



**UNIVERSIDAD  
DE BURGOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Departamento de Biotecnología y Ciencias de los Alimentos  
Área de Nutrición y Bromatología**

**TESIS DOCTORAL**

**VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN  
EL RENDIMIENTO DEPORTIVO DE UN EQUIPO DE  
BALONMANO DE ÉLITE**

Presentada por **FERNANDO RAMOS SÁNCHEZ** para optar al grado  
de Doctor por la Universidad de Burgos

Dirigida por:

**DRA. BEATRIZ DE MATEO SILLERAS  
DRA. M<sup>a</sup> ALICIA CAMINA MARTÍN  
DRA. SARA RAQUEL ALONSO DE LA TORRE**









UNIVERSIDAD  
DE BURGOS

Nutrición y Bromatología  
Facultad de Ciencias

**Doña Beatriz de Mateo Silleras**, Doctora por la Universidad de Valladolid, Profesora Contratada Doctor del Área de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Valladolid, **Doña M<sup>a</sup> Alicia Camina Martín**, Doctora por la Universidad de Valladolid, Profesora Asociada del Área de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Valladolid, y **Doña Sara Raquel Alonso de la Torre**, Doctora por la Universidad de Salamanca, Profesora Titular del Área de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Burgos,

**CERTIFICAN QUE:**

**Don Fernando Ramos Sánchez** ha realizado bajo nuestra dirección el trabajo de investigación de Tesis Doctoral titulado: **"Valoración de los factores que influyen en el rendimiento deportivo de un equipo de balonmano de élite"** para optar al grado de Doctor.

El trabajo reúne, a nuestro juicio, las condiciones de rigor y originalidad metodológica necesarios para que pueda ser leído y defendido públicamente ante el Tribunal correspondiente.

Y, para que conste a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado en Valladolid, a 10 de mayo de 2016.

**Fdo.: B. de Mateo**

**Fdo.: M<sup>a</sup> A. Camina**

**Fdo.: S. Alonso**



A mi familia.



“La felicidad no consiste en hacer lo que uno quiere,  
sino en querer lo que uno hace”

**Jean-Paul Sartre**



# **AGRADECIMIENTOS**



Cuando me imaginaba realizando esta tesis, lo primero que me venía a la cabeza era la redacción de este apartado, en el que puedo dar las gracias a tanta gente que me ha ayudado en este camino. Ahora que me toca plasmarlo en el papel, siento temor, probablemente inducido por la idea de olvidar a alguien importante.

Quiero dar las gracias primeramente a los protagonistas de este estudio, los jugadores del primer equipo del Club Balonmano Valladolid en la temporada 2007/2008. Cuando les planteé la posibilidad de realizar el estudio, informándoles de que con los resultados podrían mejorar sus capacidades, demostraron un gran entusiasmo. Entusiasmo que fue disminuyendo a lo largo de los cinco meses de estudio en los que les bombardeé física y psíquicamente mediante la realización de test, que en ocasiones eran realizados en los largos desplazamientos en autobús, en los que tenían que decir desde cuantas aceitunas habían comido hasta como se sentían cuando planeaban mentalmente las jugadas. Pruebas de fuerza física en momentos en los que solo querían descansar, madrugones para la extracción de sangre cada mes y medio e interminables sesiones de toma de medidas antropométricas. Gracias por soportarme con la paciencia que demostrasteis.

Gracias a Juan Carlos Pastor, entrenador del equipo, por apoyarme desde el principio “sugiriendo” a los jugadores que me rindieran pleitesía y dijeran Amén a mis perrerías médicas.

Gracias a mis colaboradores y amigos, los fisioterapeutas Rodrigo Herrero y Eutiquio “Tico” Gómez, por echarme una mano en la preparación y puesta en marcha de alguna de las pruebas. Gracias también al resto de trabajadores del Club, como Raúl Torres, apoyo importante en tantos momentos.

Gracias a mi querido amigo Dionisio Miguel Recio, Presidente del Club, que me acompañó físicamente a llamar a la puerta de algunos patronos (entre los que quiero destacar al “Grupo El Árbol”) para que con su apoyo económico pudiéramos sacar adelante el estudio mediante el soporte de los gastos ocasionados por las pruebas, ayudándome constantemente en todo y haciendo lo más difícil; mostrarme su apoyo incondicional en los momentos más complejos de mi paso como director de los servicios médicos del club en los seis años que trabajamos juntos.

Este trabajo no hubiera sido posible (aunque esto suene a tópico) sin el apoyo de la Dra. Redondo de la Universidad de Valladolid, mi querida Paz, que pese a mis idas y venidas en los últimos años me ha aguantado y recibido con una sonrisa en todas las ocasiones en las que he intentado retomar este trabajo, siempre convencida de que saldría adelante, lo concluiría y encima realizaríamos nuevos proyectos juntos.

Como siempre me he sentido un privilegiado, en esta ocasión no podía ser menos, y cuando lo habitual es que un Doctorando tenga un único Director de Tesis, yo he tenido tres. Así que debo dar las gracias a la Dra. de Mateo y a la Dra. Camina, Beatriz y Alicia, por haber creído en mí, por haberme apoyado constantemente sabiendo en todo momento como estimularme para que mi ánimo no decayera. Gracias por mostrarme algo que cada vez está más denostado en nuestra sociedad; el apoyo altruista por ver cumplida la ilusión de escribir esta Tesis a costa de robarles el tiempo a sus familias, corrigiendo mi trabajo en horas intempestivas, fines de semana y vacaciones. Junto con Paz Redondo ejemplarizáis el lema de la Universidad de

Valladolid en la que impartís vuestro magisterio; *Sapientia Ædificavit Sibi Domum*. También debo dar las gracias a la Dra. Sara Alonso, de la Universidad de Burgos, sin la que no hubiera sido posible llevar por buen camino esta aventura (por algo el lema de su casa es; *In Itinere Veritas*). Sara, gracias por ilusionarte por el proyecto y ayudarme a que este trabajo no quedara en el olvido.

Quiero dar las gracias a los que va dedicado este trabajo. A Elena, mi mujer, que desde que nos conocemos aguanta estoicamente el abandono forzado por los múltiples trabajos en los que siempre estoy involucrado, haciendo fácil mi ausencia a nuestros pequeños, Catalina y Guzmán, supliendo con el doble de amor mi falta en el hogar. A mi madre, Sofía, por su bonhomía infinita en todas las ocasiones, llevando el término de Madre más allá de los límites racionales. A mi padre, Rafael, paradigma de la brillantez en todos los campos de la ciencia y las humanidades, modelo de trabajo, de perseverancia y de Fe en lo que uno se puede proponer en la vida. A mi hermano Rafa, por haber hecho que el estudio de la biología sea algo natural en mi vida. A mi hermana Pitu (o Sofía en el trabajo, como dice mi hija) por haber sido mi maestra desde pequeño, ayudándome con el estudio de la química, la física, las matemáticas, la estadística y ahora dándome consejos sobre la redacción de esta Tesis (¡estoy ansioso por saber qué será lo siguiente en que me ayude!). A mi hermano Jesús que siempre me ha acompañado donde lo necesitaba, con una predisposición a la ayuda como no conozco otra. A mis cuñados Piedad y Pedro que con su sabiduría me han echado una mano en algunos aspectos técnicos de este trabajo. A mi prima Chus, mi madrina e investigadora genetista, por haberme estimulado a realizar los cursos de doctorado hace casi quince años y por haberme presentado a Paz Redondo. Y por último a mis suegros, Víctor y María, y mis cuñados Víctor y Ana, por los cien millones de veces que les he hecho esperar sentados en la mesa por llegar tarde a comer por estar escribiendo este trabajo, recibéndome siempre con los brazos abiertos, confiados en que el trabajo merecería la pena y sería exitoso.

Así que ya termino y os dejo comer, disfrutar, descansar y vivir, que como bien recuerda mi padre que dijo Bernard Fontenelle; “no os toméis la vida demasiado en serio, pues, indudablemente, no hemos de salir vivos de ella”.

Valladolid, mayo de 2016

# RESUMEN



## Introducción

Desde la antigüedad el hombre ha pretendido incrementar sus capacidades físicas y psicológicas, tanto para la supervivencia, mejorando las posibilidades del combate, como para el desarrollo de actividades lúdicas. En la era moderna, donde el deporte cobra vital importancia en la sociedad, los métodos de valoración del rendimiento deportivo han ayudado a mejorar las distintas capacidades de los deportistas. Existe una gran diversidad de técnicas desarrolladas para la valoración del rendimiento deportivo, desde sencillos procesos que no requieren un gran desembolso económico ni desarrollo técnico (como la realización de test de preguntas cortas), hasta pruebas técnicamente complejas que obligan al uso de equipamiento que, a su vez, requiere un entrenamiento específico para su puesta en marcha (analizadores de gases, dinamómetros computarizados, etc.).

El desarrollo en los últimos siglos de la antropometría, de las distintas técnicas de determinación de la composición corporal y del somatotipo, han permitido valorar el estado del sujeto en un momento determinado y compararlo con datos de referencia o consigo mismo en estudios de seguimiento. De esta forma la optimización morfológica (que es la obtención del perfil antropométrico ideal) ha pasado a ser una herramienta básica utilizada en la Medicina del Deporte. El enorme avance de la tecnología y, sobre todo, de la informática desde mediados del siglo XX ha condicionado la aparición de nuevos métodos de valoración de la fuerza, potencia e intensidad muscular de las distintas regiones corporales de una forma objetiva, precisa, fiable y reproducible para diferentes poblaciones en distintos momentos, englobados éstos en las técnicas de la dinamometría isocinética. La evaluación de los distintos parámetros hematológicos y bioquímicos puede ayudar a la mejora del rendimiento deportivo, subsanando posibles déficits o excesos que pudieran condicionar la aparición de una situación patológica. Es indiscutible la importancia de los procesos de la psique en relación con el desarrollo de la actividad deportiva. Sólo aquellos sujetos que consigan modificar sus aptitudes psicológicas en lo referente a la activación, la confianza, la concentración, la toma de decisiones, la cohesión de equipo y la motivación personal, podrán lograr un incremento de sus posibilidades deportivas frente a aquellos que no lo hagan. Por último, el mantenimiento de un correcto estado nutricional es fundamental para el desarrollo de la actividad deportiva. La alimentación tiene unas características, exigencias y particularidades que hace precisa la adaptación de la dieta de la población general, dependiendo de las necesidades individuales de cada deportista. Además, el uso de suplementos nutricionales dirigidos a corregir los déficits de nutrientes, a incrementar el poder antioxidante o a elevar las reservas de estos compuestos, van a afectar de manera importante al rendimiento deportivo.

## Objetivo

El objetivo general de esta Tesis fue estudiar las variaciones producidas a lo largo de la segunda mitad de una temporada anual en diversos factores que influyen en el rendimiento deportivo en un equipo profesional de balonmano, mediante el estudio y

análisis de las diferencias existentes en función de la posición de juego en la composición corporal, el somatotipo, la variación en la fuerza, potencia y fatiga muscular; también se evaluaron las modificaciones en los parámetros hematológicos, bioquímicos y el status antioxidante, la ingesta dietética y los cambios que se producen en la valoración psicológica a lo largo del estudio.

### Sujetos y métodos

Para ello se realizó la valoración de todos estos parámetros al comienzo, en el punto medio y al final de la segunda parte de una temporada deportiva (excepto el análisis mediante dinamometría isocinética, que se realizó sólo al comienzo y al final) en un equipo profesional de balonmano masculino compuesto por 19 jugadores, con una edad media del equipo de 27 años (rango: 20 – 36 años). Dicho equipo se encontraba en ese momento englobado en la máxima categoría Española (categoría ASOBAL), disputando encuentros tanto en la liga española como en la europea (Recopa de Europa). Para la evaluación antropométrica se siguieron los protocolos del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La fuerza de la musculatura flexo-extensora de la rodilla (cuadricipital e isquiotibial, respectivamente) se determinó mediante dinamometría isocinética, utilizando un equipo de dinamometría computarizado Kin-Com (Kinematic Communicator, Chatanooga Group). Los parámetros referentes a la analítica sanguínea y de orina fueron determinados por las técnicas de rutina del hospital. La evaluación psicológica se realizó con el cuestionario Característica Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD), una adaptación del cuestionario americano *Psychological Skills Inventory for Sports* (PSIS). Para la evaluación de la ingesta se utilizó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFC) semicuantitativo validado para la población española; también se cumplimentó un registro de alimentos de 3 días no consecutivos, incluyendo un día festivo, en los tres puntos del estudio. Se utilizó el programa informático Nutrición y Salud, versión 2.0 para análisis cuantitativo de la ingesta. Las diferencias entre las distintas variables en función de la posición del jugador (centrales, laterales, extremos, pivotes y porteros) se analizaron mediante el ANOVA de un factor con contrastes a posteriori de Scheffé o el test de Kruskal-Wallis y las posteriores comparaciones dos a dos con la prueba U de Mann Whitney (corregidas por Bonferroni), en función de la normalidad de las variables. Las diferencias intra-sujeto en función del momento de medición (pretemporada, mediados y al final de la temporada) se evaluaron mediante el test ANOVA de un factor para medidas repetidas, con contrastes a posteriori de Scheffé o el test de Friedman y, posteriormente, contrastes por pares mediante el test de Wilcoxon (corregidas por Bonferroni), en función de la normalidad de las variables. Las diferencias en las variables del estudio isocinético se evaluaron mediante la t de Student para medidas repetidas o el test de Wilcoxon. La significación estadística se alcanzó con  $p < 0,05$ .

## Resultados

Los valores obtenidos en el peso corporal y el índice de masa corporal (IMC) en el equipo fueron estadísticamente superiores en mayo respecto al comienzo del estudio, aunque sin relevancia clínica. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la composición corporal de los jugadores a lo largo del estudio. En función de la posición de juego de los sujetos, los pivotes fueron significativamente los jugadores más pesados; y, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas en el resto de los grupos, los extremos fueron los menos pesados y los laterales, junto con los pivotes, los más altos. No se observaron diferencias significativas en el IMC ni en la composición corporal en ninguno de los grupos. Respecto a la somatocarta, los centrales y laterales se sitúan en la zona del somatotipo central; los extremos y los pivotes muestran un desarrollo endomorfo-mesomorfo, aunque los extremos tienen mayor componente mesomórfico y los pivotes endomórfico; los porteros presentan mayor variación en el somatotipo a lo largo del estudio, situándose en la zona endomorfa-ectomorfa.

