos un estudio de similares características dentro de futuras líneas de investigación.

- En base a las investigaciones realizadas sobre el efecto que sobre el rendimiento tiene la ingesta de bebida deportiva (aquella que contiene carbohidratos y sales) (Coyle y Montain, 1992, Institute of Medicine, 1994, Walsh y cols., 1994) sería interesante, para una futura investigación, analizar la influencia que la ingesta de bebida deportiva tiene sobre el porcentaje de peso perdido por deshidratación en jugadores de fútbol sala.

- Analizar las estrategias de reposición hídrica en jugadores profesionales de fútbol sala durante los entrenamientos, y comparar los resultados con los obtenidos en situación real de competición.

- En relación con la continuidad de nuestro estudio en diferentes grupos de población, otra línea de investigación se centraría en determinar los niveles de deshidratación alcanzados y la reposición hídrica en jugadores de fútbol sala en edad escolar.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Abt, G., Zhou S., Weatherby, R. (1998). The effect of a high carbohydrate diet on the skill performance of midfield soccer players after intermittent treadmill exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 1(4), 203-212.
- Adler, S. (1980). Hyponatremia and rhabdomyolysis: A possible relationship. *The Southern Medical Journal*, 73, 511–513.
- Alter, M.J. (1994). *Sport Stretch: Estiramientos para los deportes*. Madrid: Gymnos.
- Álvarez, J., Corona, P., Jiménez, L., Serrano, E., Manonelles, P. (2001). Perfil cardiovascular en el fútbol sala. Adaptaciones al esfuerzo. *Archivos de Medicina del Deporte. Vol XVIII*, 82, 143-148.
- American College of Sports Medicine. (1996a). ACSM Position Stand on Exercise and Fluid Replacement. *Medicine Science and Sports Exercise*, 28(1),1-7.
- American College of Sports Medicine. (1996b). Position Stand: Heat and cold illnesses during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(12), 1-10.
- Anderson, B. (1978). Regulation of water intake. *Physiological Reviews*, 58, 582-601.
- Andrín, G. (2004). Caracterización de los esfuerzos en el fútbol sala basados en el estudio cinemática y fisiológico de la competición. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, nº 77. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd77/futsal.htm>
- Armstrong, L.E., Costill, D.L., Fink, W.J. (1985). Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17, 456-461.
- 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. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 56, 765–570.
- Armstrong, L.E., Maresh, C.M., Castellani, J.W., Bergeron, M.F., Kenefick, R.W., LaGasse, K.E., Riebe, D. (1994). Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition*, 4, 265–279.

- 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. *Journal of Applied Physiology*, 82, 2028–2035.
- Bachle, L., Eckerson, J., Albertson, L., Ebersole, K., Goodwin, J., Petzel, D. (2001). The effect of fluid replacement on endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 217–224.
- Baird, I.M., Walters, R.L., Davies, P.S., Hill, M.J., Drasar, B.S., Southgate, D.A. (1977). The effects of two dietary fiber supplements on gastrointestinal transit, stool weight and frequency, and bacterial flora, and fecal bile acids in normal subjects. *Metabolism*, 26, 117–128.
- Baker, L.B., Conroy, D.E., Kenney, W.L. (2007). Dehydration impairs vigilance-related attention in male basketball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(6), 976-983.
- Balsom, P.D., Wood, K., Olsson, P., Ekblom, B. (1999). Carbohydrate intake and multiple sprint sports: with special reference to football (soccer). *International Journal of Sports Medicine*, 20(1), 48-52.
- Barbany, J.R. (2002). *Alimentación para el deporte y la salud*. Barcelona: Martínez Roca.
- Barbero, J.C. (2002). *Desarrollo de un sistema fotogramétrico y su sincronización de los registros de frecuencia cardíaca para el análisis de la competición en los deportes de equipo. Una aplicación práctica en fútbol sala*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Barbero, J.C. (2003). Análisis cuantitativo de la dimensión temporal durante la competición en fútbol sala. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 10, 143-163.
- Barbero, J.C. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Science and Medicine*, 126(1), 63-73.
- Barbero, J.C., Barbero, V. (2003). Relación entre consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. *Red: Revista de Entrenamiento Deportivo*, 17 (2), 13-24.
- Barbero, J.C., Castagna, C., Granda, J. (2006). Deshidratación y reposición hídrica en fútbol sala. Efectos de un programa de

- intervención sobre la pérdida de líquidos durante competición. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 17, 97-110.
- Bar-Or, O., Blimkie, C.J., Hay, J.A., MacDougall, J.D., Ward, D.S., Wilson, W.M. (1992). Voluntary dehydration and heat intolerance in cystic fibrosis. *Lancet*, 339, 696–699.
- Bar-Or, O., Dotan, R., Inbar, O., Rotshtein, A., Zonder, H. (1980). Voluntary hypohydration in 10 to 12 year old boys. *The American Physiological Society*, 48, 104-108.
- Barr, S. I., Costill, D.L. (1989). Water: can the endurance athlete get too much of a good thing. *Journal of the American Dietetic Association*, 89, 1629-1635.
- Barr, S.I., Costill, D.L., Fink, W.J. (1991). Fluid replacement during prolonged exercise: Effects of water, saline, or no fluid. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 811–817.
- Bartok, C., Schoeller, D.A., Randall-Clark, R., Sullivan, J.C., Landry, G.L. (2004). The effect of dehydration on wrestling minimum weight assessment. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 160–167.
- Below, P.R., Mora-Rodriguez, R., Gonzalez-Alonso, J., Coyle, E.F. (1995). Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27, 200–210.
- Bergeron, M. F. (2003). Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 19–27.
- Bijlani, R.L., Sharma, K.N. (1980). Effect of dehydration and a few regimes of rehydration on human performance. *Indian Journal of Physiology & Pharmacology*, 24, 255–266.
- 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. *Urologic Clinics of North America*, 18, 501–508.
- Blanc, S., Normand, S., Ritz, P., Pachiaudi, C., Vico, L., Gharib, C., Gauquelin-Koch, G. (1998). Energy and water metabolism, body composition, and hormonal changes induced by 42 days of enforced inactivity and simulated weightlessness. *Journal Of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 83, 4289–4297.

- Blatteis, C.M. (1998). Fever. En: Blatteis, C.M. *Physiology and Pathophysiology of Temperature Regulation*. River Edge, N.J.: World Scientific.
- Bouzas, J.C. (2000). *Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Braver, D.J., Modan, M., Chetrit, A., Lusky, A., Braf, Z. (1987). Drinking, micturition habits, and urine concentration as potential risk factors in urinary bladder cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 78, 437–440.
- Broad, E. M., Burke, L.M., Cox, G.R., Heeley, P., Riley, M. (1996). Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 6, 307–320.
- Brown, A.H. (1947). Dehydration exhaustion. En: Adolph, E.F. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Intersciences Publishers.
- Brown, D., Winter, E.M. (1998). Fluid loss during international standard match-play in squash. En: Lees, A., Maynard, I., Hughes, M., Reilly, T. *Science and Racquet Sports*. London: E & FN Spon.
- 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. *Nutrition and Cancer*, 29, 163–168.
- Buono, M.J., Wall, A.J. (2000). Effect of hypohydration on core temperature during exercise in temperate and hot environments. *European Journal of Physiology*, 440(3), 476-480.
- Burge, C.M., Carey, M.F., Payne, W.R. (1993). Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 1358–1364.
- Burke, L.M. (2006). *Swimming and rowing. Applied Sports Nutrition*. Illinois: Human Kinetics.
- Burke, L.M., Hawley, J.A. (1997) Fluid balance in team sports. Guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, 24, 38-54.
- Burke, L.M., Wood, C., Pyne, D.B., Teleford, R.D., Saunders, P.U. (2005). Effect of carbohydrate intake on half-marathon performance of well-