En cuanto a los resultados de la dinamometría isocinética, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de sus variables a lo largo del estudio, sí se produjeron diferencias en el desarrollo de las distintas características de la mecánica muscular durante la temporada. En función de la posición de juego, se observaron diferencias estadísticamente significativas para la fatiga a 90 grados en la primera evaluación del estudio, siendo los centrales los que mayor resistencia a la fatiga presentaron y los porteros los que se fatigaban con mayor facilidad. La media de la fuerza máxima a 150° disminuyó en mayo en todas las posiciones de juego, en consonancia con disminución del trabajo específico de la fuerza durante el transcurso del estudio por parte de los jugadores.

Los valores bioquímicos y hematológicos de los jugadores fueron clínicamente normales a lo largo de la temporada, con pequeñas variaciones significativas (pero sin relevancia clínica) en los hematíes, la hemoglobina, el hematocrito, el volumen corpuscular medio (VCM), los distintos tipos de leucocitos (excepto eosinófilos y basófilos), los valores de la hemoglobina glucosilada, el índice de dispersión plaquetaria y la velocidad de sedimentación globular (VSG). Se produjo un aumento significativo al final del estudio de las concentraciones plasmáticas de caroteno b, tocoferol d, vitamina A y vitamina C al final del estudio; sin embargo, la capacidad antioxidante total del plasma no se modificó significativamente.

En la evaluación psicológica se observó que el control del estrés mejoró significativamente al final de la temporada, mientras que la mejora en la cohesión de equipo se produjo ya desde la mitad de la temporada. La motivación mejoró en la mitad del estudio, pero se redujo al final de la temporada, probablemente en relación con la eliminación del equipo de la competición europea y de la Copa del Rey a mediados del mes de abril, y la imposibilidad de mejorar el puesto en la clasificación de la liga española desde principios del mes de mayo.

Como media, los jugadores evaluados reportaron consumir la cantidad de energía recomendada para su grupo de edad y sexo, con un perfil calórico adecuado, aunque ligeramente deficiente para los carbohidratos; el perfil de ácidos grasos fue adecuado, excepto la ingesta de AGM, algo menor de la recomendada, con un consumo de colesterol excesivo; la ingesta de fibra fue insuficiente. El aporte diario de vitamina C y de hierro a lo largo del estudio fue dos veces superior al aporte dietético recomendado para estos micronutrientes, con un aporte deficitario de vitaminas A y E y de zinc.

### Conclusiones

No se produjeron cambios significativos en el peso, el IMC, la composición corporal ni la somatocarta en el equipo a lo largo del estudio. Las variables antropométricas, los datos de composición corporal y la somatocarta de los deportistas confirman las características morfológicas básicas de los jugadores para la posición para la que son más aptos. Se ha observado una ligera disminución de la fuerza y la potencia y un aumento en la fatiga a lo largo del estudio, lo que confirma la necesidad de continuar el entrenamiento de fuerza y la resistencia a la fatiga durante la temporada de competición para mantener el nivel adquirido previamente. Las variables bioquímicas y hematológicas de los jugadores fueron clínicamente normales a lo largo del estudio. La puntuación de las distintas subescalas del cuestionario Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD), especialmente las referentes al control del estrés, la cohesión de equipo y la motivación reflejaron los resultados deportivos, la marcha del equipo y las expectativas de los jugadores a lo largo de la temporada. La dieta que siguieron los jugadores del equipo estudiado fue energéticamente adecuada, aunque deficitaria en fibra, ácidos grasos monoinsaturados, vitamina A, vitamina E y zinc; con un aporte excesivo de colesterol, vitamina C y hierro.

# ABSTRACT



## Background

Since ancient times man has sought to increase his physical and psychological capacities, both for survival, through improving the chances to win the battles, as well as for the development of recreational activities. In the modern era, when the sport is of growing importance in the society, the valuation methods of athletic performance have helped to improve the different abilities of athletes. There is a great diversity of techniques developed for the assessment of athletic performance, from simple processes that do not require a large financial outlay and technical development (such as conducting tests of short questions) to technically complex tests that require the use of equipment with an specific training for its implementation (gas analyzers, computerized dynamometers, etc.).

The development in the last centuries of anthropometry, body composition analysis methods and the somatotype, has allowed to assess the state of the subject at a particular time and to compare subjects with reference data or with themselves in follow-up studies. Thus the morphological optimization (that is obtaining the ideal anthropometric profile) has become a basic tool used in Sport Medicine. The great advances made in technology, particularly from the mid-twentieth century, have conditioned the emergence of new methods for assessing the muscular strength of various body regions, in an accurate, reliable and reproducible way for different people at different times, through the isokinetic dynamometry. The evaluation of various hematological and biochemical parameters can help to improve athletic performance, correcting any deficits or surpluses that may determine the onset of a pathological state. There is no doubt about the importance of the psychological processes in relation to the development of the sport. Only those subjects who achieve change their psychological skills regarding activation, confidence, concentration, decision making, team cohesion and personal motivation, will achieve an increase in their sport performance against those who do not so. Finally, maintaining a correct nutritional status is essential for the sport development. Sports nutrition has characteristics, requirements and particularities that make necessary an accurate adjustment of the diet of the general population, depending on the individual needs of each athlete. Furthermore, the use of nutritional supplements aimed to correct nutrients or antioxidants deficiencies will significantly affect athletic performance.

## Objective

The objective of this thesis was to study the variations produced throughout the second half of a sport season in various factors influencing sport performance in a professional handball team, through the study and analysis of the differences in function of playing position about body composition, somatotype, variation in strength, power and muscular fatigue; hematological, biochemical and antioxidative status variations, dietary intake, and changes that occur in the psychological assessment throughout the study.

### Subjects and Methods

The evaluation of the aforementioned parameters was performed at the beginning, midpoint and end of the second half of a season (except the isokinetic dynamometer analysis, which was performed only at the beginning and the end) on a Men's handball professional team composed of 19 players, with an average age of the team of 27 years (range 20-36 years). This team played on the top level Spanish handball category (ASOBAL), and on the European league (Cup Winners Cup). For anthropometric assessment, the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) and the World Health Organization (WHO) guidelines were followed. The strength of the knee extensors and flexors muscles (quadriceps and hamstring, respectively) was determined by isokinetic dynamometry, using a computerized equipment, the Kin-Com dynamometer (Kinematic Communicator, Chattanooga Group). The parameters relating to blood and urine analyses were determined by hospital analytical routine techniques. The psychological evaluation was performed using the questionnaire "*Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD)*", an adaptation of the American questionnaire Psychological Skills Inventory for Sports (PSIS). A semi quantitative questionnaire of food intake frequency, validated for the Spanish population, was used for the intake assessment; three-days diet records (three nonconsecutive days, including a holiday) in the three points of the study were completed too. The "*Nutrición y Salud*" software (version 2.0) was used for quantitative analysis of intake. The differences between the different variables depending on the player's position (goalkeeper, back, center back, wing, line player) were analyzed using ANOVA with Scheffe, post hoc contrasts or the Kruskal-Wallis and two subsequent comparisons two by two, with the Mann Whitney test (Bonferroni corrected), depending on the normality of the variables. The intra-subject differences depending on the time of measurement (preseason, middle and end of the season) were evaluated using ANOVA for repeated measures with Scheffe post hoc contrasts or the Friedman test, and then contrasts in pairs by Wilcoxon test (Bonferroni corrected), depending on the normality of the variables. Differences in isokinetic variables were evaluated by Student's t test for repeated measures or the Wilcoxon test. Statistical significance was achieved at  $p < 0.05$ .

### Results

The values obtained in body weight and body mass index in the team were statistically higher in May compared to baseline, although without clinical significance. No statistically significant differences in body composition of players throughout the study were found. Depending on playing position, the line players were significantly heavier players; and, although without no statistically significant differences in the other groups, the wings were lighters and backs with the line players, the tallest. No significant differences in body mass index or body composition in either group were observed. Regarding somatotype, the center backs and backs were in the central somatotype area; the wings and the line players shown an endomorph-mesomorph development (but wings had more mesomorphic-endomorph component and line players more

endomorph one); the goalkeepers had higher variation in somatotype throughout the study, placed in the endomorph-ectomorph area.

As for the results of the isokinetic dynamometry, although no statistically significant differences for any of the variables throughout the study were found, there were differences in the development of different characteristics of muscle patrons during the season. Depending on the playing position, statistically significant differences for fatigue at 90 degrees in the first evaluation study was proven, where center backs presented a higher degree of fatigue resistance and goalkeepers were easily fatigued. The mean peak force to 150° decreased in May in all playing positions, in correspondence with the decrease by players in specific strength training along study.

The biochemical and hematological values of players were clinically normal throughout the season, with little significant variations (but not clinically significant) in erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, in different types of leukocytes (except basophils and eosinophils), in glycated hemoglobin values, platelet index dispersion and erythrocyte sedimentation rate. There was a significant increment of plasma concentrations of b-carotene, d-tocopherol, and vitamins A and C at the end of the study; however, the total plasma antioxidant capacity was not significantly altered.

The psychological evaluation found that stress management was significantly improved at the end of the season, while improving team cohesion occurred since the middle of the season. The motivation improved in the middle of the study, but fell at the end of the season, probably related to the elimination of the European competition and the Spanish Cup (Copa del Rey) in mid-April, and to the inability to improve the position in the classification of the Spanish league since early May.

On average, players reported an adequate energetic intake with a correct energy profile, but slightly deficient in carbohydrates; the fatty acid profile was adequate, except intake of monounsaturated fatty acids, somewhat lower than recommended, with a consumption of excessive cholesterol. The fiber intake was insufficient. The daily intake of vitamin C and iron during the study was twice the recommended dietary allowance for these micronutrients, with a deficient intake of vitamins A and E, and zinc.

### Conclusions

There were no significant changes in weight, body mass index, body composition or in the somatochart of the team throughout the study. The anthropometric variables, body composition data and somatochart of the athletes, confirm the basic morphological characteristics for play positioning for which they were chosen. There has been a slight decrease in strength and potency and an increase in fatigue during the study, which confirms the need to continue the strength training and the resistance training to fatigue during the competitive season to maintain the level previously acquired. The biochemical and hematological variables were clinically normal throughout the study. The score of the different psychological subscales related to sport performance,

especially those related to stress management, team cohesion and motivation, reflected the sport results, the progress of the team and the expectations of players throughout the season. The diet that followed the team's players was energetically adequate, although it was deficitary in fiber, monounsaturated fatty acids, vitamin A, vitamin E and zinc; with an excessive intake of cholesterol, vitamin C and iron.

# **ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS**



|                  |                                                                        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>µg</b>        | Microgramo                                                             |
| <b>µL</b>        | Microlitro                                                             |
| <b>a.C.</b>      | Antes de Cristo                                                        |
| <b>A1CMhbC</b>   | Hemoglobina glucosilada                                                |
| <b>ACSM</b>      | <i>American College of Sports Medicine</i>                             |
| <b>ACTH</b>      | Hormona adrenocorticotropa                                             |
| <b>ADA</b>       | <i>American Dietetic Association</i>                                   |
| <b>ADP - PDW</b> | Índice de dispersión plaquetaria                                       |
| <b>AFBMVA</b>    | Archivo fotográfico del Club Balonmano Valladolid                      |
| <b>AGM</b>       | Ácidos grasos monoinsaturados                                          |
| <b>AGP</b>       | Ácidos grasos poliinsaturados                                          |
| <b>AGS</b>       | Ácidos grasos saturados                                                |
| <b>AIS</b>       | <i>Australian Institute of Sports</i>                                  |
| <b>ANOVA</b>     | Análisis de la varianza                                                |
| <b>ASOBAL</b>    | Asociación de Clubes de Balonmano de España                            |
| <b>ATP</b>       | Adenosín trifosfato                                                    |
| <b>BM</b>        | Balonmano                                                              |
| <b>BP</b>        | Pliegue del bíceps                                                     |
| <b>C</b>         | Circunferencia                                                         |
| <b>CAb</b>       | Perímetro del antebrazo corregido                                      |
| <b>CAR</b>       | Centro de Alto Rendimiento                                             |
| <b>CBc</b>       | Perímetro del brazo corregido                                          |
| <b>CC</b>        | Composición corporal                                                   |
| <b>CFC</b>       | Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos                     |
| <b>c-HDL</b>     | Colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad                      |
| <b>CHO</b>       | Carbohidratos o hidratos de carbono                                    |
| <b>CK</b>        | Creatinquinasa                                                         |
| <b>CK-BB</b>     | Isoforma de la CK predominante en el sistema nervioso central          |
| <b>CK-MB</b>     | Isoforma de la CK predominante en el músculo cardíaco                  |
| <b>CK-MM</b>     | Isoforma de la CK predominante en el músculo esquelético               |
| <b>c-LDL</b>     | Colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad                      |
| <b>cm</b>        | Centímetro                                                             |
| <b>CMB</b>       | Club Balonmano                                                         |
| <b>CMc</b>       | Perímetro del muslo corregido                                          |
| <b>CPc</b>       | Perímetro de la pantorrilla corregido                                  |
| <b>CPK</b>       | Creatinfosfoquinasa                                                    |
| <b>CPRD</b>      | Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo |
| <b>CPU</b>       | Unidad central de procesos                                             |

|               |                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Cr</b>     | Creatina                                              |
| <b>CRD</b>    | Cantidad Diaria Recomendada por la Unión Europea      |
| <b>c-VLDL</b> | Colesterol unido a lipoproteínas de muy baja densidad |
| <b>D</b>      | Diámetro                                              |
| <b>d.C.</b>   | Después de Cristo                                     |
| <b>DC</b>     | <i>Dietitians of Canada</i>                           |
| <b>DF</b>     | Diámetro del fémur                                    |
| <b>DH</b>     | Diámetro del húmero                                   |
| <b>dL</b>     | Decilitro                                             |
| <b>DM</b>     | Diámetro de la muñeca                                 |
| <b>DN</b>     | Densidad nutricional                                  |
| <b>DS</b>     | Desviación estándar                                   |
| <b>DT</b>     | Diámetro del tobillo                                  |
| <b>EA</b>     | Estado antioxidante                                   |
| <b>Ec</b>     | Ectomorfia                                            |
| <b>EHF</b>    | <i>European handball federation</i>                   |
| <b>En</b>     | Endomorfia                                            |
| <b>et al.</b> | <i>et alii</i> ("y otros")                            |
| <b>F</b>      | Fuerza                                                |
| <b>Fe</b>     | Hierro                                                |
| <b>Fmáx.</b>  | Fuerza máxima                                         |
| <b>g</b>      | Gramos                                                |
| <b>GH</b>     | Hormona del crecimiento                               |
| <b>GOT</b>    | glutamato-oxalacetato transaminasa                    |
| <b>GSH</b>    | Glutación                                             |
| <b>h</b>      | Horas                                                 |
| <b>H</b>      | Altura                                                |
| <b>HbCM</b>   | Hemoglobina corpuscular media                         |
| <b>HCO</b>    | Hidratos de carbono o carbohidratos                   |
| <b>HPLC</b>   | Cromatógrafo líquido de alta resolución               |
| <b>IAN</b>    | Índice de adecuación nutricional                      |
| <b>IDR</b>    | Ingesta diaria recomendada                            |
| <b>IHF</b>    | <i>International handball federation</i>              |
| <b>IMC</b>    | Índice de masa corporal                               |
| <b>IP</b>     | Índice ponderal                                       |
| <b>ISSN</b>   | <i>International Society of Sports Nutrition</i>      |
| <b>JJ.OO.</b> | Juegos olímpicos                                      |
| <b>kcal</b>   | kilocaloría                                           |
| <b>kg</b>     | Kilogramo                                             |

|               |                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------|
| <b>l</b>      | Litro                                                   |
| <b>m</b>      | Metro (unidad de longitud)                              |
| <b>mcg</b>    | Microgramo                                              |
| <b>Me</b>     | Mesomorfia                                              |
| <b>MG</b>     | Masa grasa. Tejido adiposo subcutáneo                   |
| <b>min.</b>   | Minuto                                                  |
| <b>ml</b>     | Mililitro                                               |
| <b>MLG</b>    | Masa libre de grasa                                     |
| <b>MM</b>     | Masa muscular                                           |
| <b>mm</b>     | Milímetro                                               |
| <b>MME</b>    | Masa muscular esquelética                               |
| <b>mmol</b>   | Milimol                                                 |
| <b>mmol</b>   | Milimol                                                 |
| <b>MO</b>     | Masa ósea                                               |
| <b>mOsm</b>   | Miliosmol                                               |
| <b>MR</b>     | Masa residual                                           |
| <b>N</b>      | Newton                                                  |
| <b>n</b>      | Número de elementos en una distribución de la muestra   |
| <b>ng</b>     | Nanogramo                                               |
| <b>NHANES</b> | <i>National Health and Nutrition Examination Survey</i> |
| <b>Nm</b>     | Newton-metro                                            |
| <b>OMS</b>    | Organización Mundial de la Salud                        |
| <b>P</b>      | Peso corporal                                           |
| <b>P</b>      | Pliegue                                                 |
| <b>p</b>      | Probabilidad                                            |
| <b>PA</b>     | Pliegue del antebrazo                                   |
| <b>PAb</b>    | Pliegue abdominal                                       |
| <b>PBc</b>    | Perímetro corregido del brazo                           |
| <b>PCr</b>    | Fosfocreatina                                           |
| <b>PM</b>     | Pliegue del muslo                                       |
| <b>POMS</b>   | <i>Profile Of Mood States</i>                           |
| <b>PP</b>     | Pliegue de la pantorrilla                               |
| <b>PPc</b>    | Perímetro corregido de la pantorrilla                   |
| <b>PSIS</b>   | <i>Psychological Skills Inventory for Sports</i>        |
| <b>PT</b>     | Pliegue del tórax                                       |
| <b>ptos.</b>  | Puntos                                                  |
| <b>QPS</b>    | <i>Questionnaire de personnalité pour sportifs</i>      |
| <b>R</b>      | Registros dietéticos de tres días                       |
| <b>RD</b>     | Registro de Alimentos o Diario Dietético                |

|                            |                                                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>rep</b>                 | Número de repeticiones                                |
| <b>s</b>                   | Segundo (unidad de tiempo)                            |
| <b>SC</b>                  | Superficie corporal                                   |
| <b>SCF</b>                 | <i>Scientific Committee on Food</i>                   |
| <b>SEE</b>                 | Error estándar                                        |
| <b>T</b>                   | Talla                                                 |
| <b>t-PA</b>                | Activador tisular del plasminógeno                    |
| <b>U</b>                   | Unidades                                              |
| <b>UI</b>                  | Unidades internacionales                              |
| <b>VCM</b>                 | Volumen corpuscular medio                             |
| <b>VCT</b>                 | Valor calórico total                                  |
| <b>VO<sub>2</sub> máx.</b> | Consumo máximo de oxígeno                             |
| <b>VSG</b>                 | Velocidad de sedimentación globular                   |
| <b>W</b>                   | Vatio                                                 |
| <b>WHO</b>                 | World Health Organization                             |
| <b>Y</b>                   | Realización de cálculos usando las fórmulas de Yuhasz |

# ÍNDICE



## Índice

|         |                                                                                                |     |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1       | INTRODUCCIÓN.....                                                                              | 42  |
| 1.1     | BALONMANO .....                                                                                | 42  |
| 1.1.1   | EL JUEGO Y LA TEMPORADA.....                                                                   | 42  |
| 1.1.1.1 | Desarrollo histórico del balonmano.....                                                        | 42  |
| 1.1.1.2 | El balonmano moderno.....                                                                      | 45  |
| 1.1.1.3 | Los entrenamientos y la temporada.....                                                         | 48  |
| 1.1.1.4 | Las actividades paralelas .....                                                                | 48  |
| 1.1.2   | DEMANDAS FISIOLÓGICAS DEL BALONMANO .....                                                      | 49  |
| 1.2     | RENDIMIENTO DEPORTIVO.....                                                                     | 51  |
| 1.2.1   | LA PIRÁMIDE DEL RENDIMIENTO .....                                                              | 51  |
| 1.2.2   | VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO.....                                                      | 52  |
| 1.2.2.1 | Valoración antropométrica: composición corporal y somatotipo..                                 | 53  |
| 1.2.2.2 | Evaluación de la fuerza, potencia y fatiga muscular mediante<br>dinamometría isocinética ..... | 60  |
| 1.2.2.3 | Análisis hematológico y bioquímico .....                                                       | 66  |
| 1.2.2.4 | Valoración psicológica del deportista.....                                                     | 74  |
| 1.2.2.5 | Valoración de la ingesta dietética y suplementación nutricional..                              | 78  |
| 2       | JUSTIFICACIÓN.....                                                                             | 93  |
| 3       | OBJETIVOS .....                                                                                | 97  |
| 3.1     | OBJETIVO PRINCIPAL .....                                                                       | 97  |
| 3.2     | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                                    | 97  |
| 4       | SUJETOS Y MÉTODOS.....                                                                         | 101 |
| 4.1     | DISEÑO DE ESTUDIO .....                                                                        | 101 |
| 4.2     | SUJETOS.....                                                                                   | 102 |
| 4.3     | MÉTODOS .....                                                                                  | 104 |
| 4.3.1   | ANTROPOMETRÍA .....                                                                            | 104 |
| 4.3.1.1 | Determinaciones antropométricas .....                                                          | 104 |
| 4.3.1.2 | Cálculo de índices antropométricos derivados.....                                              | 108 |
| 4.3.1.3 | Composición corporal.....                                                                      | 108 |
| 4.3.1.4 | Cálculo del somatotipo y somatocarta .....                                                     | 109 |
| 4.3.2   | DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA .....                                                                 | 110 |

|         |                                                                                                   |     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.2.1 | Equipo de medición .....                                                                          | 110 |
| 4.3.2.2 | Protocolo de medición .....                                                                       | 112 |
| 4.3.3   | HEMATOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y ANÁLISIS DE ORINA.....                                                  | 114 |
| 4.3.3.1 | Determinación analítica en sangre .....                                                           | 114 |
| 4.3.3.2 | Determinación analítica en orina .....                                                            | 116 |
| 4.3.4   | VALORACIÓN PSICOLÓGICA.....                                                                       | 116 |
| 4.3.4.1 | Instrumento de valoración .....                                                                   | 116 |
| 4.3.4.2 | Protocolo de valoración .....                                                                     | 119 |
| 4.3.5   | ANÁLISIS DE LA INGESTA .....                                                                      | 122 |
| 4.3.5.1 | Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFC) ...                                      | 122 |
| 4.3.5.2 | Registro dietético de 3 días .....                                                                | 122 |
| 4.3.6   | SUPLEMENTACIÓN NUTRICIONAL .....                                                                  | 125 |
| 4.3.7   | ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....                                                                         | 127 |
| 5       | RESULTADOS .....                                                                                  | 131 |
| 5.1     | DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO .....                                                                      | 131 |
| 5.2     | CARACTERÍSTICAS DE LA TEMPORADA .....                                                             | 133 |
| 5.3     | VALORACIÓN DEL EQUIPO A LO LARGO DEL ESTUDIO .....                                                | 138 |
| 5.3.1   | Características antropométricas .....                                                             | 138 |
| 5.3.1.1 | Características antropométricas básicas del equipo .....                                          | 138 |
| 5.3.1.2 | Características antropométricas básicas por posiciones.....                                       | 138 |
| 5.3.1.3 | Otras características antropométricas del equipo: pliegues, diámetros y circunferencias.....      | 140 |
| 5.3.1.4 | Otras características antropométricas por posiciones: pliegues, diámetros y circunferencias ..... | 141 |
| 5.3.2   | Composición corporal.....                                                                         | 144 |
| 5.3.2.1 | Composición corporal del equipo.....                                                              | 144 |
| 5.3.2.2 | Composición corporal en función de la posición .....                                              | 147 |
| 5.3.3   | Somatotipo .....                                                                                  | 155 |
| 5.3.3.1 | Somatotipo del equipo.....                                                                        | 155 |
| 5.3.3.2 | Características del somatotipo por posiciones.....                                                | 156 |
| 5.3.4   | Dinamometría isocinética .....                                                                    | 160 |
| 5.3.4.1 | Dinamometría isocinética global del equipo.....                                                   | 160 |
| 5.3.4.2 | Dinamometría isocinética por posiciones.....                                                      | 163 |
| 5.3.5   | Características hematológicas y bioquímicas del equipo .....                                      | 168 |

|       |                                                                                                |     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.3.6 | Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD) del equipo. .... | 176 |
| 5.3.7 | Análisis de la ingesta.....                                                                    | 179 |
| 6     | DISCUSIÓN.....                                                                                 | 185 |
| 6.1   | CARACTERÍSTICAS DE LA TEMPORADA .....                                                          | 185 |
| 6.2   | ANTROPOMETRÍA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO<br>188                                        |     |
| 6.3   | DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA .....                                                                 | 196 |
| 6.4   | VALORACIÓN BIOQUÍMICA Y HEMATOLÓGICA .....                                                     | 198 |
| 6.5   | VALORACIÓN PSICOLÓGICA.....                                                                    | 200 |
| 6.6   | ANÁLISIS DE LA INGESTA DIETÉTICA .....                                                         | 202 |
| 7     | CONCLUSIONES .....                                                                             | 207 |
| 8     | REFERENCIAS .....                                                                              | 211 |
| 9     | ANEXOS.....                                                                                    | 238 |
| 10    | PUBLICACIONES DE ESTA TESIS .....                                                              | 257 |



# **LISTADO DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS**

## TABLAS

- Tabla 1** Agenda tipo de un jugador de una semana en periodo competitivo.
- Tabla 2** Sistema de clasificación de los suplementos nutricionales para deportistas propuesta por el Instituto Australiano del Deporte. Adaptado de: <http://ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>.
- Tabla 3** Sistema de clasificación de los suplementos nutricionales para deportistas propuesta por la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva. Fuente: Kreider, R.B., Wilborn, C.D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A.L., Collins, R., Cooke, M., Earnest, C.P., Greenwood, M., Kalman, D.S., Kerksick, C.M., Kleiner, S.M., Leutholtz, B., Lopez, H., Lowery, L.M., Mendel, R., Smith, A., Spano, .M, Wildman, R., Willoughby, D.S., Ziegenfuss, T.N. & Antonio, J. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 7(7).
- Tabla 4** Primeros puestos alcanzados por los jugadores del Club Balonmano Valladolid.
- Tabla 5** Catalogación nutricional internacional para adultos según el IMC.
- Tabla 6** Aporte energético-nutricional de Isostar Booster Gel ®.
- Tabla 7** Aporte nutricional de Redoxon Complex®.
- Tabla 8** Características antropométricas básicas del equipo al comienzo del estudio por posición.
- Tabla 9** Clasificación al final de la “primera vuelta”, Liga ASOBAL 2007-2008, a 15 de diciembre de 2007 (tomado de archivo ASOBAL).
- Tabla 10** Clasificación final de la Liga ASOBAL 2007-2008 (tomado de archivo ASOBAL).
- Tabla 11** Cronología de los partidos disputados y sus resultados durante el periodo a estudio.
- Tabla 12** Características antropométricas básicas del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 13** Características antropométricas básicas del equipo a lo largo del estudio por posición.
- Tabla 14** Valores de los pliegues, diámetros y circunferencias del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 15** Medidas antropométricas de los pliegues, diámetros y circunferencias del equipo por posiciones a lo largo del estudio.
- Tabla 16** Composición corporal (pesos) del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 17** Medidas de pesos (absolutos y porcentuales) para las distintas posiciones a lo largo del estudio.
- Tabla 18** Descripción del somatotipo del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 19** Características del somatotipo del equipo por posiciones a lo largo del estudio.
- Tabla 20** Resultados de la dinamometría isocinética global del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 21** Potencia y fatiga en la dinamometría isocinética del equipo por posiciones a lo largo del estudio.
- Tabla 22** Fuerza corregida por peso en la dinamometría isocinética del equipo por posiciones a lo largo del estudio.
- Tabla 23** Descripción del hemograma global del equipo a lo largo del estudio.

- Tabla 24** Descripción de la bioquímica global del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 25** Status antioxidante en plasma del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 26** Valores medios obtenidos en el análisis sistemático de orina global del equipo a lo largo del estudio.
- Tabla 27** Puntuación global y de las subescalas del cuestionario Característica Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD) a lo largo del estudio.
- Tabla 28** Ingesta media diaria de energía, perfil calórico, perfil lipídico y fibra del equipo de balonmano estimada a partir del cuestionario de frecuencia de consumo.
- Tabla 29** Ingesta media diaria de energía, perfil calórico, perfil lipídico y fibra del equipo de balonmano a lo largo del estudio estimada a partir de registros de tres días.
- Tabla 30** Ingesta media diaria de micronutrientes con capacidad antioxidante del equipo de balonmano a lo largo del estudio estimada a partir de registros de tres días.
- Tabla 31** Comparación de las principales variables antropométricas entre las selecciones participantes en el Campeonato del Mundo (n=409) y el presente estudio (n=19) en función de la posición de juego.
- Tabla 32** Comparación del peso e IMC del Club BM Valladolid en enero y de los jugadores del estudio de Urban (Urban et al. 2011a).