- trained runners. *Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism*, 15, 573–589.
- Butte, N.F., Wong, W.W., Patterson, B.W., Garza, C., Klein, P.D. (1988). Human-milk intake measured by administration of deuterium oxide to the mother: A comparison with the test-weighing technique. *American Journal of Clinical Nutrition*, 47, 815–821.
- Caldwell, J.E., Ahonen, E., Nousiainen, U. (1984). Differential effects of sauna-diuretic and exercise-induced hypohydration. *Journal of Applied Physiology*, 57, 1018–1023.
- Candas, V., Libert, J.P., Bradenberger, G., Sagot, J.C., Khan, J.M. (1988). Thermal and circulatory responses during prolonged exercise at different levels of hydration. *Journal of Physiology*, 83(1), 11-18.
- Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S., Roberts, W.O., Stone, J.A. (2000). National Athletic Trainers' Association position statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, 35, 212–224.
- Casa, D.J., Clarkson, P.M., Roberts, W.O. (2005). American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Current Sports Medicine Reports*, 4, 115–127.
- Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F.M., Abt, G.A., Coutts, A.J., D'Ottavio, S. (2007) Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 89-95.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda, J., Barbero, J.C. (en prensa). Match demands of professional futsal: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
- Cheung, S.S., McLellan, T.M. (1998). Influence of hydration status and fluid replacement on heat tolerance while wearing NBC protective clothing. *European Journal of Applied Physiology*, 77, 139–148.
- Cheuvront, S.N., Carter, R., Montain, S.J., Sawka, M.N. (2004). Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14, 532–540.
- Cheuvront, S.N., Carter, R., Sawka, M.N. (2003). Fluid balance and endurance exercise performance. *Current Sports Medicine Reports*, 2, 202–208.

- Cheuvront, S.N., Haymes, E.M. (2001). Thermoregulation and marathon running: Biological and environmental influences. *Sports Medicine*, 31, 743–762.
- Cheuvront, S.N., Haymes, E.M., Sawka, M.N. (2002). Comparison of sweat loss estimates for women during prolonged high-intensity running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 1344–1350.
- Cian, C., Barraud, P.A., Merlin, B., Raphael, C. (2001). Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *The International Journal of Psychophysiology*, 42(3), 243-251.
- Cian, C., Koulmann, N., Barraud, P.A., 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. *International Journal of Psychophysiology*, 14, 29–36.
- Clark, B.A., Elahi, D., Fish, L., McAloon-Dyke, M., Davis, K., Minaker, K.L., Epstein, F.H. (1991). A trial natriuretic peptide suppresses osmostimulated vasopressin release in young and elderly humans. *American Journal of Physiology*, 261, 252–256.
- Coelho, J., Aparecido de Souza, R., Barbosa, D., De Oliveira, A. (2007). Effects of a handball match on the hydration status of amateur athletes. *Journal of Fitness and Performance*, 6(2), 121-125.
- Consolazio, C.F., Johnson, R.E., Pecora, L.J. (1963). *Physiological Measurements of Metabolic Functions in Man*. New York: McGraw-Hill.
- Consolazio, C.F., Matoush, L.O., Johnson, H.L., Nelson, R.A., Krzywicki, H.J. (1967). Metabolic aspects of acute starvation in normal humans (10 days). *American Journal of Clinical Nutrition*, 20, 672–683.
- Cox, G.R., Broad, E.M., Riley, M.D., Burke, L.M. (2002). Body mass changes and voluntary fluid intakes of elite level water polo players and swimmers. *Journal of Science and Medicine in sport*, 5(3), 183-193.
- Coyle, E.F. (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22, 39–55.
- Coyle, E.F., Montain, S.J. (1992). Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: are there trade-offs?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 671–678.

- Cummings, J.H., Hill, M.J., Jenkins, D.J., Pearson, J.R., Wiggins, H.S. (1976). Changes in faecal composition and colonic function due to cereal fibre. *American Journal of Clinical Nutrition*, 29, 1468–1473.
- D'Anci, K.E., Constant, F., Rosenberg, I.H. (2006). Hydration and cognitive function in children. *Nutrition Reviews*, 64, 457-464.
- Department of Physical Education, Federal University of Vicosa, Brazil. (2007). The influence of water versus carbohydrate-electrolyte hydration on blood components during 16 km. military march. *Military Medicine*, 172(1), 79-82.
- Díaz, J.A. (1997). *Teoría y práctica del entrenamiento deportivo (Fútbol-Sala)*. Madrid: Real Federación Española de Fútbol.
- Díaz, J.A., García, J.J. (2002). *Preparación física en alta competición*. Madrid: Federación Madrileña de Fútbol Sala.
- Downey, D., Seagrave, R.C. (2000). Mathematical modeling of the human body during water replacement and dehydration: body water changes. *Annals of Biomedical Engineering*, 28(3), 278-290.
- Durkot, M.J., Martinez, O., Brooks-McQuade, D., Francesconi, R. (1986). Simultaneous determination of fluid shifts during thermal stress in a small-animal model. *Journal of Applied Physiology*, 61, 1031–1034.
- Echegaray, M., Armstrong, L.E., Maresh, C.M., Riebe, D., Kenefick, R.E., Castellani, J.W., Kavouras, S.A., Casa, D.J. (2001). Blood glucose responses to carbohydrate feeding prior to exercise in the heat: effects of hypohydration and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(1), 72-83.
- Engell D.B., Maller O., Sawka M.N., Francesconi R.N., Drolet L., Young A.J. (1987). Thirst and fluid intake following graded hypohydration levels in humans. *Physiology and Behavior*, 40, 229–236.
- Epstein, M. (1985). Aging and the kidney: Clinical implications. *American Family Physician*, 31, 123–137.
- Epstein, Y., Keren, G., Moisseiev, J., Gasko, O., Yachin, S. (1980). Psychomotor deterioration during exposure to heat. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 51, 607–610.
- European Comisión. Report of the Scientific Comité on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen. Disponible en: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out64_en.pdf

- Falk, B., Bar-Or, O., Calvert, R., MacDougall, J.D. (1992). Sweat gland response to exercise in the heat among pre, mid, and late pubertal boys. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 313–319.
- Fallowfield, J.L., Williams, C., Booth, J., Choo, B.H., Grows, S. (1996). Effect of water ingestion on endurance capacity during prolonged running. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14, 497–502.
- Febbraio, M.A., Parkin, J.A., Baldwin, L., Zhao, S., Carey, M.F. (1995). Metabolic indices of fatigue in prolonged exercise at different ambient temperatures. En: *Dehydration, Rehydration and Exercise in the Heat*. Nottingham, England, 17. (poster).
- Fitzsimons, J.T. (1976). The physiological basis of thirst. *Kidney International*, 10, 3–11.
- Fomon, S.J. (1967). Body composition of the male reference infant during the first year of life. *Pediatrics*, 40, 863–870.
- Fortney, S.M., Nadel E.R., Wenger C.B., Bove J.R.(1981). Effect of blood volume on sweating rate and body fluids in exercising humans. *Journal of Applied Physiology*, 51, 1594–1600.
- Fortney, S.M., Wenger C.B., Bove J.R., Nadel E.R. (1984). Effect of hyperosmolality on control of blood flow and sweating. *Journal of Applied Physiology*, 57, 1688–1695.
- Fox, E., Bowers R., Fos M. (1991). *Bases fisiológicas da Educação Física e Desportos*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Francesconi, R.P., Hubbard, R.W., Szlyk, P.C., Schnakenberg, D., Carlson, D., Leva, N., Sils, I., Hubbard, L., Pease, V., Young, J., Moore D. (1987). Urinary and hematologic indexes of hypohydration. *Journal of Applied Physiology*, 62, 1271–1276.
- Freund B.J., Montain S.J., Young A.J., Sawka M.N., DeLuca J.P., Pandolf K.B., Valeri C.R. (1995). Glycerol hyperhydration: hormonal, renal, and vascular fluid responses. *Journal of Applied Physiology*, 79, 2069–2077.
- Freund, B.J., Young, A.J. (1996). Environmental influences on body fluid balance during exercise: Cold exposure. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press, 159–181.
- Fritzsche, R.G., Switzer, T.W., Hodgkinson, B.J., Lee, S.H., Martian, J.C., Coyle E.F. (2000). Water and carbohydrate ingestion during

- prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *Journal of Applied Physiology*, 88, 730–737.
- Fusch, C., Gfrorer, W., Dickhuth, H.H., Moeller, H. (1998). Physical fitness influences water turnover and body water changes during trekking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 704–708.
- Galloway, S.D. (1999). Dehydration, rehydration, and exercise in the heat: rehydration strategies for athletic competition. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24(2), 188-200.
- García, J.J. (2002). Control y evaluación del rendimiento físico en fútbol sala. En: Zabala, M., Chirrosa, I.J., Chirrosa, L., Viciano, J. *Tecnología y metodología científica aplicada al control y evaluación del rendimiento deportivo*. Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Granada.
- García, J.M., Navarro, M., Ruiz, J.A. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones*. Madrid: Gymnos.
- García, J.M., Navarro, M, Ruiz, J.A., Martín, R. (1998). *La velocidad*. Madrid: Gymnos.
- Gehi, M.M., Rosenthal, R.H., Fizette, N.B., Crowe, L.R., Webb, W.L. (1981). Psychiatric manifestations of hyponatremia. *Psychosomatics*, 22, 739–743.
- Glace, B.W., Murphy, C.A., McHugh, M.P. (2002). Food intake and electrolyte status of ultramarathoners competing in extreme heat. *Journal of the American College of Nutrition*, 21(6), 553-559.
- Godek, S. F., Bartolozzi, A.R., Godek, J.J. (2005). Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 205–211.
- Godek, S.F., Bartolozzi, A.R., Burkholder, R., Sugarman, E., Dorshimer, G. (2006). Core temperature and percentage of dehydration in professional football linemen and backs during preseason practices. *Journal of Athletic Training*, 41(1), 8-17.
- Goellner, M.H., Ziegler, E.E., Formon, S.J. (1981). Urination during the first three years of life. *Nephron*, 28, 174–178.
- Gonzalez-Alonso, J., Mora-Rodriguez, R., Below, P.R., Coyle, E.F. (1997). Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1229–1236.

- González-Gross, M., Ortega, R.M., Requejo, A.M., Herrador, M.A., Chueca, P., Pérez, J.J. (1998). Hábitos dietéticos y de hidratación en jugadores de fútbol y baloncesto. *Revista Española de Medicina de la Educación Física y el Deporte*, 7(2), 71-76.
- Gopinathan, P.M., Pichan, G., Sharma, V.M. (1988). Role of dehydration in heat stress-induced variations in mental performance. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 43, 15–17.
- Gozalo, J.M., Montero, F., Alcázar, A., Arístegui, A., Palantzas, E., Abella, M.C., Aranda, F., Igea, J.M., Sampedro, J., Moraga, M. (2001). *Fútbol Sala: Pasado, Presente y Futuro*. Madrid: Gymnos.
- Grandjean, A.C., Campbell, S.M. (2004). *Hidratación: Líquidos para la vida*. México: ILSI.
- Grandjean, A.C., Reimers, K.J., Buyckx, M.E. (2003). Hydration: Issues for the 21st Century. *Nutrition Reviews*, 61(8), 261-271.
- Green, H.J., Duhamel, T.A., Foley, K.P., Ouyang, J., Smith, I.C., Stewart, R.D. (2007). Glucose supplements increase human muscle in vitro Na⁺ K⁺ ATPase activity during prolonged exercise. *American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293, 354-362.
- Greenleaf, J.E., Morimoto, T. (1996). Mechanisms controlling fluid ingestion: Thirst and drinking. En: Buskirk, E.R., Puhl, S.M. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, F.L.: CRC Press.
- Greenleaf, J.E. (1992). Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 645–656.
- Greenleaf, J.E., Bernauer, E.M., Juhos, L.T., Young, H.L., Morse, J.T., Staley, R.W. (1977). Effects of exercise on fluid exchange and body composition in man during 14 day bed rest. *Journal of Applied Physiology*, 43, 126–132.
- Greenleaf, J.E., Looft-Wilson, R., Wisherd, J.L., Jackson, C.G., Fung, P.P., Ertl, A.C., Barnes, P.R., Jensen, C.D., Whittam, J.H. (1998). Hypervolemia in men from fluid ingestion at rest and during exercise. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 69(4), 374-386.
- Greenleaf, J.E., Looft-Wilson, R., Wisherd, J.L., McKenzie, M.A., Jensen, C.D., Whittam, J.H. (1997). Pre-exercise hypervolemia and cycle ergometer endurance in men. *Biology of Sport*, 14(2), 103-114.

- 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. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 284–288.
- Grucza, R., Szczypaczewska, M., Kozlowski, S. (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 603–607.
- Gudivaka, R., Schoeller, D.A., Kushner, R.F., Bolt, M.J. (1999). Single and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *Journal of Applied Physiology*, 87, 1087-1096.
- Gunga, H.C., Mailliet, A., Kirsch, K., Rocker, L., Gharib, C., Vaernes, R. (1993). Water and salt turnover. *Advances in Space Biology and Medicine*, 3, 185–200.
- Guyton, A.C. (1983). *Fisiología Humana*, (5ª ed.). México: Interamericana.
- Hackney, A.C., Coyne, J.T., Pozos, R., Feith, S., Seale, J. (1995). Validity of urine-blood hydration measures to assess total body water changes during mountaineering in the Sub-Arctic. *Archives of Medical Research*, 54(2), 69-77.
- Hamouti, N., Estévez, E., Del Coso, J., Mora, R. (2007). Fluid balance and sweat sodium concentration in elite indoor team sport players during training. Comunicación presentada en 12th Annual Congress of the ECSS, 11-14 July 2007, Jyväskylä, Finland.
- Hancock, P.A. Heat stress impairment of mental performance: A revision of tolerance limits. (1981). *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 52, 177–180.
- Hancock, P.A., Vasmatazidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *International Journal of Hyperthermia*, 19, 355–372.
- Hawley, J.A., Dennis, S.C., Noakes, T.D. (1994). Carbohydrate, fluid, and electrolyte requirements of the soccer player: a review. *International Journal of Sport Nutrition*, 4, 221-236.
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Barcelona: Paidotribo.
- Hernández, J. (2001). Análisis de los parámetros espacio y tiempo en el fútbol sala. La distancia recorrida, el ritmo y dirección del desplazamiento del jugador durante un encuentro de competición. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 65, 32-44.

- Hubbard R.W., Sándwich, B.L., Matthew, W.T., Francesconi, R.P., Sampson J.B., Durkot, M.J., Maller, O., Engell, D.B. (1984). Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *Journal of Applied Physiology*, 57, 868–873.
- Hubbard, R.W., Szlyk, P.C., Armstrong, L.E. (1990). Influence of thirst and fluid palatability on fluid ingestion during exercise. En: Gisolfi, C.V., Lamb, D.R. *Perspectives in exercise science and sports medicine. Vol.3: Fluid homeostasis during exercise*. Indianapolis: Benchmark Press.
- Institute of Medicine. (1994). Fluid Replacement and Heat Stress. En: *Dietary references intakes for water, sodium, chloride, potassium and sulphate*. Washington: National Academy Press.
- Institute of Medicine. (2005). Water. En: *Dietary references intakes for water, sodium, chloride, potassium and sulphate*. Washington: National Academy Press.
- Jacobs, I. (1980). The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate Anaerobic Test. *International Journal of Sports Medicine*, 1, 21–24.
- Jentjens, R.L., Shaw, C., Birtles, T., Waring, R.H., Harding, L.E., Jeukendrup, A.E. (2005). Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise. *Metabolism*, 54, 610–618.
- Jung, A.P., Dale, R.B., Bishop, P.A. (2007). Ambient temperature beverages are consumed at a rate similar to chilled water in heat-exposed workers. *The Journal of Occupational and Environmental Higiene*, 4, 54-57.
- 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. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 42, 79–87.
- Kleiner, S.M. (1999). Water and essential but overlooked nutrient. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(2), 200-206.
- Kriemler, S., Wilk, B., Schurer, W., Wilson, WM., Bar-Or, O. (1999). Preventing dehydration in children with cystic fibrosis who exercise in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 774–779.
- Kristal-Boneh, E., Glusman, J.G., Chaemovitz, C., Cassuto, Y. (1988). Improved thermoregulation caused by forced water intake in human desert dwellers. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 220–224.

- Kushner, R.F., Schoeller, D.A. (1986). Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 44, 417–24.
- Kushner, R.F., Schoeller, D.A., Fjeld, C.R., Danford, L. (1992). Is the impedance index (ht^2/R) significant in predicting total body water?. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 835–839.
- Latzka, W.A., Sawka, M.N., Montain, S.J. (1997). Hyperhydration: thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 83, 860–866.
- Latzka, W. A., Sawka, M.N. Montain, S.J. (1998). Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1858–1864.
- Latzka, W.A., Sawka, M.N., Montain, S.J., Skrinar, G.S., Fielding, R.A., Matott, R.P., Pandolf, K.B. (1997). Hyperhydration: Thermoregulatory effects during compensable exercise-heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 83, 860–866.
- 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. *American Heart Journal*, 124, 1533–1540.
- Leiper, J.B., Carnie, A., Maughan, R.J. (1996). Water turnover rates in sedentary and exercising middle aged men. *British Journal of Sports Medicine*, 30, 24–26.
- Leiper, J.B., Pitsiladis, Y., Maughan, R.J. (2001). Comparison of water turnover rates in men undertaking prolonged cycling exercise and sedentary men. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 181-185.
- Leoni, G.B., Pitzalis, S., Podda, R., Zanda, M., Silvetti, M., Caocci, L., Cao, A., Rosatelli, M.C. (1995). A specific cystic fibrosis mutation (T338I) associated with the phenotype of isolated hypotonic dehydration. *Journal of Pediatrics*, 127, 281–283.
- López, J., Martínez, A.B., Luque, A., Villegas, J.A. (2008). Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración. *Archivos de Medicina del Deporte*, 25(123), 435-444.
- Luft, F.C., Fineberg, N.S., Sloan, R.S., Hunt, J.N. (1983). The effect of dietary sodium and protein on urine volume and water intake. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 101, 605–610.

- Lyons, T.P., Reidesel, M.L., Meuli, L.E., Chick, T.W. (1990). Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 477–483.
- Maresh, C.M., Bergeron, M.F., Kenefick, R.W., Castellani, J.W., Hoffman, J.R., Armstrong, L.E. (2001). Effect of overhydration on time-trial swim performance. *Journal of Strength and Conditional Research*, 15, 514–518.
- Martins, M., Aparecida, J., Kleverson, J., Works, R.H., Wagner, R, Bohn Zandoni, J.H., Coppi Navarro, A. (2007). A desidratação corporal de atletas amadores de futsal. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 1(5), 24-36.
- Maughan, R.J, Gleeson, M. (2004). *The Biochemical Bases of Sports Performance*. Oxford: Oxford University Press.
- Maughan, R.J., Griffin, J. (2003). Caffeine ingestion and fluid balance: a review. *Journal of Human Nutrition and Dietetic*, 16, 411-420.
- Maughan, R.J., Leiper, J. B. (1995). Sodium intake and post-exercise rehydration in man. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(4), 311-319.
- Maughan, R.J., Leiper, J.B., Shirreffs, S.M. (1996). Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: Effects of food and fluid intake. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73, 317–325.
- Maughan, R.J., Merson, S.J., Broad, N.P., Shirreffs, S.M. (2004). Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14(3), 333-346.
- Maughan, R.J., Owen, J.H., Shirreffs, S.M., Leiper, J.B. (1994). Post-exercise rehydration in man: effects of electrolyte addition to ingested fluids. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 69(3), 209-215.
- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M. (1998). Dehydration, rehydration and exercise in the heat: concluding remarks. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 167-168.
- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M., Merson, S.J., Horswill, C.A. (2005). Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *Journal of Sports Science and Medicine*, 23, 73–79.

- McConell, G.K., Burge, C.M., Skinner, S.L., Hargreaves, M. (1997). Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Pshysiologyca Scandinavica*, 160,149–156.
- McGregor, S.J., Nicholas, C.W., Lakomy, H.K., Williams, C. (1999). The influence of intermittent high intensity shuttle running and fluid ingestion on performance of a soccer skill. *The Journal of Sports Science*, 17(11), 895-903.
- McLellan, T.M., Cheung, S.S., Latzka, W.A., Sawka, M.N., Pandolf, K.B., Millard, C.E., Withey, W.R. (1999). Effects of dehydration, hypohydration, and hyperhydration on tolerance during uncompensable heat stress. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24(4), 349-361.
- Menz, F., Wentz, A. (2005). The importance of good hydration for the prevention of chronic disease. *Nutrition Reviews*, 63, 2-5.
- Miescher, E., Fortney, S.M. (1989). Responses to dehydration and rehydration during heat exposure in young and older men. *AJP-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 257(5), 1050–1056.
- Minehan, M.R., Riley, M.D., Burke, L.M. (2002). Effect of flavour and awareness of kilojoule content of drinks on preference and fluid balance in team sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 12, 81-92.
- Mitchell, J.B., Nadel, E.R., Stolwijk, J.A. (1972). Respiratory weight losses during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 32,474–476.
- Mitchell, J.B., Voss, K.W. (1991). The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23, 314–319.
- Mittleman, K.D. (1996). Influence of angiotensin II blockade during exercise in the heat. *European Journal of Applied Phsysiology and Ocupational Physiology*, 72, 542–547.
- Montain, S.J., Chevront, S.N., Sawka, M.N. (2006). Exercise-associated hyponatremia: quantitative analysis for understand the aetiology. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 98–106.
- Montain, S.J., Coyle, E.F. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 73, 1340–1350.

- Montain, S.J., Laird, J.E., Latzka, W.A., Sawka, M.N. (1997). Aldosterone and vasopressin responses in the heat: Hydration level and exercise intensity effects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29, 661–668.
- Montain, S.J., Latzka, W.A., Sawka, M.N. (1995). Control of thermoregulatory sweating is altered by hydration level and exercise intensity. *Journal of Applied Physiology*, 79, 1434–1439.
- Montain, S.J., Sawka, M.N., Cadarette, B.S., Quigley, M.D., McKay, J.M. (1994). Physiological tolerance to uncompensable heat stress: Effects of exercise intensity, protective clothing, and climate. *Journal of Applied Physiology*, 77, 216–222.
- Montain, S.J., Sawka, M.N., Latzka, W.A., Valeri, C.R. (1998a). Thermal and cardiovascular strain from hypohydration: Influence of exercise intensity. *International Journal of Sports Medicine*, 19, 87–91.
- Montain, S.J., Sawka, M.N., Wenger, C.B. (2001). Hyponatremia associated with exercise: Risk factors and pathogenesis. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 29, 113–117.
- Montain, S.J., Smith, S.A., Mattot, R.P., Zientara, G.P., Jolesz, F.A., Sawka, M.N. (1998b). Hypohydration effects on skeletal muscle performance and metabolism: A ³¹P-MRS study. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1889–1894.
- Montner, P., Stark, D.M., Riedesel, M.L., Murata, G., Robergs, R., Timms, M., Chick, T.W. (1996). Pre-exercise glycerol hydration improves cycling endurance time. *International Journal of Sports Medicine*, 17, 27–33.
- Morgan, R.M., Patterson, M.J., Nimmo, M.A. (2004). Acute effects of dehydration on sweat composition in men during prolonged exercise in the heat. *Acta Physiologica Scandinavica*, 182(1), 37–43.
- Morimoto, A., Murakami, N., Ono, T., Watanabe, T. (1986). Dehydration enhances endotoxin fever by increased production of endogenous pyrogen. *American Journal of Physiology*, 251, 41–47.
- Moroff, S.V., Bass, D.E. (1965). Effects of over-hydration on man's physiological responses to work in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 20, 267–270.
- Murray, R. (1996). Deshidratación, hipertermia y deportistas: ciencia y práctica. *Journal of Athletic Training*, 31(3), 248–252.