## FIGURAS

- Figura 1** Harpastum. Mosaico en la Villa Romana del Casale, Piazza Armerina, Sicilia, Italia (siglo IV d.C.). (Reproducido bajo GNU Free Documentation License).
- Figura 2** Juego de Palma (reproducido bajo GNU Free Documentation License).
- Figura 3** Dimensiones del terreno de juego en balonmano (tomado de “Google images”).
- Figura 4** Posiciones de juego en balonmano (tomado de “Google images”).
- Figura 5** Posición de portero (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 6** Posición de central (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 7** Posición de lateral (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 8** Posición de extremo (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 9** Posición de pivote (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 10** Jugadores en defensa (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 11** Pirámide propuesta por Broenkhof en 1976 sobre el rendimiento deportivo.
- Figura 12** Jugadores, técnicos y directivos del Club Balonmano Valladolid en la temporada 2007/2008 (archivo fotográfico Balonmano Valladolid\*).
- Figura 13** Asiento y sujeciones del sillón del dinamómetro (Enraf-Nonius®).
- Figura 14** Sujeción distal del miembro inferior al brazo del dinamómetro.
- Figura 15** Protocolo de análisis isocinético aplicado.
- Figura 16** Fase de calentamiento previo a la prueba isocinética.
- Figura 17** Fase de prueba isocinética.
- Figura 18** Valores para la corrección de las subescalas “Control de estrés” e “Influencia de la evaluación del rendimiento”.
- Figura 19** Valores para la corrección de las subescalas “Motivación”, “Habilidad mental” y “Cohesión de equipo”.
- Figura 20** Distribución del peso (kg) al comienzo del estudio en las diferentes posiciones de juego.
- Figura 21** Índice de masa corporal (kg/m<sup>2</sup>) al comienzo del estudio en las diferentes posiciones de juego.
- Figura 22** Pliegue de la pierna (mm) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 23** Pliegue subescapular (mm) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 24** Circunferencia del brazo (cm) por posiciones en el mes de enero.
- Figura 25** Masa grasa (%) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 26** Peso magro (%) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 27** Peso muscular (%) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 28** Peso óseo (%) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 29** Peso residual (%) del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 30** Masa grasa (%) por posiciones al comienzo del estudio.
- Figura 31** Peso magro (%) por posiciones al comienzo del estudio.
- Figura 32** Peso muscular (%) por posiciones al comienzo del estudio.
- Figura 33** Peso óseo (%) por posiciones al comienzo del estudio.

- Figura 34** Peso residual (%) por posiciones al comienzo del estudio.
- Figura 35** Masa grasa (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).
- Figura 36** Peso magro (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).
- Figura 37** Peso muscular (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).
- Figura 38** Peso óseo (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).
- Figura 39** Peso residual (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).
- Figura 40** Somatocarta global del equipo a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).
- Figura 41** Somatocarta de los centrales a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).
- Figura 42** Somatocarta de los laterales a lo largo del estudio: enero y marzo (rosa) y mayo (azul).
- Figura 43** Somatocarta de los extremos a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).
- Figura 44** Somatocarta de los pivotes a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).
- Figura 45** Somatocarta de los porteros a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).
- Figura 46** Fuerza máxima a 90° corregida por el peso (Nm/kg) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].
- Figura 47** Potencia a 240° (W) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].
- Figura 48** Fatiga a 90° (Nm/rep) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].
- Figura 49** Media de la fuerza máxima a 90° corregida por el peso (Nm/kg) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].
- Figura 50** Media de la fuerza máxima a 90° corregida por el peso magro (Nm/kg) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].
- Figura 51** Fatiga a 90° (Nm/rep) en función de la posición de juego al comienzo del estudio.
- Figura 52** Valores de la fuerza máxima a 150° corregida por el peso magro (Nm/kg) a lo largo del estudio [mes de enero (marrón) y mes de mayo (rosa)] en función de la posición de juego.
- Figura 53** Distribución de los hematíes en los jugadores a lo largo del estudio.
- Figura 54** Distribución de la hemoglobina en los jugadores a lo largo del estudio.
- Figura 55** Distribución del hematocrito en los jugadores a lo largo del estudio.
- Figura 56** Distribución de la hemoglobina glucosilada (A1CMHbC) en los jugadores a lo largo del estudio.
- Figura 57** Distribución del índice de dispersión plaquetaria en los jugadores a lo largo del estudio.
- Figura 58** Distribución de la velocidad de sedimentación globular en los jugadores a lo largo del estudio.
- Figura 59** Descripción de la Sideremia en el global del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 60** Descripción de los niveles de ferritina en el global del equipo a lo largo del estudio.

- Figura 61** Descripción de los niveles de colesterol unido a HDL en el global del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 62** Urea plasmática en el global del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 63** Descripción de los valores medios de GOT en el global del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 64** Descripción de los valores de CPK en el global del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 65** Descripción de la concentración plasmática de caroteno b del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 66** Descripción de la concentración plasmática de tocoferol d del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 67** Descripción de la concentración plasmática de vitamina A del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 68** Descripción de la concentración plasmática de vitamina C del equipo a lo largo del estudio.
- Figura 69** Puntuación en la subescala “Control del estrés” del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.
- Figura 70** Puntuación en la subescala “Cohesión del equipo” del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.
- Figura 71** Puntuación global del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.
- Figura 72** Puntuación en la subescala “Motivación” del equipo” del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.
- Figura 73** Ingesta energética del equipo estimada a partir de registros dietéticos de tres días a lo largo del estudio.
- Figura 74** Ingesta de carbohidratos del equipo estimada a partir de registros dietéticos de tres días a lo largo del estudio.
- Figura 75** Ingesta media diaria de hierro del equipo de balonmano a lo largo del estudio, estimada a partir de registros de tres días.
- Figura 76** Visita a Bodegas Vizar. 19.02.2008
- Figura 77** Visita a las Cortes de CyL. 26.02.2008
- Figura 78** Traslado de 8 horas de duración en el aeropuerto Domodédovo (Moscú). 07.03.2008
- Figura 79** Campaña de donación de sangre. 26.03.2008
- Figura 80** Comida del equipo en el Castillo de Curiel (Valladolid). 06.05.2008
- Figura 81** Variación del IMC del equipo de balonmano a lo largo del estudio.
- Figura 82** Representación en la somatocarta de las categorías de Carter (Carter, 2002).
- Figura 83** Medias de los somatotipos de los equipos nacionales participantes en el M20 ECh (tomado de Urban et al., 2010).
- Figura 84** Somatocarta de una gran muestra de jugadores españoles de alto nivel de distintas especialidades deportivas (azul) frente a la de un grupo de jugadores de balonmano (rojo).
- Figura 85** Somatocarta de los jugadores del estudio de Urban (2011c) y de los del CN Valladolid en función de la posición de juego: centrales (morado), laterales (rojo), extremos (celeste), pivotes (verde) y porteros (naranja).

\* Fondo fotográfico correspondiente a las distintas aportaciones de fotoperiodistas de los diarios El Norte de Castilla, El Día de Valladolid, El Mundo de Valladolid, así como de fotoperiodistas “freelances”, de producción propia del club y de particulares.

## ANEXOS

- Anexo 1** Cuestionario Característica Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD).
- Anexo 2** Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.
- Anexo 3** Registro alimentario (a repetir en 3 días).

# INTRODUCCIÓN

## **1 INTRODUCCIÓN**

El balonmano es un deporte olímpico de pelota disputado por dos equipos de siete jugadores que tienen por objetivo enviar el balón a la portería contraria, arrojándolo con una mano desde fuera del denominado “área de portería”.

Analizando el juego desde el punto de vista de las funciones fisiológicas se puede afirmar que éste es extraordinariamente variable en lo referente a las cargas del organismo en el transcurso del juego. Durante la práctica deportiva del balonmano los jugadores están sometidos a un ritmo rápido en la acción defensiva y ofensiva, en el que varía constantemente la dirección y la velocidad del movimiento. Además, los jugadores tienen que coordinar sus movimientos para correr, saltar o cambiar de dirección, así como para conseguir un buen control de la pelota individual y de equipo.

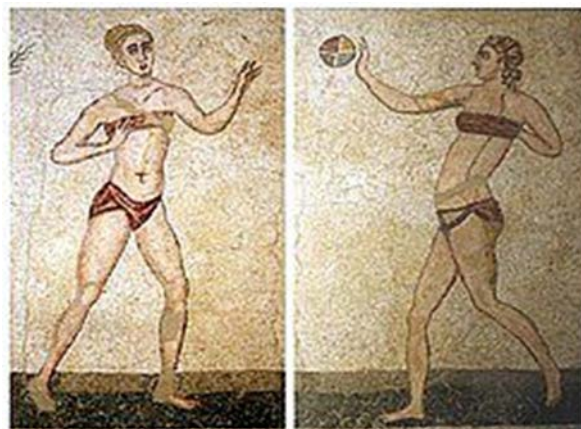
Las características del juego exigen una carga de entrenamiento físico elevada, y la competición conduce a la aparición de estrés fisiológico, biomecánico y psicológico del deportista. Estos factores influyen negativamente en el estado de salud y en el rendimiento deportivo, por lo que la valoración clínica y funcional a través del reconocimiento médico-deportivo se hace imprescindible para asegurar un estado de salud y un rendimiento deportivo óptimos de los jugadores de balonmano.

### **1.1 BALONMANO**

#### **1.1.1 EL JUEGO Y LA TEMPORADA**

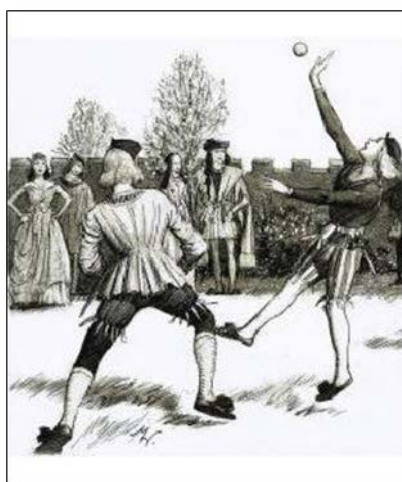
##### **1.1.1.1 Desarrollo histórico del balonmano**

Los juegos de pelota se han ido desarrollando en diferentes culturas desde la antigüedad. Se pueden encontrar ejemplos documentados en obras como la Odisea de Homero en el 600 a.C., o en los tratados médicos de Galeno en el 200 d.C., en los que Galeno recomendaba a sus pacientes que jugaran al Harpastum (Figura 1), un juego de pelota similar al balonmano (Pérez & Gerona, 2008).



**Figura 1: Harpastum. Mosaico en la Villa Romana del Casale, Piazza Armerina, Sicilia, Italia (siglo IV d.C.). (Reproducido bajo GNU Free Documentation License).**

Durante la Edad Media las justas y torneos acaparaban las actividades lúdicas principales en relación con las artes de la guerra y, desde el aspecto no beligerante, se empezaron a desarrollar juegos de pelota, involucrando a los pies o a las manos, como *La Soule* y el *Jeu de Paume* (Juego de Palma) (Figura 2). Con el avance de las sociedades y la prohibición de los torneos y justas, estos últimos comenzaron su desarrollo definitivo.



**Figura 2: Juego de Palma (reproducido bajo GNU Free Documentation License).**

En la América precolombina los juegos con pelotas de caucho eran muy populares. Los indios aztecas y mayas practicaban juegos como el *Pok-ta-pok* o *Tlachatli*, asociados en mayor o menor medida a rituales sagrados, llegándose a practicar el sacrificio del ganador del juego como ofrenda a los dioses (Graulich, 2003). El primer campo de juego de pelota fue construido por los olmecas en el año 760 a.C.

La aparición del balonmano propiamente dicho ocurre a finales del siglo XIX. La Revolución Industrial y el acceso a la educación favorecieron el asociacionismo y un mayor acceso al deporte por parte de las distintas clases sociales. De esta forma, en la antigua Checoslovaquia y en la zona de los Balcanes, hacia 1892 se jugaba al *Hazema*, ideado por J. Klenker, que fue introducido en las sociedades gimnásticas de los primeros años del siglo XX por W. Woras y Vadoc Karas (Schrodt, 2011).

En la misma época en Alemania y Suiza aparece el *Raffaballspied* como método de entrenamiento gimnástico, desarrollándose y modificándose hacia 1915 para crear el *Toor-ball*, un juego que sirvió a las trabajadoras de las fábricas alemanas de Siemens como divertimento en las pausas de sus largas jornadas laborales durante la Primera Guerra Mundial.

Dinamarca fue otro país pionero en la creación de lo que hoy conocemos como balonmano, siendo el profesor Nielsen el creador a finales del siglo XIX del *Handbolt*, que se jugaba con 11 jugadores.

Tras la Primera Guerra Mundial, a medida que todos estos juegos se iban haciendo populares, las reglas fueron perfeccionándose y estandarizándose para formar lo que hoy en día conocemos como el balonmano, siendo los profesores de la Escuela de Educación Física de Berlín, Schelenz y Diem, los que establecieron las reglas del balonmano en 1919 (Olympic.org, 2015).

Otra teoría sitúa los inicios del balonmano en Uruguay como una mezcla de baloncesto, fútbol y rugby que se comenzó a forjar a principios del siglo XIX. Según esta hipótesis, el balonmano fue importado desde Uruguay hasta Europa por los soldados alemanes encarcelados en Montevideo tras la Primera Guerra Mundial (XVI Juegos Panamericanos, 2009).

En la segunda década del siglo XX el balonmano se estandarizó y popularizó para ser disputado por equipos de 11 jugadores que competían en un campo de fútbol, con un balón de dimensiones similares a las de este último deporte y con las áreas a 13 metros de la portería.

La Segunda Guerra Mundial frenó el desarrollo de todos los deportes en general, pero el balonmano de forma particular sufrió un gran retroceso, dado que los países más devastados por esta guerra eran justamente en los que se practicaba mayoritariamente este deporte.

En la España de finales del siglo XIX y principios del XX la actividad deportiva se centraba en las escuelas militares de la época. No existen testimonios del desarrollo del balonmano hasta 1928 en la Escuela Naval de Ferrol. En 1929 el Capitán Mendoza escribió la primera normativa básica del balonmano. En 1941 se creó la Federación Española de Balonmano, disputándose en 1943 el Primer Campeonato de España de Balonmano a once. El primer partido internacional se disputó en 1949 contra Francia.