- Nadel, E.R., Fortney, S.M., Wenger, C.B. (1980). Effect of hydration state on circulatory and thermal regulations. *Journal of Applied Physiology*, 49, 715–721.
- Navarro, F. (1998). *La Resistencia*. Madrid: Gymnos.
- Neil, J., Salkind, N.J. (1997). *Métodos de investigación*, (3ª ed.). México: Prentice Hall.
- Neufer, P.D., Sawka, M.N., Young, A.J., Quigley, M.D., Latzka, W.A., Levine, L. (1991). Hypohydration does not impair skeletal muscle glycogen resynthesis after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 70, 1490–1494.
- Neufer, P.D., Young, A.J., Sawka, M.N. (1989a). Gastric emptying during exercise: Effects of heat stress and hypohydration. *European Journal of Applied Physiology*, 58, 433–439.
- Neufer, P.D., Young, A.J., Sawka, M.N. (1989b). Gastric emptying during walking and running: Effects of varied exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 58, 440–445.
- Newburgh, L.H., Woodwell, M., Falcon-Lesses, M. (1930). Measurement of total water exchange. *Journal of Clinical Investigation*, 8, 161–196.
- Nicholas, C.V., Tsintzas, K., Boobis, L., Williams, C. (1999). Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(9), 1280-1286.
- Nielsen, B., Savard, G., Richter, E.A., Hargreaves, M., Saltin, B. (1990). Muscle blood flow and muscle metabolism during exercise and heat stress. *Journal of Applied Physiology*, 69(3), 1040-1046.
- Noakes, T.D. (2002). Hyponatremia in distance runners: Fluid and sodium balance during exercise. *Current Sports Medicine Reports*, 4, 197–207.
- Norton, K., Whittingham, N., Carter, L., Kerr, D., Gore, C., Marfell-Jones, M. (1996). Measurement techniques in anthropometry. En: Norton, K., Olds, T. *Antropométrica*. Sydney: UNSW.
- Nose, H., Mack, G.W., Shi, X., Nadel, E.R. (1988). Role of osmolality and plasma volume during re-hydration in humans. *Journal of Applied Physiology*, 65, 325–331.
- Nose, H., Morimoto, T., Ogura, K. (1983). Distribution of water losses among fluid compartments of tissues under thermal dehydration in the rat. *Japanese Journal of Physiology*, 33, 1019–1029.

- O'Brien, C., Baker-Fulco, C.J., Young, A.J., Sawka, M.N. (1999). Bioimpedance assessment of hypohydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 1466–1471.
- O'Brien, C., Freund, B.J., Sawka, M.N., McKay, J., Hesslink, R.L., Jones, T.E. (1996). Hydration assessment during cold-weather military field training exercises. *Arctic Medical Research*, 55, 20–26.
- O'Brien, C., Montain, S.J. (2003). Hypohydration effect on finger skin temperature and blood flow during cold-water finger immersion. *Journal of Applied Physiology*, 94, 598–603.
- O'Brien, C., 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. *Military Medicine*, 166, 405–410.
- O'Brien, C., Young, A.J., Sawka, M.N. (1998). Hypohydration and thermoregulation in cold air. *Journal of Applied Physiology*, 84, 185–189.
- Observatorio de hidratación y salud. Hidratación en temporadas de esfuerzo intenso. Disponible en: www.hidratacionysalud.es/estudios/esfuerzo_mental.pdf
- Owen, M.D., Kregel, K.C., Wall, P.T., Gisolfi, C.V. (1986). Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18, 568-575.
- Palacios, N., Franco, L., Manonelles, P., Manuz, B., Villegas, J.A. (2008). Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 126(25), 245-258.
- Passe, D.H., Horn, M., Murray, R. (1997). The effect of beverage carbonation on sensory responses and voluntary fluid intake following exercise. *International Journal of Sport Nutrition*, 7, 286-297.
- Passe, D.H., Horn, M., Murray, R. (2000). Impact of Beverage acceptability on fluid intake during exercise. *Appetite*, 35, 219-229.
- Pérez, O. (2005). A práctica do Fútbol Sala en Lugo. *Lucensia: miscelánea de cultura e investigación*, 31(15), 367-376.
- Petri, N.M., Dropulic, N., Kardum, G. (2006). Effects of voluntary fluid intake deprivation on mental and psychomotor performance. *Croatian Medical Journal*, 47(6), 855-861.

- Phillips, P.A., Rolls, B.J., Ledingham, J.G., Forsling, M.L., Morton, J.J., Crowe M.J., Wollner, L. (1984). Reduced thirst after water deprivation in healthy elderly men. *New England Journal of Medicine*, 311, 753–759.
- Pichan, G., Gauttam, R.K., Tomar, O.S., Bajaj, A.C. (1988). Effect of primary hypohydration on physical work capacity. *International Journal of Biometeorology*, 32, 176–180.
- Pinto, E.C., De Barros, M.M., Brandão, R.A. (2006). Comparative study of the oxygen consumption and anaerobic threshold in a progressive exertion test in professional and indoor soccer athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 6(12), 323-326.
- Popowski L.A., Oppliger R.A., Lambert G.P., Johnson R.F., Johnson A.K., Gisolf, C.V. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 747–753.
- Purvis, A.J., Cable, N.T. (2002). The effects of phase controls materials on hand skin temperature within globes of soccer goalkeepers. En: Reilly, T., Greeves, J. *Advances in Sport, Leisure and Ergonomics*. United Kingdom: Routledge.
- Raman, A., Schoeller, D.A., Subar, A.F., Troiano, R.P., Schatzkin, A., Harris, T., Bauer, D., Bingham, S., Everhart, J., Newman, A.B., Tylavsky, F.A. (2004). Water turnover in 458 US adults 40–79 years of age. *American Journal of Physiology – Renal Physiology*, 286, 394–401.
- Real Federación Española de Fútbol. (2007). *Reglas del juego de fútbol sala*. Madrid.
- Rehrer, N.J. (2001). Fluid and electrolyte balance in ultraendurance sport. *Sports Doctor and Medicine*, 31, 701-715.
- Rehrer, N.J., Beckers, E.J., Brouns, F., Ten Hoor, F., Saris, W.H. (1990). Effects of dehydration on gastric emptying and gastrointestinal distress while running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 22, 790–795.
- Rehrer, N.J., Brouns, F., Beckers, E.J., Ten Hoor, F., Saris, W.H. (1990). Gastric emptying with repeated drinking during running and bicycling. *International Journal of Sports Medicine*, 11(3), 238-243.
- Rehrer, N.J., Wagenmakers, A.J., Beckers, E.J., Halliday, D., Leiper, J.B., Brouns, F., Maughan, R.J., Westerterp, K., Saris, W.H. (1992).

- Gastric emptying, absorption and carbohydrate oxidation during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*, 72(2), 468-475.
- Remick, D., Chancellor, K., Pederson, J., Zambraski, E.J., Sawka, M.N., Wenger, C.B. (1998). Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers North Carolina, Wisconsin and Michigan, November–December 1997. *Morbidity and Mortality Weekly Report* , 47, 105–108.
- Richmond, C.A. (2001). Effects of hydration on febrile temperature patterns in rabbits. *Biological Research for Nurses*, 2, 277–291.
- Rico-Sanz, J., Frontera, W.R., Rivera, M., Rivera-Brown, A.M., 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. *International Journal of Sports Medicine*, 17(2), 85-91.
- Ritz P., Berrut G. (2005). The importance of good hydration for day-to-day health. *Nutrition. Reviews*, 63, 6-13.
- Riveiro, J.E. (2000). *La preparación física del Fútbol Sala*. Sevilla: Wanceulen.
- Rivera-Brown, A.M., Gutierrez, R., Gutierrez, J.C., Frontera, W.R., Bar-Or O. (1999). Drink composition, voluntary drinking, and fluid balance in exercising, trained, heat-acclimatized boys. *Journal of Applied Physiology*, 86, 78–84.
- Robinson, T.A., Hawley, J.A., Palmer, G.S., Wilson, G.R., Gray, D.A., Noakes, T.D., Dennis, S.C. (1995). Water ingestion does not improve 1-h cycling performance in moderate ambient temperatures. *European Journal Applied Physiology*, 71, 153–160.
- Rodahl, K. (2003). Occupational health conditions in extreme environments. *Annals Of Occupational Hygiene*, 47, 241–252.
- Roses, J.M. Pujol, P. (2006). Hidratación y Ejercicio Físico. *Apunts de Medicina del Deporte*, 150, 70-77.
- Ryan, A.J., Lambert, G.P., Shi, X., Chang, R.T., Summers, R.W., Gisolfi, C.V. (1998). Effect of hypohydration on gastric emptying and intestinal absorption during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 84, 1581–1588.
- Saltin, B. (1964). Aerobic and anaerobic work capacity after dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 19, 1114–1148.

- Salum, A., Fiamoncini, R.L. (2006). Controle de peso corporal por desidratação de atletas profissionais de futebol. *Revista de Educação Física y Deportes*, 10 (92). Disponible en: www.efdeportes.com/efd92/desidrat.htm
- Sawka, M.N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: Exercise performance and thermoregulation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 657–670.
- Sawka, M.N., Burke, L., Eichner, E., Maughan, R., Montain, S., Stachenfeld, N. (2007). American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 377-390.
- Sawka, M.N., Cheuvront, S.N., Carter, R. (2005). Human water needs. *Nutrition Reviews*, 63(6), 30-39.
- Sawka, M. N., Coyle, E.F. (1999). Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 27, 167–218.
- Sawka, M.N., Francesconi, R.P., Pimental, N.A., Pandolf, K.B. (1984a) Hydration and vascular fluid shifts during exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 56, 91–96.
- Sawka, M.N., Francesconi, R.P., Young, A.J., Pandolf, K.B. (1984b). Influence of hydration level and body fluids on exercise performance in the heat. *Journal of the American Medical Association*, 252,1165–1169.
- Sawka, M.N., Gonzalez, R.R., Young, A.J., Dennis, R.C., Valeri, C.R., Pandolf, K.B. (1989a). Control of thermoregulatory sweating during exercise in the heat. *American Journal of Physiology*, 257, 311–316.
- Sawka, M.N., Gonzalez, R.R., Young, A.J., Muza, S.R., Pandolf, K.B., Latzka, W.A., Dennis, R.C., Valeri, C.R. (1988). Polycythemia and hydration: Effects on thermoregulation and blood volume during exercise-heat stress. *American Journal of Physiology*, 255, 456–463.
- Sawka, M.N., Hubbard, R.W., Francesconi, R.P., Horstman, D.H. (1983). Effects of acute plasma volume expansion on altering exercise-heat performance. *European Journal of Applied Physiology*, 51, 303–312.
- Sawka, M.N., Knowlton, R.G., Critz, J.B. (1979). Thermal and circulatory responses to repeated bouts of prolonged running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 11, 177–180.

- Sawka, M.N., Montain, S.J. (2001). Fluid and electrolyte balance: Effects on thermoregulation and exercise in the heat. En: Bowman B.A., Russell R.M. *Present Knowledge in Nutrition, (8^a ed.)*. Washington, D.C.: ILSI Press.
- Sawka, M.N., Montain, S.J., Latzka, W.A. (2001). Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 128, 679–690.
- Sawka, M.N., Wenger, C.B., Pandolf, C.B. (1996). Thermoregulatory responses to acute exercise heat stress and heat acclimation. En *Handbook of Physiology, Section 4: Environmental Physiology*. Blatteis, C.M., Fregly, M.J. New York: Oxford University Press for the American Physiological Society.
- Sawka, M.N., Young, A.J., Dennis, R.C., Gonzalez, R.R., Pandolf, K.B., Valeri, C.R. (1989b). Human intravascular immunoglobulin responses to exercise-heat and hypohydration. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 60, 634–638.
- Sawka, M.N., Young, A.J., Francesconi, R.P., Muza, S.R., Pandolf, K.B. (1985). Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *Journal of Applied Physiology*, 59, 1394–1401.
- Sawka, M.N., Young, A.J., Latzka, W.A., Neuffer, P.D., Quigley, M.D., Pandolf, K.B. (1992). Human tolerance to heat strain during exercise: Influence of hydration. *Journal of Applied Physiology*, 73, 368–375.
- Schloerb, P.R., Friis-Hansen, B.J., Edelman, I.S., Solomon, A.K., Moore, F.D. (1950). The measurement of total body water in the human subject by deuterium oxide dilution. *The Journal of Clinical Investigation*, 29, 1296–1310.
- Senay, L.C.Jr., Christensen, M.L. (1965). Changes in blood plasma during progressive dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 20, 1136–1140.
- Serfass, R.C., Stull, G.A., Alexander, J.F., Ewing, J.L.Jr. (1984). The effects of rapid weight loss and attempted rehydration on strength and endurance of the handgripping muscles in college wrestlers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55, 46–52.
- Shapiro, Y., Moran, D., Epstein, Y., Stroschein, L., Pandolf, K.B. (1995). Validation and adjustment of the mathematical prediction model for human sweat rate responses to outdoor environmental conditions. *Ergonomics*, 38, 981–986.

- Shapiro, Y., Pandolf, K.B., Goldman, R.F. (1982). Predicting sweat loss response to exercise, environment and clothing. *European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology*, 48, 83–96.
- Sharma, V.M., Sridharan, K., Pichan, G., Panwar, M.R. (1986). Influence of heat-stress induced dehydration on mental functions. *Ergonomics*, 29, 791–799.
- Ship, J.A., Fischer, D.J. (1997). The relationship between dehydration and parotid salivary gland function in young and older healthy adults. *Journals of Gerontology*, 52A, 310–319.
- Ship, J.A., Fischer, D.J. (1999). Metabolic indicators of hydration status in the prediction of parotid salivary-gland function. *Archives of Oral Biology*, 44, 343–350.
- Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (1997). Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of alcohol consumption. *Journal of Applied Physiology*, 83, 1152-1158.
- Shirreffs, S.M., Maughan, R.J. (1998). Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30,1598–1602.
- Shirreffs, S.M., Aragón, L.F., Chamorro, M., Maughan, R.J., Serratos, L., Zachwieja, J. (2005). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 90-95.
- Shore, A.C., Markandu, N.D., Sagnella, G.A., Singer, D.R., Forsling, M.L., Buckley, M.G., Sugden, A.L., MacGregor, G.A. (1988). Endocrine and renal response to water loading and water restriction in normal man. *Clinical Science*, 75, 171–177.
- Speedy, D. B., Noakes, T.D., Kimber, N.E. (2001). Fluid balance during and after an ironman triathlon. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 11, 44–50.
- Speedy, D.B., Noakes, T.D., Boswell, T., Thompson, J.M., Rehrer, N., Boswell, D.R. (2001). Response to a fluid load in athletes with a history of exercise induced hyponatremia. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1434–1442.
- Stachenfeld, N.S., DiPietro, L., Nadel, E.R., Mack, G.W. (1997). Mechanism of attenuated thirst in aging: Role of central volume receptors. *American Journal of Physiology*, 272, 148–157.