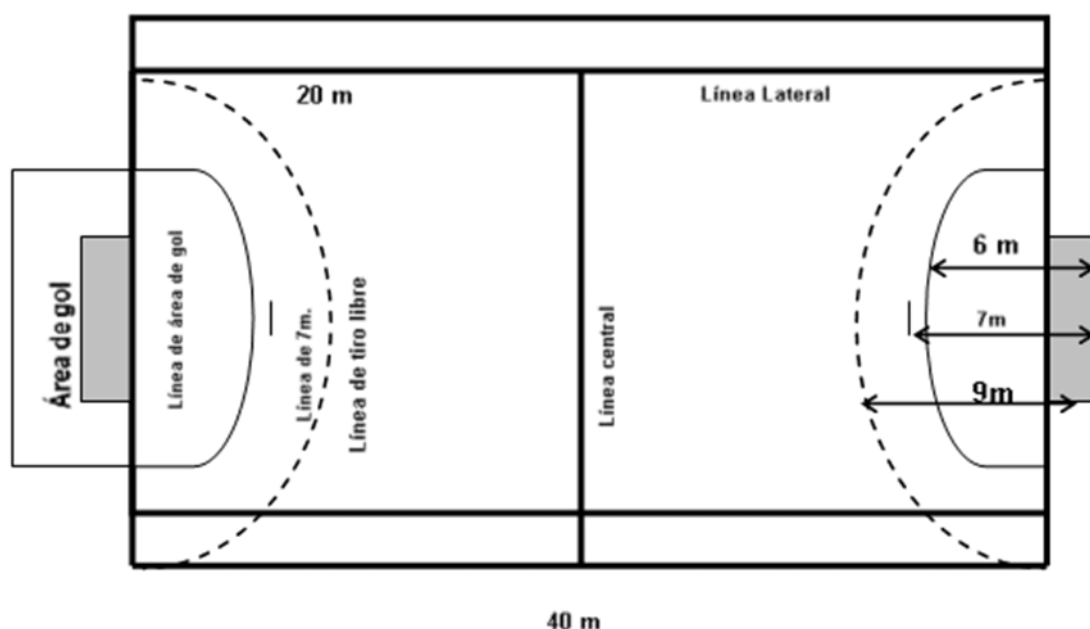
Con respecto a los orígenes olímpicos del balonmano, aunque ya en la olimpiada de Helsinki de 1952 se hizo una demostración del juego moderno, no fue establecido

como deporte olímpico oficial hasta la olimpiada de Munich de 1972, en la que participaron 16 selecciones nacionales, haciéndose con la victoria el equipo de Yugoslavia (Olympic.org, 2015).

#### 1.1.1.2 El balonmano moderno

Como se ha mencionado, en la actualidad el balonmano es un deporte de carácter colectivo, de alto nivel de intensidad, donde la condición física, la potencia muscular y la destreza técnica han de conjugarse con una mente ágil (Pérez & Gerona, 2008).

Se juega en pista cerrada y los equipos están formados por siete jugadores. La pista tiene 40 m de largo y 20 m de ancho (Figura 3), y la pelota tiene una circunferencia de 58 a 60 cm, pesando de 425 a 480 g (International Olympic Committee, 2015).



**Figura 3: Dimensiones del terreno de juego en balonmano**  
(tomado de "Google images").

Los partidos tienen una duración de una hora, dividida en dos mitades de 30 minutos, con un descanso de 10 minutos entre ambas. Cada mitad del partido se alarga aproximadamente en diez minutos, dado que el tiempo se para en algunas ocasiones.

El juego se desarrolla entre pases, lanzamientos y regates con la pelota (Bárcenas, 1991). Los jugadores pueden parar, lanzar, coger, botar o golpear la pelota principalmente con sus manos, aunque pueden utilizar cualquier parte del cuerpo, excepto los pies. No hay mucho juego de media pista y la mayoría se desarrolla alrededor de las áreas de portería.

Hay cinco posiciones de jugadores: portero, central, lateral, pivote y extremo (Figura 4) (International Handball Federation, 2007).



**Figura 4: Posiciones de juego en balonmano (tomado de “Google images”).**

El portero (Figura 5) es el encargado de parar el balón, impidiendo que éste entre en el área de la portería. Este jugador no puede salir del área de seis metros con la pelota en la mano, pero la puede tocar fuera del área si se la pasa un compañero.

El central (Figura 6) es el eje del equipo y es la extensión del entrenador en el campo. Es el que manda en ataque y defensa: marca las jugadas, coloca a los jugadores e indica desde dónde deben comenzar los ataques estáticos.



**Figura 5: Posición de portero (archivo fotográfico del CB Valladolid -AFCBMVA-).**



**Figura 6: Posición de central (AFCBMVA).**

Los laterales (Figura 7) se sitúan uno a cada lado del central. Suelen ser jugadores altos y corpulentos con un potente lanzamiento. Entre sus funciones destacan romper defensas cerradas (Figura 10) desde la línea de 9 metros y asistir, en la mayoría de ocasiones, a los extremos.

Los extremos (Figura 8) se disponen uno a cada lado de los laterales. Suelen ser jugadores rápidos, ágiles, poco pesados y con gran capacidad de salto. Aprovechan al máximo el terreno de juego para abrir las defensas y generar huecos. Comienzan las jugadas de ataque estático desde su posición, pudiendo convertirse en una fuente constante de goles cuando se juega contra defensas abiertas.



**Figura 7: Posición de lateral (AFCBMVA).**



**Figura 8: Posición de extremo (AFCBMVA).**



**Figura 9: Posición de pivote (AFCBMVA).**



**Figura 10: Jugadores en defensa (AFCBMVA).**

El pivote (Figura 9) es el encargado de internarse en la muralla defensiva y abrir huecos donde sea posible. Son jugadores robustos que funcionan bien en el cuerpo a cuerpo. Sus movimientos pueden dejar paso libre a los laterales, pero también se convierten en goleadores cuando reciben un buen pase y se giran con velocidad hacia la portería.

Al central y los laterales se les llama jugadores de primera línea, y a los extremos y el pivote se les denomina jugadores de segunda línea.

Las características morfológicas constituyen una aptitud básica del jugador para ciertas posiciones en las que ha de desarrollar el juego con eficacia (Srhoj, 2002), y esta característica podría ser valorada previamente a la incorporación al equipo de algunos jugadores (por ejemplo, alternancia entre defensas y pivotes).

#### **1.1.1.3 Los entrenamientos y la temporada**

En la mayoría de los equipos los jugadores están sometidos semanalmente a seis sesiones de entrenamiento físico-táctico de aproximadamente dos horas de duración, a tres sesiones de video de una hora de duración en la que se revisan los errores cometidos en el último partido, las principales jugadas del equipo adversario y cómo se deben afrontar las jugadas individuales y colectivas, y a dos sesiones de entrenamiento de fuerza en el gimnasio de una hora de duración. A todo esto se añade la participación en una o dos competiciones deportivas de 90 minutos de duración, aproximadamente (incluyendo un descanso de 15 minutos). Por tanto, la agenda de una semana tipo podría quedar organizada como se muestra en la Tabla 1.

|        | LUNES                            | MARTES                              | MIÉRCOLES                           | JUEVES                           | VIERNES                          | SÁBADO             | DOMINGO  |
|--------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|----------|
| MAÑANA | Vídeo (1h)<br>Entrenamiento (2h) | Entrenamiento (2h)<br>Gimnasio (1h) | Entrenamiento (1h)<br>Gimnasio (1h) | Vídeo (1h)<br>Entrenamiento (2h) | Vídeo (1h)<br>Entrenamiento (2h) | Entrenamiento (1h) | Descanso |
| TARDE  | Descanso                         | Descanso                            | Entrenamiento (2h)                  | Descanso                         | Descanso                         | <b>PARTIDO</b>     | Descanso |

**Tabla 1: Agenda tipo de un jugador de una semana en periodo competitivo.**

La temporada profesional discurre entre el mes de agosto de un año y el de junio del siguiente, con un periodo vacacional intermedio de dos semanas en diciembre, y un periodo de acondicionamiento deportivo en el primer mes (“pretemporada” en el mes de agosto) y en las tres semanas siguientes al período vacacional de diciembre (“segunda pretemporada” en el mes de enero).

Algunos jugadores pertenecen a Selecciones Nacionales, por lo que dedican la primera semana vacacional de diciembre y las semanas de enero a la concentración con sus selecciones, descansando solamente una semana en Navidad y realizando un mayor esfuerzo psico-físico durante la “segunda pretemporada” que el resto.

#### **1.1.1.4 Las actividades paralelas**

Los jugadores profesionales se ven obligados a acudir a diversos actos relacionados con su actividad. Estos actos incluyen presentaciones del equipo o de productos de los patrocinadores, comidas y/o cenas en las que su dieta habitual se ve alterada,

entrevistas en medios de comunicación (habitualmente en el “*prime time*”), o desplazamientos y concentraciones que habitualmente se hacen en medios de transporte económicos (autobús, furgonetas de transporte, etc.) y que condicionan una duración de los traslados excesiva y transgresiones dietéticas, entre otros.

Todo esto, unido al ritmo de entrenamientos en volumen e intensidad, favorece la aparición de fatiga, que a su vez puede alterar el estado de salud y el rendimiento deportivo de los jugadores.

### **1.1.2 DEMANDAS FISIOLÓGICAS DEL BALONMANO**

Aunque las demandas fisiológicas en los deportes de equipo han sido estudiadas por distintos autores desde mediados del siglo XX (Stone & Kilding, 2009), hasta la década de 1970 no se realizó el primer estudio sobre el tema (Mikkelsen & Olesen, 1976), y realmente no se profundizó en ello hasta inicios del siglo XXI (Rannou et al., 2001).

El control de la frecuencia cardiaca en los deportes en los que se realiza ejercicio intermitente (como el balonmano) es un buen método de análisis de las demandas fisiológicas (McInnes et al., 1995; Achten et al., 2003). Así mismo, la determinación de la máxima potencia aeróbica mediante la determinación del consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_2$  máx.), utilizando autoanalizadores portátiles de gases, y la toma de muestras de sangre durante el juego para la determinación de lactato, conforman las pruebas de uso más frecuente para el análisis de las modificaciones fisiológicas durante el ejercicio (Rannou et al., 2001).

Con respecto al consumo máximo de oxígeno, los resultados de los estudios de Rannou et al. realizados en jugadores de balonmano coinciden con los hallados en estudios previos (Mikkelsen & Olesen, 1976), habiéndose encontrado valores medios de entre 58 y 60 ml/(min·kg), que son muy similares a los observados en otros deportes en los que el metabolismo aeróbico es la principal vía metabólica, como en corredores de fondo (Rannou et al., 2001). Otros autores (Delamarche et al., 1987) han reportado que el  $\text{VO}_2$  máx. en los jugadores de balonmano no mantiene una relación directa con el rendimiento deportivo, habiéndose observado cifras de  $\text{VO}_2$  máx. elevadas en los jugadores que no habían sido los más activos durante los encuentros.

Durante los primeros segundos de un ejercicio de alta intensidad se estimula la glucólisis anaeróbica, produciéndose acúmulos importantes de lactato en el músculo que se correlacionan con el incremento de los valores de lactato en sangre tras los 5 minutos siguientes a la finalización del ejercicio (Saltin, Gollnick, Eriksson & Pielh, 1971). Rannou et al. evidenciaron esta relación, lo que justifica la importancia de la vía anaeróbica en relación con las acciones cortas de alta intensidad que requiere la práctica del balonmano.

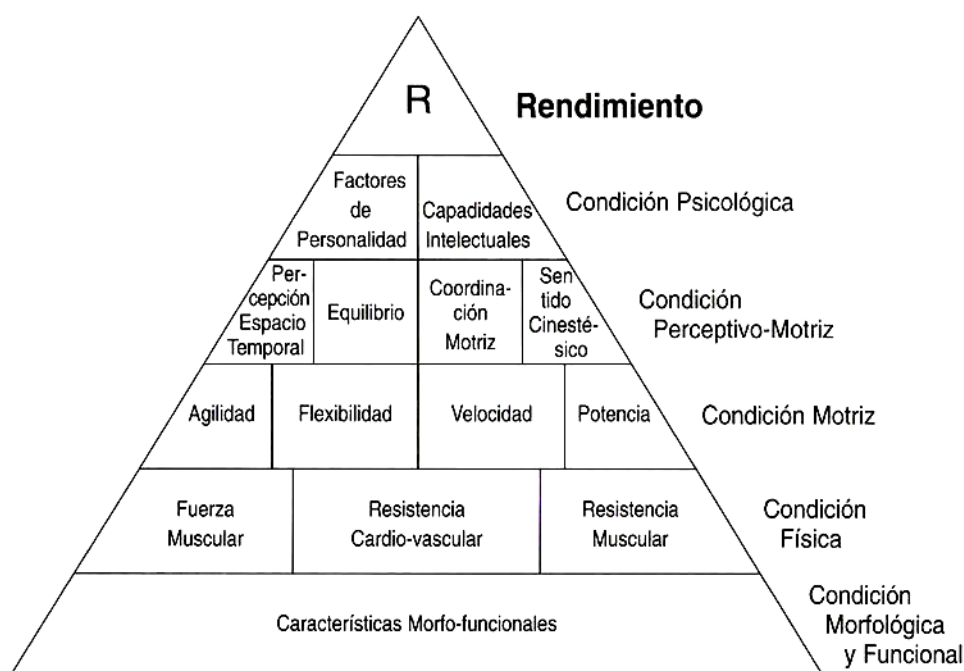
Con respecto al trabajo de fuerza, el balonmano requiere aptitudes similares a las encontradas en otros deportistas que realizan trabajo de resistencia muscular (Arsac, Belli & Lacour, 1996).

Por todo lo anterior, el balonmano, desde el punto de vista fisiológico, requiere un metabolismo aeróbico basal elevado para el desarrollo de fuerza-resistencia y unos niveles altos del metabolismo anaeróbico de forma intermitente para el desarrollo de la fuerza explosiva.

## 1.2 RENDIMIENTO DEPORTIVO

### 1.2.1 LA PIRÁMIDE DEL RENDIMIENTO

El rendimiento deportivo se debe valorar como la expresión global de una multitud de capacidades y condiciones concretas que lleven a la unión entre la realización y el resultado de la acción deportiva (Ehlenz, Grosser & Zimmermann, 1990). De este modo, en 1976 Broenkhof (Broenkhof, 1976) propuso un esquema piramidal en el que todos estos factores pudieran quedar interrelacionados (Figura 11).