- Stachenfeld, N.S., Mack, G.W., Takamata, A., DiPietro, L., Nadel, E.R. (1996). Thirst and fluid regulatory responses to hypertonicity in older adults. *American Journal of Physiology*, 271, 757–765.
- Summer, E.E., Whitacre, J. (1931). Some factors affecting accuracy in the collection of data on the growth of weight in school children. *Journal of nutrition*, 4, 15 – 33.
- Sutton, J.R., Coleman, M.J., Millar, A.P., Lazarus, L., Ruso, P. (1972). The medical problems of mass participation in athletic competition. The "City to Surf" Race. *The Medical Journal of Australia*, 2, 127-133.
- 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. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 289(1), 275-280.
- Szlyk, P.C., Sils, I.V., Francesconi, R.P., Hubbard, R.W., Armstrong, L.E. (1989). Effects of water temperature and flavoring on voluntary dehydration in man. *Physiology and Behavior*, 45, 639–647.
- Thomas, J.R., y Nelson, J.K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.
- Tomporowski, P.D., Beasman, K., Ganio, M.S., Cureton, K. (2007). Effects of dehydration and fluid ingestion on cognition. *International Journal of Sports Medicine*, 28 (10), 891-896.
- Wallis, G. A., Rowlands, D.S., Shaw, C., Jentjens, R.L., Jeukendrup, A.E. (2005). Oxidation of combined ingestion of maltodextrins and fructose during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 426–432.
- Walsh, R.M., Noakes, T.D., Hawley, J.A., Dennis, S.C. (1994). Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 392–398.
- Watanabe, T., Hashimoto, M., Wada, M., Imoto, T., Miyoshi, M., Sadamitsu, D., Maekawa, T. (2000). Angiotensin-converting enzyme inhibitor inhibits dehydration-enhanced fever induced by endotoxin in rats. *American Journal of Physiology*, 279, 1512–1516.
- Welsh, R.S., Davis, J.M., Burke, J.R., Williams, H.G. (2002). Carbohydrates and physical/mental performance during exercise to fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 723-731.

- Wilk, B., Bar-Or, O. (1996). Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat. *Journal of Applied Physiology*, 80, 1112–1117.
- Wilk, B., Kriemler, S., Keller, H., Bar-Or, O. (1998). Consistency in preventing voluntary dehydration in boys who drink a flavored carbohydrate-NaCl beverage during exercise in the heat. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 1-9
- Wilmore, J.H., Morton, A.R., Gilbey, H. (1998). Role of taste preference on fluid intake during and after 90 min of running at 60% VO₂max in the heat. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 30(4), 587-595.
- Wong, S. H., Williams, C., Simpson, M., Ogaki, T. (1998). Influence of fluid intake pattern on short-term recovery from prolonged, submaximal running and subsequent exercise capacity. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16, 143–152.
- Yamamura, T., Takahashi, T., Kusunoki, M., Kantoh, M., Seino, Y., Utsunomiya, J. (1988). Gallbladder dynamics and plasma cholecystokinin responses after meals, oral water, or sham feeding in healthy subjects. *American Journal of the Medical Sciences*, 295, 102–107.
- Young, A.J., Muza, S.R., Sawka, M.N., Pandolf, K.B. (1987). Human vascular fluid responses to cold stress are not altered by cold acclimation. *Undersea Biomedical Research*, 14, 215–228.
- Zambraski, E.J. (2005). The renal system. En: Tipton, C.M, Sawka, M.N., Tate, C.A., Terjung, R.L. *ACSM's Advanced Exercise Physiology*. Baltimore, M.D.: Lippincott, Williams and Wilkins.
- Zambraski, E.J., Tipton, C.M., Jordon, H.R., Palmer, W.K., Tcheng, T.K. (1974). Iowa wrestling study: Urinary profiles of state finalists prior to competition. *Medicine and Science in Sport Exercise*, 6, 129–132.
- Zeou, E., Giatsis, G., Mountaki, F., Komninakidou, A. (2008). Body weight changes and voluntary fluid intakes of beach volleyball players during an official tournament. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(2), 139-145.
- Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la Resistencia*. Barcelona: Martínez Roca.

ANEXO I. DOCUMENTO DE APROBACIÓN POR PARTE DEL PRESIDENTE DE LA ENTIDAD DEPORTIVA ELPOZO MURCIA TURÍSTICA F.S.



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Equipo de División de Honor de **Fútbol Sala** con sede en **Murcia**.

Estimado **Sr. Presidente de Elpozo Murcia Turística F.S., D. Pedro Orenes Lorenzo**.

D. Juan José García Pellicer, profesor de la Universidad de Murcia, se dirige a Vd. para informarle que desde el Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica de la Universidad de Murcia, se va a realizar un trabajo de investigación relacionado con aspectos afines a la deshidratación en la práctica del fútbol sala en partidos oficiales de la Liga de División de Honor pertenecientes a la temporada 2005/06.

Para ello, necesitamos la obtención de datos (peso corporal antes y después del partido, orina expulsada durante el desarrollo del partido e ingesta de líquido) mediante los siguientes procedimientos:

1. Registro del peso corporal mediante una bascula.
2. Registro de la cantidad de orina expulsada por el jugador. Para ello, entregaremos un recipiente estéril, debidamente envuelto en su correspondiente bolsa cerrada herméticamente, para cada jugador que, él mismo, deberá proceder a su apertura. Así, el jugador, cada vez que desee orinar, deberá hacerlo en dicho recipiente.
3. Registro de ingesta de diversos líquidos (agua y gatorade) y preparados. Dichas cantidades, serán medidas en una probeta, vertiendo la cantidad de líquido sobrante en dicho instrumento de medida.

Respecto al proceso llevado a cabo para el registro de datos en esta investigación, realizaremos fotos del desarrollo de la investigación,

omitiendo el momento en el que el jugador esté orinando (punto 2). Por otra parte, la toma de datos indicados en los puntos 1, 2 y 3, no supone ningún riesgo para la salud de los jugadores sometidos a dicho estudio. Así, en un intento de mejorar hábitos de reposición hídrica, los datos obtenidos, son de especial interés para la comunidad médico-deportiva, estando científicamente demostrado los daños psico-físicos producidos tanto por una deficiente como excesiva ingesta de líquidos.

Dichos datos, serán recogidos por el titular de la presente carta, D. Juan José García Pellicer, formado para la toma de estos datos. Así, los días escogidos para dicho estudio, son aquellos en los que se desarrollará el mencionado Campeonato de Liga de División de Honor de la temporada 2005/06.

Posteriormente, se desarrollará una fase de difusión de los resultados obtenidos, así como la utilización de las fotos realizadas en congresos, revistas científicas relacionadas con el tema que estamos abordando, libros, entre otros. Por otra parte, se procederá a informar a cada uno de los jugadores evaluados, y equipo técnico de dicha entidad deportiva; así como se podría llevar a cabo un programa sobre corrección de hábitos de ingesta hídrica por parte de jugadores evaluados y de la comunidad perteneciente al fútbol sala.

La presente investigación, está dirigida por el Dr. D. Juan Luis Yuste Lucas, profesor de dicha universidad.

Esperando que la misma, como Presidente de Elpozo Murcia Turística F.S., sea de su interés, quedamos a su entera disposición para poder ampliar información o resolver cualquier duda al respecto.

El motivo por el que me dirijo a usted, es para solicitar su consentimiento en el proceso mencionado para la obtención de la información descrita anteriormente.

Si su respuesta es afirmativa, rogaría que, cómo Presidente de ElPozo Murcia Turística F.S., firme el presente documento que consta de dos folios y al que Vd. queda conforme respecto a su contenido.

Fdo. D. Pedro Orenes Lorenzo

(Sr. Presidente de Elpozo Murcia Turística F.S).

Gracias por su colaboración. Murcia a 26 de septiembre de 2005

**ANEXO II. DOCUMENTO DE APROBACIÓN POR PARTE DEL
JUGADOR DE LA ENTIDAD DEPORTIVA ELPOZO
MURCIA TURÍSTICA F.S.**



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Estimado (indique su nombre):

_____,
con DNI: _____, jugador perteneciente a la
entidad deportiva Elpozo Murcia Turística F.S., militante de la División de
Honor de la Liga de Fútbol Sala española:

D. Juan José García Pellicer, profesor de la Universidad de Murcia,
se dirige a ustedes para informarles que desde el Departamento de
Expresión Plástica, Musical y Dinámica de la Universidad de Murcia, se va
a realizar un trabajo de investigación relacionado con aspectos afines a la
deshidratación en la práctica del fútbol sala en División de Honor de la
Liga Española perteneciente a la temporada 2005/06.

Para ello, necesitamos la obtención de datos (peso corporal antes y
después del partido, orina excretada durante el desarrollo del partido e
ingesta de líquido durante el partido) mediante los siguientes
procedimientos:

4. Registro del peso corporal mediante un peso.
5. Registro de la cantidad de orina excretada por el jugador. Para
ello, entregaremos un recipiente estéril, debidamente envuelto
en su correspondiente bolsa cerrada herméticamente, para
cada jugador que, él mismo, deberá proceder a su apertura.
Así, el jugador, cada vez que desee orinar, deberá hacerlo en
dicho recipiente.
6. Registro de ingesta de agua y bebida deportiva. Dichas
cantidades serán medidas con una probeta.

Respecto al proceso llevado a cabo para el registro de datos en
esta investigación, realizaremos fotos del desarrollo de la investigación,
omitiendo el momento en el que el jugador esté orinando (punto 2). Por
otra parte, la toma de datos indicados en los puntos 1, 2 y 3 no supone
ningún riesgo para la salud de los jugadores sometidos a dicho estudio.
Así, en un intento de mejorar hábitos de reposición hídrica, los datos

obtenidos, son de especial interés para la comunidad deportiva, estando científicamente demostrado los daños psico-físicos producidos tanto por una deficiente como excesiva ingesta de líquidos.

Dichos datos, serán recogidos por el titular de la presente carta, profesor de la Universidad de Murcia, formado para la toma de los mismos. Los días escogidos para dicho estudio son aquellos en los que se desarrollarán seis partidos de la mencionada liga de División de Honor durante la temporada 2005/06.

Posteriormente, se desarrollará una fase de difusión de los resultados obtenidos, así como la utilización de las fotos realizadas en congresos, revistas científicas relacionadas con el tema que estamos abordando, libros, entre otros. Por otra parte, se procederá a informar a cada uno de los jugadores sometidos a dicha investigación, al cuerpo técnico y presidente de la mencionada entidad deportiva; así como llevar a cabo una puesta en marcha sobre corrección de hábitos de ingesta hídrica por parte de jugadores evaluados y de la comunidad perteneciente al fútbol sala.

Esta investigación cuenta con el beneplácito del club, siendo dirigida por el Dr. D. Juan Luis Yuste Lucas, profesor también de la universidad de Murcia.

Esperando que esta investigación sea de su interés como jugador e interesado directo para la mejora de su rendimiento deportivo, quedamos a su entera disposición para poder ampliar información o resolver cualquier duda al respecto.

El motivo por el que me dirijo a usted, es para solicitar su consentimiento de participación en el proceso mencionado para la obtención de la información descrita anteriormente.

Si su respuesta es afirmativa, rogaría que, cómo jugador interesado en ser sujeto de estudio, firme el presente documento que consta de dos folios y con el que usted queda conforme respecto a su contenido.

Fdo. (indique su nombre y DNI):

Muchas gracias por su colaboración.

En Murcia a 26 de septiembre de 2005

ANEXO III. CUESTIONARIO INDICANDO SI HA INGERIDO O NO ALGÚN TIPO DE LÍQUIDO DE LOS FACILITADOS.

CUESTIONARIO SOBRE HIDRATACIÓN

Nombre del jugador:

Dorsal del jugador:

AGUA:

1. Si ingiero agua
2. No ingiero agua.

GATORADE:

1. Si ingiero gatorade.
2. No ingiero gatorade.

Señale si ingiere o no cualquiera de estos líquidos, agua y/o gatorade.

ANEXO IV. MATERIAL UTILIZADO.



Figura 53. Probeta



Figura 54. Embudo



Figura 55. Recipiente estéril



Figura 56. Balanza

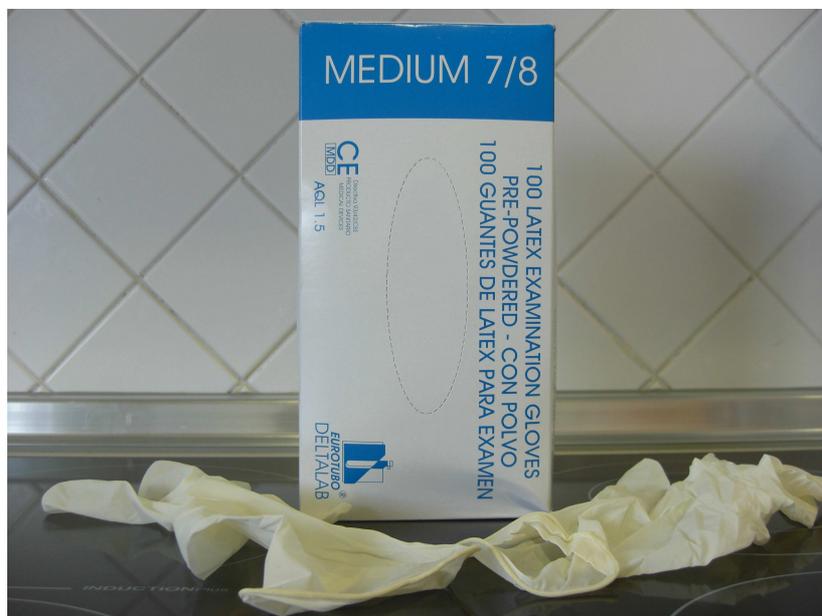


Figura 57. Guantes de Látex.

ANEXO V. DATOS DEL JUGADOR.

DATOS DEL DEPORTISTA

Apellidos:	Fecha de nacimiento:
Nombre:	Talla en cm.:
Nacionalidad:	Deporte y nivel de práctica:

MEDICIONES REFERENTES AL DEPORTISTA

Peso antes del partido en kg.:	Peso después del partido en kg.:
--------------------------------	----------------------------------

MEDICIONES REFERENTES AL AGUA

Volumen de agua ingerida en cc.:	Volumen de agua sobrante en cc.:
----------------------------------	----------------------------------

MEDICIONES REFERENTES AL PREPARADO

Volumen de gatorade ingerido en cc.:	Volumen de gatorade sobrante en cc.:
--------------------------------------	--------------------------------------

MEDICIONES REFERENTES A LA VOLUMEN DE ORINA EXPULSADA DURANTE TODO EL PARTIDO (inclusive el calentamiento que ha tenido una duración de 30')

Volumen de orina en mililitros:

TIEMPO JUGADO

Minutos jugados en el primer tiempo:	Minutos jugados en el segundo tiempo:
--------------------------------------	---------------------------------------

ANEXO VI. CAMBIOS PRODUCIDOS DURANTE EL PARTIDO.

JUGADOR	Jornada		Rival		PRIMER TIEMPO		
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA
	SALE		SALE		SALE		SALE

Las anotaciones del minuto en que se producen los cambios, son anotadas por el observador, teniendo en cuenta el minuto y segundo de partido que figure en el marcador electrónico.

JUGADOR	Jornada		Rival		SEGUNDO TIEMPO			
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	
	ENTRA		ENTRA		ENTRA		ENTRA	
	SALE		SALE		SALE		SALE	

Las anotaciones del minuto en que se producen los cambios, son anotadas por el observador, teniendo en cuenta el minuto y segundo de partido que figure en el marcador electrónico.