**Figura 11: Pirámide propuesta por Broenkhof en 1976 sobre el rendimiento deportivo.**

Según dicho esquema, la base de la pirámide la constituyen las características morfo-funcionales del deportista; es decir, las características antropométricas que definen al deportista y que han de ser específicas para cada modalidad deportiva, y los aspectos fisiológicos. En el balonmano se distinguen distintos morfotipos dependiendo del rol que cada jugador desempeñe dentro del equipo (Srhoj, Marinovi, & Rogulj, 2002; Urban, Kandrác & Tábořský, 2011b). Así, los centrales muestran un mayor predominio del componente muscular y talla alta; los laterales presentan mayor talla, mayor envergadura (distancia entre pulpejos del tercer dedo de ambas manos con los brazos en cruz) y mayor diámetro óseo; los extremos, una menor talla, menor peso y menor porcentaje grasa; los pivotes, mayor peso, mayor masa grasa y mayor volumen; y los porteros generalmente presentan mayores longitudes (y talla) y circunferencias óseas.

En el segundo nivel de la pirámide se encuentra la condición física, que está determinada por tres factores: 1) la fuerza muscular, definida como el máximo grado de tracción que se aplica en una contracción muscular (Clarke, 1976); 2) la resistencia cardiovascular, entendida como la habilidad para posponer la aparición de fatiga en una actividad física persistente desarrollada por medio de movimientos generales de todo el cuerpo (Larson & Michelman, 1973); y 3) la resistencia muscular, que es el número sucesivo de movimientos de fuerza muscular o potencia que se realizan en un gran periodo de tiempo (Larson & Michelman, 1973).

El tercer nivel de la pirámide está ocupado por la condición motriz, que incluye la agilidad (velocidad en los cambios de posición del cuerpo), la flexibilidad (grado de movimiento de una o varias articulaciones), la velocidad (capacidad de realizar movimientos lo más rápidamente posible) y la potencia (habilidad de realizar la máxima fuerza en el menor tiempo posible) (Clarke, 1976; Larson y Michelman, 1973).

En el cuarto escalón se encuentran las capacidades para percibir el movimiento; esto es, la condición perceptivo-motriz. Esta condición engloba la percepción espacio-temporal, el equilibrio, la coordinación (capacidad de realizar distintos movimientos al mismo tiempo) y el sentido cinestésico (capacidad de analizar las sensaciones que tiene el sujeto de su propio movimiento). Este nivel se relaciona directamente con la técnica deportiva.

Finalmente, el último nivel comprende la condición psicológica, que engloba los factores de personalidad y a las capacidades intelectuales.

### **1.2.2 VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO**

La valoración del rendimiento deportivo representa una de las pruebas más codiciadas para la valoración objetiva del funcionamiento óptimo del deportista. Con este fin el deportista habitualmente es sometido a diferentes pruebas que permiten tener una aproximación del estado de cada uno de los elementos que intervienen en el rendimiento. No obstante, es necesario destacar que, por diversos motivos, con frecuencia dicha valoración no se realiza de la forma más completa posible, pasando por alto la evaluación de algunas capacidades que pueden ser de vital importancia para el perfecto funcionamiento del deportista.

En la gran mayoría de los equipos deportivos y en los deportes individuales, tras un reconocimiento médico-deportivo en el que se valoran las capacidades morfo-funcionales del deportista, únicamente se realiza un electrocardiograma en reposo y, en ocasiones, una prueba cardiológica de esfuerzo para determinar si la condición física del deportista es óptima para el desarrollo de su actividad profesional.

En cuanto a la valoración psicológica del deportista, si bien su introducción en el proceso de la valoración del rendimiento se ha ido incrementando durante los últimos

años, en la actualidad solamente se realiza en los clubes deportivos que cuentan con mayores posibilidades económicas, y habitualmente únicamente en los deportes que destacan realmente del resto. En nuestro país sólo los clubes de fútbol que se encuentran en los primeros puestos de la Liga destinan una parte de su presupuesto al estudio y aplicación de modificaciones psicológicas para sus jugadores.

No obstante, como se ha expuesto en el apartado anterior, el rendimiento deportivo se ha de valorar como la expresión global de las condiciones de carácter morfo-funcional, físico y psicológico que lleven a la unión entre la realización y el resultado de la acción deportiva.

#### **1.2.2.1 Valoración antropométrica: composición corporal y somatotipo**

El término cineantropometría proviene del griego y está formado por tres palabras: cine (*kinein*, movimiento), antropo (*anthropos*, ser humano) y metría (*metrein*, medición). Por tanto, etimológicamente este término hace referencia a las mediciones físicas del hombre y al estudio de su asociación con variables de función o movimiento (Anshel, 1991).

En la actualidad, la definición más utilizada de cineantropometría es la propuesta por Ross en 1978: “la cineantropometría es el estudio del tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica y función corporal con objeto de entender el proceso de crecimiento, ejercicio, rendimiento deportivo y nutrición” (Ross, 1978a; Borms et al., 1986).

La antropometría, término utilizado por Elsholtz en la Universidad de Padua en el siglo XVII, y dos siglos más tarde por Quetelet, hace referencia a las mediciones que se realizan sobre el cuerpo humano y la masa corporal (peso corporal). Éstas incluyen diámetros, longitudes, segmentos, alturas y perímetros corporales y pliegues cutáneos. Cada medición aporta información sobre aspectos físicos de la persona; los diámetros, segmentos y alturas describen el aspecto genotípico de la estructura ósea, y los perímetros corporales y pliegues cutáneos aportan información sobre aspectos más fenotípicos, como el desarrollo de los tejidos adiposo y muscular.

Las medidas antropométricas pueden utilizarse por sí mismas como indicadores de estado o para valorar cambios (en estudios de seguimiento) mediante el uso de percentiles y puntuaciones Z-Score, o bien pueden emplearse para generar índices específicos. Además, existen muchas aplicaciones y herramientas analíticas de la antropometría, entre las que se encuentran el somatotipo, la composición corporal, la proporcionalidad y el O-Scale. Estas herramientas son utilizadas por el profesional de la salud y/o del deporte para valorar el estado actual del sujeto explorado y compararlo con datos de referencia o consigo mismo en estudios de seguimiento.

En el ámbito de la Medicina del Deporte adquiere especial relevancia la optimización morfológica, que es la obtención del perfil antropométrico ideal (tamaño, forma, composición y proporcionalidad corporal) para la modalidad deportiva practicada. Por

tanto, la cineantropometría permite valorar el grado en que las características morfológicas del deportista van a permitir un desarrollo óptimo de su rendimiento deportivo. Al mismo tiempo constituye una herramienta de partida para implementar intervenciones nutricionales y/o planes de entrenamiento individualizados con la finalidad de conseguir el máximo rendimiento del deportista. A este respecto, las herramientas analíticas de interés son la composición corporal y el somatotipo, ya que éstas son modificables mediante intervenciones diseñadas por los profesionales de la salud y del deporte (Borms, 1986).

### **Composición corporal**

El análisis de la composición corporal (CC) permite conocer las proporciones de los distintos constituyentes del cuerpo humano, lo que resulta fundamental para comprender el efecto que ejercen los diferentes factores del entorno, como la dieta, la actividad física o la presencia de enfermedad, entre otros, sobre el organismo.

Los distintos elementos constituyentes del cuerpo humano pueden ser clasificados en función del nivel de complejidad química o anatómica/estructural que interese, según la finalidad del profesional y de los métodos de análisis de CC utilizados (Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992; Wang, Heshka, Pierson, & Heymsfield, 1995). El nivel de análisis más elemental es el atómico, que incluye los elementos básicos de los que se compone la masa corporal (hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, carbono, y minerales) y que son la base para la reorganización de los componentes del cuerpo humano a nivel molecular, el cual atiende, por tanto, a criterios bioquímicos. A nivel molecular el organismo puede ser dividido en agua, proteínas, glucógeno, minerales y lípidos. Estos elementos moleculares a su vez pueden reagruparse en dos, tres o cuatro compartimentos. De acuerdo con el modelo más simple (bi-compartimental o de dos compartimentos), el cuerpo humano se compone de masa libre de grasa (MLG), compuesta por proteínas, glucógeno, minerales y agua, y masa grasa (MG), constituida por los lípidos del organismo. El nivel celular fracciona el cuerpo humano compartimentalizando los constituyentes químicos del organismo en estructuras anatómicas. De este modo, el cuerpo humano puede ser dividido en masa celular (lípidos en los adipocitos y masa celular corporal metabólicamente activa) y contenido extracelular (líquidos y sólidos extracelulares). El nivel tisular se basa en criterios anatómicos, de modo que fracciona el cuerpo humano en los diferentes tejidos corporales: tejido adiposo, tejido muscular esquelético, tejido óseo y tejido residual (órganos y residuos corporales). Por último, el nivel corporal hace referencia a características del cuerpo como la masa, volumen y densidad corporal (Wang et al., 1992; Wang et al., 1995).

Como se ha mencionado anteriormente, la cineantropometría es el estudio cuantitativo de las características físicas o morfológicas del hombre (tamaño, forma, proporción, composición y maduración) en relación a la función. En este sentido, dado que casi todas las funciones están asociadas a tejidos anatómicos, el nivel de división corporal que se utiliza en cineantropometría es el anatómico, que permite establecer relaciones

entre la masa muscular esquelética y funciones como la fuerza, la potencia o la velocidad, o entre la masa ósea y determinados factores biomecánicos que afectan capacidades físicas y estructurales, entre otras.

A continuación se exponen los principales modelos de fraccionamiento de la masa corporal utilizados para el estudio de la composición corporal.

#### Fraccionamiento corporal en cuatro componentes

El método de fraccionamiento anatómico de Matiegka, publicado en 1921, constituye uno de los primeros abordajes al estudio indirecto, *in vivo*, de la CC. Matiegka fraccionó el cuerpo humano en cuatro componentes: masa grasa (que incluye, además, la piel), masa muscular, masa ósea y masa residual (órganos, vísceras y líquidos), y desarrolló modelos predictivos de los mismos (Matiegka, 1921). Para el desarrollo de los modelos predictivos, Matiegka utilizó un conjunto de medidas antropométricas (algunas de ellas hoy en desuso) representativas de los tejidos corporales, junto con las estimaciones de los pesos de los tejidos corporales inferidos a partir de los datos de cadáveres de Vierordt (Vierordt 1890, 1906). Los modelos predictivos de Matiegka son los siguientes:

$$\text{Peso corporal (g): } P = MG + MM + MO + MR$$

*Donde: P = peso corporal (g); MG = tejido adiposo subcutáneo (g) + piel (g); MM = masa muscular (g); MO = masa ósea (g); MR = masa residual (órganos, vísceras y fluidos corporales) (g)*

$$\text{Masa ósea (g): } MO = [(DH + DF + DM + DT)/4]^2 \times T \times K1$$

*Donde: DH = diámetro del húmero (cm); DF = diámetro del fémur (cm); DM = diámetro de la muñeca (cm); DT = diámetro del tobillo (cm); T = talla (cm); K1 = 1.2*

$$\text{Masa grasa (y piel) (g) = } [(PB + PA + PM + PP + PTo + PAb)/6] \times SC \times K2$$

*Donde: BP = pliegue del bíceps (mm); PA = pliegue del antebrazo (mm); PM = pliegue del muslo (mm); PP = pliegue de la pantorrilla (mm); PT = pliegue del tórax (mm); PAb = pliegue abdominal (mm); SC = superficie corporal (cm<sup>2</sup>) = 71.84 x Peso (kg)<sup>0.425</sup> x Talla (cm)<sup>0.725</sup>; K2 = 0.13*

$$\text{Masa muscular (g) = } [(CBc + CAAb + CMc + CPc)/4] \times T \times K3$$

*Donde: CBc = perímetro del brazo corregido (cm); CAAb = perímetro del antebrazo corregido (cm); CMc = perímetro del muslo corregido (cm); CPc = perímetro de la pantorrilla corregido (cm); T = talla (cm); K3 = 6.5*

$$\text{Masa residual (g)} = P \times K5$$

*Donde: P = peso (g); K5 = 0.206*

El modelo de cuatro componentes de Matiegka fue validado con estudios de disección de cadáveres en individuos de entre 55 y 94 años llevados a cabo en Bruselas por Clarys, Martin y Drinkwater entre 1979 y 1980 (Clarys, Martin & Drinkwater, 1984) y sustentó las bases para el desarrollo de los modelos de fraccionamiento corporal llevados a cabo entre 1980 y 1990, que son los utilizados en la actualidad.

Un año después de la publicación del estudio de validación del modelo de Matiegka, Drinkwater et al. propusieron nuevos coeficientes para estimar el tejido adiposo (y piel) con mayor precisión (Drinkwater, Martin, & Ross, 1985), estableciendo los siguientes modelos predictivos:

$$\text{Peso corporal (g): } P = MG + MM + MO + MR$$

*Donde: P = peso corporal (g); MG = tejido adiposo subcutáneo (g) + piel (g); MM = masa muscular (g); MO = masa ósea (g); MR = masa residual (órganos, vísceras y fluidos corporales) (g)*

$$\text{Masa ósea (g)} = [(DH + DF + DM + DT)/4]^2 \times T \times 0.92$$

*Donde: DH = diámetro del húmero (cm); DF = diámetro del fémur (cm); DM = diámetro de la muñeca (cm); DT = diámetro del tobillo (cm); T = talla (cm).*

$$\text{Masa grasa (y piel) (g)} = [(PB + PA + PM + PP + PTo + PAb)/6] \times SC \times 0.17$$

*Donde: BP = pliegue del bíceps (mm); PA = pliegue del antebrazo (mm); PM = pliegue del muslo (mm); PP = pliegue de la pantorrilla (mm); PT = pliegue del tórax (mm); PAb = pliegue abdominal (mm); SC = superficie corporal (cm<sup>2</sup>) = 71.84 x Peso (kg)<sup>0.425</sup> x Talla (cm)<sup>0.725</sup>*

$$\text{Masa muscular (g)} = [(CBc + CAbc + CMc + CPc)/4] \times T \times 7.11$$

*Donde: CBc = perímetro del brazo corregido (cm); CAb = perímetro del antebrazo corregido (cm); CMc = perímetro del muslo corregido (cm); CPc = perímetro de la pantorrilla corregido (cm); T = talla (cm)*

$$\text{Masa residual (g)} = P \text{ (g)} \times 0.235$$

*Donde: P = peso (g)*

La utilización de estos nuevos coeficientes en las ecuaciones originales de Matiegka permitía realizar estimaciones razonables de los compartimentos corporales muscular y óseo, pero el error en las estimaciones de la suma del tejido adiposo y la piel seguía siendo inaceptable (Drinkwater et al., 1985).

En 1980, De Rose y Guimaraes (De Rose & Guimaraes, 1980) estimaron cada uno de los compartimentos corporales utilizando nuevos modelos predictivos. Concretamente, estos autores estimaron la masa grasa utilizando la ecuación de Faulkner (Faulkner, 1968), la masa ósea mediante la ecuación de Rocha (Rocha, 1975), y la masa residual con la fórmula de Würch (Würch, 1974). Finalmente, la estimación de la masa muscular se realizó de acuerdo con la propuesta de Matiegka, restando al peso corporal total la suma de los tres compartimentos estimados:

$$\text{Masa grasa (\%)} = 5.783 + (0.153 \times \sum 4P)$$

*Donde:  $\sum 4P$  = pliegues tricipital (mm) + pliegue subescapular (mm) + pliegue supraespinal (mm) + pliegue abdominal (mm)*

$$\text{Masa ósea (kg)} = 3.02 \times (T^2 \times DM \times DF \times 400)^{0.712}$$

*Donde: T = talla (m); DM = diámetro de la muñeca (m); DF = diámetro del fémur (m)*

$$\begin{aligned} \text{Masa residual (kg): En hombres} &= (P \times 24.1)/100 \\ \text{En mujeres} &= (P \times 20.9)/100 \end{aligned}$$

*Donde: P = peso corporal (kg)*

$$\text{Masa muscular (kg)} = P - (MG + MO + MR)$$

*Donde: P = peso corporal (kg); MG = masa grasa (kg); MO = masa ósea (kg); MR = masa residual (kg)*

En paralelo al trabajo de De Rose y Guimaraes, en 1980 Drinkwater y Ross (Drinkwater y Ross, 1980) desarrollaron un método de fraccionamiento utilizando el modelo Phantom previamente desarrollado por Ross y Wilson en 1974 (Ross & Wilson, 1974). Brevemente, el modelo Phantom se trata de una referencia humana

unisexual con características antropométricas específicas (establecidas en base a grandes estudios poblacionales) que permite describir las características antropométricas (peso, talla, perímetros corporales, pliegues cutáneos, y masas fraccionales) de un sujeto en puntuaciones Z-Score.

La estrategia de fraccionamiento corporal propuesta por Drinkwater y Ross en 1980 permite calcular las masas fraccionales propuestas por Matiegka (masa grasa, masa ósea, masa muscular y masa residual) a partir de las medidas de los diámetros, perímetros y pliegues representativas de cada una de ellas, calculando en primer lugar las puntuaciones Z-Score de cada medida antropométrica (tomando como referencia el modelo Phantom), posteriormente las masas fraccionales ajustadas (las masas fraccionales del individuo valorado, si fuera del tamaño del Phantom) y, finalmente, ajustando esta estimación de las masas fraccionales a la altura del sujeto explorado. Por tanto, en este modelo se utiliza una única ecuación para estimar todos los compartimentos o masas corporales:

$$M \text{ (kg)} = [(Z \times S) + P] \times (170.18/H)^3$$

*Donde, M = masa fraccional del sujeto; Z = media de las Z-scores de cada subgrupo de las mediciones antropométricas del sujeto, que representa la Z-score de la masa fraccional; S = desviación estándar del Phantom para la masa fraccional; P = valor de la masa fraccional del Phantom; H = Talla (cm) del sujeto; 170.17 = Talla (cm) del Phantom.*

Drinkwater y Ross reportaron una correlación de  $r = 0.97$  entre el peso corporal real y la suma de las cuatro masas fraccionales estimadas, con una diferencia promedio de sólo 0.3% (Norton, 2002). Estos investigadores validaron su modelo en una investigación realizada con 457 atletas de los Juegos Olímpicos de Montreal de 1976 (309 atletas masculinos y 148 femeninos), observando un error absoluto de la suma de las masas fraccionales inferior al 5% con respecto al peso real de cada atleta (Drinkwater, 1984). No obstante, la aplicación del modelo de Drinkwater en el estudio de cadáveres de Bruselas evidenció una infraestimación del tejido adiposo de un 51.6% y una sobreestimación de los tejidos óseo, muscular y residual del 33.4, 8.4 y 41.4%, respectivamente, por lo que Drinkwater se retractó, desarrollando un nuevo modelo Phantom a partir de los datos de los cadáveres (Drinkwater, 1984).

#### Fraccionamiento corporal en cinco componentes

Tras los datos arrojados por el estudio de cadáveres de Bruselas, que invalidaron tanto el modelo de Matiegka de 1921 como el de Drinkwater de 1980, surgieron nuevos modelos de fraccionamiento corporal para la estimación de la composición corporal. Entre ellos cabe destacar el modelo de Kerr (Kerr, 1988).

En el modelo de Kerr, al igual que en el de Drinkwater, también se utiliza el modelo Phantom para predecir las masas fraccionales del cuerpo humano. No obstante, a diferencia del anterior, Kerr fracciona el cuerpo en cinco componentes: piel, tejido adiposo, muscular, óseo y masa residual (órganos y vísceras).

Para su desarrollo y validación Kerr utilizó los 25 cadáveres del estudio de Bruselas (12 hombres y 13 mujeres que habían fallecido en edades comprendidas entre los 55 y los 94 años) y una muestra de 1642 sujetos con edades comprendidas entre los 6 y los 77 años y con diferentes niveles de actividad física. Los criterios que utilizó Kerr para validar el método fueron la concordancia entre las masas fraccionales obtenidas y las observadas en los cadáveres, y la capacidad del modelo para estimar el peso corporal a partir de las estimaciones de las cinco masas fraccionales.

Este modelo fue capaz de predecir el peso corporal con un error del 1.8% en varones y del 1.3% en mujeres, un coeficiente de correlación entre el peso estimado y el peso real de  $r = 0.987$ , y un error estándar (SEE) de 3.0 kg.

Los errores de predicción del peso corporal y de las masas fraccionales estimados en los cadáveres fueron los siguientes: 1) peso corporal: -0.4% en hombres y -3.0% en mujeres; 2) piel: 5.9% en hombres y -1.0% en mujeres; 3) tejido adiposo: -3.6% en las mujeres y +5.8% en los hombres; 4) masa muscular: -0.7% en hombres y -1.2% en mujeres; 5) masa ósea: +6.7% en hombres y +3.7% en mujeres; y 6) masa residual: -1.6% en mujeres y + 0.6% en hombres. Por tanto, las estimaciones de las cinco masas fraccionales fueron adecuadas.

### **Somatotipo y somatocarta**

En la actualidad el somatotipo se define como la categoría básica (normalmente endomórfica, mesomórfica o ectomórfica) que se asigna a una persona de acuerdo a su morfología física (Martin, 2010).

Hipócrates (siglo IV a.C.) y Galeno (siglo II d.C.) clasificaban morfológicamente a los sujetos en dos categorías: los tísicos o delgados, que mostraban mayor desarrollo del eje longitudinal y una personalidad introvertida; y los apopléticos o musculosos, que presentaban mayor desarrollo del eje transversal y una personalidad extrovertida.

Posteriormente, en el Renacimiento, Leonardo da Vinci se basó en las proporciones corporales para el establecimiento de un canon estético (Popham, 1946).

En el siglo XX Viola de Bologna (1870-1943), perteneciente a la escuela italiana, hizo una división en tres grupos, dependiendo de las características morfológicas: braquiotipo, normotipo y longotipo.

En América William H. Sheldon (1898-1977) utilizó como referencia las tres capas embrionarias (endodermo, ectodermo y mesodermo) y definió por primera vez el

somatotipo como una cuantificación de los tres componentes primarios del cuerpo humano (grasa, músculo y linealidad) expresada en tres números del 1 al 7, que indican el desarrollo relativo de los tres componentes: endomorfia, ectomorfia y mesomorfia (Sheldon, Dupertuis & McDermott, 1954). El método de Sheldon se basaba en la fotoscopia y se representaba en una gráfica (denominada somatocarta) que englobaba dichos componentes (endomorfia, ectomorfia y mesomorfia).

Heath y Carter (Heath & Carter, 1967) modificaron el método de Sheldon, desarrollando el llamado “método antropométrico”. Dicho método está basado en la medición de distintas medidas del cuerpo humano para la cuantificación de los componentes del somatotipo (endomorfia o adiposidad relativa, mesomorfia o magnitud músculo-esquelética relativa y ectomorfia o linealidad relativa) y su representación gráfica en la somatocarta. Entre los estudios más relevantes llevados a cabo por Carter (Carter, 1982; 1984) destacan diversos proyectos que lideró para analizar los perfiles antropométricos de los deportistas olímpicos en los Juegos Olímpicos (JJ.OO.) de Montreal de 1976, en los JJ.OO. de Tokio de 1964, en los de Méjico de 1968 y en los de Munich en 1972.

Actualmente el somatotipo clasifica la morfología del ser humano en trece categorías mediante la cuantificación de los tres componentes propuestos por Sheldon (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia), que a su vez se establecen según la relación predominante entre los componentes y el valor alcanzado, pudiendo expresarse de forma gráfica mediante una somatocarta (Canda, 2012).

El estudio del somatotipo permite realizar comparaciones entre diversas disciplinas deportivas, sexo y rangos de edad, así como controlar al atleta a lo largo de su vida deportiva y en los distintos momentos de la temporada anual.

Por lo general, en la competición de alto nivel los atletas tienden a la mesomorfia y se alejan de la endomorfia, ya que la condición física presenta una correlación directa y positiva con respecto a la mesomorfia y negativa con respecto a la endomorfia (Canda, 2012). En algunas especialidades deportivas hay un somatotipo típico, existiendo poca variabilidad entre los atletas de la misma disciplina. En otras disciplinas la dispersión puede ser mayor.

#### **1.2.2.2 Evaluación de la fuerza, potencia y fatiga muscular mediante dinamometría isocinética**

Desde los inicios de la medicina de la actividad física se han intentado medir los parámetros de fuerza, potencia e intensidad muscular a través de distintos sistemas, desde la exploración manual al electrodiagnóstico de estimulación, pasando por métodos de balanza, sistemas de presión y levantamiento de pesas. Aunque todos

estos métodos intentaban cuantificar las distintas variables anteriormente citadas, los datos obtenidos por todos ellos se obtenían desde una vertiente subjetiva (Huesa Jiménez, 2000a).

La historia de la dinamometría isocinética no llega a los cien años de evolución. En 1927 Levyn y Gimán desarrollaron el primer ergómetro isocinético, pero el método Isocinético no se inició realmente hasta 1938, cuando Hill desarrolló la *curva fuerza/velocidad* (en la que se describe cómo las fibras musculares desarrollan menor fuerza a medida que se incrementa su velocidad de contracción) (Climent Barberá, 2001). Hasta la séptima década del siglo XX no se introdujo el método isocinético en Europa, estableciéndose sus bases fundamentales en el Primer Seminario Internacional sobre la Revolución Isocinética Europea, celebrado en Suiza en 1984 (Huesa Jiménez, 2000a).

Los avances acontecidos en el desarrollo de la informática y su implementación en la robótica han permitido el diseño de dinamómetros que generan información más precisa, fiable y con posibilidad de reproducibilidad entre distintos sistemas (Osterning, 2000).

### **Bases de la dinamometría isocinética**

En los movimientos cotidianos y en los realizados en la actividad deportiva es prácticamente imposible conseguir que la velocidad de ejecución de un movimiento a través de un eje articular sea constante, por lo que para la valoración de la fuerza es necesario un instrumento específico que permita su ejecución (Climent Barberá, 2001).

Los movimientos realizados por el sistema osteomuscular humano sobre las articulaciones se puede clasificar en tres categorías (Huesa et al., 2005):

- La primera es una ejecución estática, sin movimiento, que se expresa como fuerza isométrica. La distancia entre el origen y la inserción muscular permanece constante, por lo que no se produce ningún movimiento como resultado de la contracción. Por tanto, la velocidad de movimiento es cero y el trabajo muscular es también cero.
- En el movimiento isotónico se produce una contracción contra una carga o masa constante. A consecuencia de ello se produce un cambio entre la distancia que existe entre el origen y la inserción del músculo; es decir, un movimiento que puede ser producido por un acortamiento de la distancia (una contracción isotónica en modalidad concéntrica) o por una elongación del músculo (una contracción isotónica de modalidad excéntrica). En el movimiento isotónico la velocidad del movimiento es variable a lo largo del recorrido del movimiento, manteniéndose constante la resistencia durante todo el recorrido articular.
- El movimiento isocinético se caracteriza por mantener una velocidad angular de movimiento constante durante todo el recorrido articular. Esta velocidad será programada y la resistencia se acomodará a la propia biomecánica articular, de forma que el músculo conserva el rendimiento máximo en la totalidad del arco de

movimiento. Este movimiento se puede llevar a cabo de forma concéntrica y/o excéntrica, pudiéndose realizar un movimiento analítico sobre un eje articular (isocinéticos en cadena abierta) o un movimiento complejo que implique varias articulaciones (isocinéticos en cadena cerrada) (Huesa Jiménez, 2000a).

La resistencia que es capaz de vencer un músculo o un grupo muscular depende de la fuerza que realice, del grado de contracción previo y de la posición en la que se encuentre la articulación (Hinderer & Hinderer, 1993).

En lo referente a la fuerza, durante la realización de una contracción muscular dinámica con la máxima fuerza existen zonas del rango de movimiento en la que el músculo no ejerce todo su potencial de fuerza porque se encuentra limitado por las zonas más débiles del mismo, de modo que existen unos ángulos más favorables que otros (Martínez González-Moro, 2006). Para conseguir resolver este problema el ejercicio se puede realizar con resistencias variables, de modo que en las zonas musculares más favorables las resistencias sean mayores que en las menos favorables. Así, el músculo consigue la máxima fuerza en todo el rango de movimiento (Albert, 1995).

En los dinamómetros isocinéticos, una vez fijada la velocidad del ejercicio, ésta permanece constante durante el mismo, independientemente de la fuerza que realice el sujeto. Cuando el sujeto ejerce una fuerza capaz de producir una velocidad superior a la seleccionada, el dinamómetro aumenta la resistencia y se mantiene la velocidad estable. Si se desarrolla menos fuerza que la necesaria para mantener el movimiento a la velocidad establecida, el aparato disminuye la resistencia y “ayuda” a mantener la velocidad. Con ello se consigue la máxima fuerza para cada posición angular y, al mismo tiempo, se evita la posible aparición de lesiones por dolor o distracción, puesto que si el sujeto deja de hacer fuerza, el dinamómetro deja de oponer resistencia.

Los dinamómetros isocinéticos también permiten corregir el efecto de la gravedad. Así, en los movimientos realizados a favor de la gravedad se opone una resistencia equivalente al peso del segmento móvil y de los suplementos mecánicos unidos a él, de modo que se resta la acción de la gravedad. En cambio, en los movimientos que se hacen en contra de la gravedad el sistema corrige el déficit que supone el desplazamiento de la masa en contra de la gravedad (Martínez González-Moro, 2006).

Por lo tanto, la dinamometría isocinética se define como un sistema de evaluación que utiliza la tecnología robótica e informática para la obtención y procesamiento de datos cuantitativos de la capacidad muscular (Huesa, García & Vargas, 2005) mediante el estudio de la fuerza dinámica ejercida en un rango de movimiento determinado a una velocidad programable constante y una resistencia variable (Martínez González-Moro, 2006).

Los resultados de la dinamometría isocinética se representan gráficamente mediante curvas de fuerza/arco de movimiento que permiten relacionar los diferentes valores obtenidos entre sí y con los de otras exploraciones (Balzopoulos & Brodie, 1989).

## Principios generales

La fuerza que ejercen los músculos del sujeto genera un momento torsional o momento de fuerza (en inglés denominado *torque*) que se expresa como el producto de la fuerza ejercida (medida en Newtons) por la distancia (medida en metros) desde el eje del movimiento (eje de la articulación) al punto de aplicación de la resistencia (lugar en el que se encuentra el sensor del dinamómetro). Por tanto, sus unidades son el Newton-metro (Nm) (Hinderer & Hinderer, 1993).

Para que la evaluación sea fiable es necesario cumplir estrictamente el protocolo de medición, que contempla la colocación del sujeto a estudio, la alineación de los ejes, la colocación de los soportes, la velocidad de ejecución, el rango del movimiento, las órdenes y estímulos para ejecutar los ejercicios y los tiempo de descanso entre los mismos (Martínez González-Moro, 2006).

Una vez colocado el sujeto, para la realización del ejercicio isocinético se deben fijar los siguientes parámetros (Huesa et al., 2005):

1. Las características del ejercicio en intensidad, número de repeticiones y pausas entre las mismas.
2. El rango de movimiento, que se establece a partir de una posición inicial considerada como el “grado cero”, y la amplitud a estudio, que se determina a partir de la posición inicial.
3. La velocidad a la que se trabajará, utilizándose varias velocidades dependiendo de la articulación, grupo muscular, movimiento y protocolo específico:
  - Velocidades lentas (hasta 90°/s), con las que se consigue que el grupo muscular trabaje a su máxima capacidad. Este tipo de velocidad estimula las fibras musculares lentas (fibras tipo I) en las que ocurren determinados procesos metabólicos que incrementan la capacidad del músculo para obtener energía a partir de la oxidación de las grasas, produciendo una estimulación general a nivel mitocondrial de las enzimas oxidativas y aumentando la capilarización de la masa muscular.
  - Velocidades intermedias (desde 100 a 170°/s), con las que se favorece el mantenimiento del tono muscular mediante el estímulo de las fibras musculares de tipo I y II.
  - Velocidades rápidas (180-300°/s), que se caracterizan por la aplicación de cargas relativamente pequeñas durante períodos relativamente sostenidos en el tiempo. Este tipo de ejercicio estimula las fibras rápidas (fibras tipo II) y produce un incremento de la capacidad de la fibra muscular para utilizar energía metabólica en forma de ATP a partir de las reservas de glucógeno almacenadas en el músculo (glucogenólisis).

Mediante el uso de esta técnica en el entrenamiento, se consigue incrementar tanto la fuerza como la masa muscular (Méndez & del Valle, 2003).

Cuando las velocidades rápidas se utilizan con fines de evaluación, éstas permiten estudiar la resistencia muscular del grupo articular a estudio. Cuando se emplean como método de entrenamiento, las velocidades lentas potencian la capacidad de fuerza-resistencia y las velocidades rápidas permiten incrementar la fuerza explosiva del grupo muscular que se ejercita.

4. El tipo de ejercicio a realizar: concéntrico o excéntrico.
5. La forma de realización: continua o contracción a contracción (esta última conocida como “*overlay*” o superpuesta).

### **Criterios de normalidad en la dinamometría isocinética**

Se considera que un estudio isocinético es “normal” cuando se cumplen los siguientes criterios (Chan, 1997):

1. La curva de trabajo excéntrico debe envolver a la del trabajo concéntrico para un mismo grupo muscular, velocidad de movimiento y rango articular.
2. La morfología de las curvas deben ser similares a la curva “tipo”.
3. Las diferencias bilaterales, o entre dos exploraciones distintas, serán inferiores al 10%.
4. Los momentos máximos del trabajo concéntrico (picos de torque) son menores en las velocidades más altas.
5. La relación agonistas/antagonistas depende de la velocidad de ejecución; de esta forma a velocidades más altas, la relación tiende a la unidad.

Si alguno de estos criterios no se cumple significa que existe algún tipo de alteración, siendo necesario establecer una correlación clínico-isocinética para determinar su significado e importancia.

Mediante el estudio isocinético se pueden llevar a cabo estudios comparativos entre miembros, grupos musculares similares, grupos musculares agonistas frente a antagonistas, comparaciones de fuerza concéntrica frente a excéntrica, así como la evolución en el tiempo del desarrollo muscular (Huesa Jiménez, 2000b). Una diferencia inferior al 10% entre dos resultados de la valoración isocinética es considerada no significativa. En cambio, diferencias superiores al 20% son altamente significativas. Esto es aplicable a las comparaciones bilaterales y a las que se realizan de forma secuencial en una misma articulación (Chan, 1997).

Para poder comparar los datos obtenidos de diversas personas o poblaciones, éstos deben expresarse en función del peso corporal total o del peso muscular dando lugar a la llamada “fuerza relativa” o “momento relativo” (Méndez, 2003).

### **Aplicaciones de la dinamometría isocinética**

La cuantificación de la fuerza muscular es un método eficaz para la evaluación de los programas de entrenamiento y rehabilitación, siendo la dinamometría isocinética una excelente técnica para ello. El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza o momento torsional y como una modalidad de ejercicio para restablecer el nivel de fuerza tras una lesión o, simplemente, como entrenamiento (Martínez González-Moro, 2006).

Gracias a su aplicación en el deportista y en la propia rehabilitación de las lesiones del aparato musculo-esquelético, se ha comprobado que estos ejercicios acortan el tiempo de recuperación de ciertas lesiones y previenen la aparición de otras nuevas, ya que permiten la identificación precoz de posibles alteraciones (Oman, 1997).

Los dinamómetros isocinéticos se han utilizado en rehabilitación, especialmente de la rodilla, para la realización de ejercicios dinámicos, concéntricos y excéntricos, consiguiendo el trabajo de todo el potencial de fuerza del músculo en todos los grados del arco de movimiento (Zastsiorsky, 2006).

De todo esto se infiere que la dinamometría isocinética tiene dos posibilidades claras: 1) su utilización como una máquina de musculación de un alto grado de sofisticación con grandes posibilidades de aplicación a la mayoría de las articulaciones, que en manos del especialista sirve para ayudar a la rehabilitación de lesiones articulares; y 2) su uso como un instrumento de alta precisión para la evaluación de la función muscular y valoración articular (Cruz, Garay et al., 2008).

Las ventajas que ofrecen las técnicas isocinéticas se fundamentan en cuatro postulados (Tece, 2007):

1. **Efectividad.** Gracias a las características intrínsecas de este tipo de ejercicio se desarrolla una fuerza máxima durante todo el rango articular, y mediante la alternancia de la contracción de los músculos agonistas y antagonistas se consigue una mejora en la coordinación neuromotora.
2. **Seguridad.** El sistema acomoda las fuerzas resistivas de acuerdo a la fuerza generada por el sujeto, existiendo la posibilidad de limitar el rango articular dependiendo de las características del sujeto a estudio.
3. **Motivación.** La posibilidad que brinda el sistema de retroalimentación mediante la representación gráfica de las fuerzas ejercidas incrementa la motivación en el sujeto a examen, al someterse al test en distintos momentos. Además, el fortalecimiento muscular cuando el sistema es utilizado con fines rehabilitadores o de potenciación muscular es constatable.
4. **Seguimiento.** El sistema facilita la posibilidad de evaluación pre y post entrenamiento o tras varias sesiones mediante el registro de los resultados para comparaciones posteriores.

### **1.2.2.3 Análisis hematológico y bioquímico**

Los análisis bioquímicos y hematológicos del deportista son utilizados para detectar posibles carencias y/o estados de desequilibrio nutricional (Villa, 2001), así como para estudiar la respuesta del organismo frente al entrenamiento, dado que éste influye en la mayoría de los mismos (Nikoladis, 2003).

En consecuencia, el control bioquímico del entrenamiento permite evaluar el estado de adaptación del organismo, la capacidad de recuperación tras el entrenamiento y la posible aparición de sobre-entrenamiento. Esto, a su vez, lo convierte en una herramienta práctica y útil para planificar el volumen e intensidad de los entrenamientos con la finalidad de conseguir el máximo rendimiento del deportista.

A continuación se exponen las principales modificaciones en los parámetros bioquímicos y hematológicos relacionados con la práctica deportiva.

### **Cambios en el volumen sanguíneo y en la serie roja secundarios al ejercicio**

#### **Adaptaciones fisiológicas**

El volumen sanguíneo, constituido por el volumen plasmático y el hematocrito, es mayor en sujetos entrenados en resistencia respecto a sujetos no entrenados (Stachenfeld et al., 1998). Esta adaptación fisiológica es esencial para mejorar el rendimiento, ya que favorece el aumento del volumen sistólico y, por tanto, también el incremento del gasto cardíaco máximo, lo que a su vez contribuye a un mayor consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  max.), que puede alcanzar valores alrededor de un 47% superior al  $VO_2$  max. en reposo en entrenamientos de más de 12 semanas de duración (Warburton et al., 2004).

El aumento del volumen sanguíneo se debe principalmente a la expansión del volumen plasmático y, en menor medida, al incremento en el número de hematíes (Planas Vilà, 2000). La expansión del volumen plasmático es muy rápida, pudiendo objetivarse en la primera hora de recuperación tras el entrenamiento (López Chicharro & Lucía Mulas, 2006). Esta alteración está mediada por dos mecanismos que favorecen la retención hídrica: 1) un incremento en la liberación de la hormona antidiurética y de aldosterona y 2) el aumento de la albúmina plasmática, que a su vez condiciona un aumento en la presión osmótica.

Los cambios en el volumen plasmático influyen en las concentraciones de los componentes sanguíneos, por lo que modifican los resultados de la determinación de sustratos, hormonas y metabolitos sanguíneos, y de la fracción celular de la misma (Nunes, 2004). A este respecto, dado que la expansión del volumen eritrocitario transcurre lentamente como respuesta al entrenamiento resistido (son necesarias entre dos y tres semanas de entrenamiento para apreciar aumentos en el volumen de los hematíes), y dado que éste es menor con respecto al aumento del volumen plasmático, el hematocrito (porcentaje del volumen sanguíneo compuesto por

eritrocitos) y la concentración de hemoglobina pueden verse reducidos en el deportista entrenado.

A pesar de la disminución en los valores relativos de hematíes y de hemoglobina, los valores absolutos de los mismos se encuentran aumentados en los deportistas entrenados. Esta condición de hemodilución, denominada pseudoanemia o falsa anemia del deportista (Pérez Ruiz, 2006), es en realidad una adaptación fisiológica al ejercicio (Dill, Braithwaite & Adams, 1974) que favorece el transporte de la sangre (y por tanto de oxígeno) hacia los capilares que irrigan las fibras musculares activas, ya que hace que la sangre sea menos viscosa. A pesar de que la pseudoanemia del deportista es más habitual en los deportistas de fondo, también se ha observado en los sujetos que practican deportes de corta duración, pero de alta intensidad (Warburton et al., 2004), como lo es el balonmano.

#### Ferropenia y anemia en el deportista

La verdadera anemia constituye una alteración en la composición sanguínea caracterizada por una reducción en el número total de eritrocitos, en la cantidad de hemoglobina circulante y en el hematocrito; es decir, una baja concentración de hemoglobina condicionada por una disminución de la masa eritrocitaria.

En el caso del balonmano cobra relevancia la disminución del número de hematíes y de la cantidad de hemoglobina, ambos originados por la denominada anemia de origen mecánico o anemia por esfuerzo.

Este tipo de anemia se produce como consecuencia de la hemólisis intravascular secundaria a microtraumatismos repetidos en los capilares de la planta del pie. Los signos clínicos de la anemia de origen mecánico incluyen el aumento del volumen plasmático con la destrucción de hematíes, hemoglobinuria y sangrado intestinal, este último muy prevalente en maratonianos y tras la práctica de ejercicio intenso (Simons, 2004; Dang, 2004).

La hemólisis intravascular es frecuente tanto en deportes de larga duración (Lippi G, 2012), como en deportes de equipo y de impacto (Tan, 2012; Córdova Martínez, 2006), y es una de las causas del déficit de hierro y/o de anemia ferropénica, lo que afecta negativamente a la capacidad para realizar ejercicio (Durstine, 2004).

El hierro juega un papel clave en el rendimiento deportivo, debido a su función transportadora de oxígeno y a que es un cofactor fundamental para el funcionamiento de los procesos enzimáticos que tienen lugar en la mitocondria (Pérez Ruiz, 2006).

Tras ejercicios prolongados se ha observado una disminución en los niveles séricos y totales del hierro (Pérez Ruiz, 2006). Esto se contrarresta con el aumento de los niveles de hierro y ferritina en periodos de reposo, siempre y cuando el aporte de hierro exógeno sea adecuado y no exista patología concomitante o incremento de las pérdidas fisiológicas (como en el caso de las mujeres por la menstruación o en la

descamación del epitelio intestinal en ambos sexos). Los depósitos de hierro se consideran normales cuando los valores de ferritina son superiores a 30 ng/ml en los hombres y a 20 ng/ml en mujeres, y la saturación de transferrina es superior al 16%.

El diagnóstico de anemia ferropénica en los deportistas se establece cuando, además de objetivarse la ferropenia con valores de ferritina y de saturación de transferrina inferiores a los descritos anteriormente, también se encuentran disminuidos los niveles de hemoglobina plasmática (<12 mg/dl en hombres y <13 mg/dl en mujeres) (WHO, 2001).

### **Cambios en la serie blanca y el sistema inmunitario secundarios al ejercicio**

Las alteraciones en las cifras y en la redistribución de poblaciones leucocitarias y subpoblaciones linfocitarias secundarias a la práctica deportiva se encuentran relacionadas con diversos mecanismos, entre los que se encuentran: 1) las respuestas inflamatorias secundarias a la aparición de microtraumatismos musculares (Arnold, 2007; Rowbottom, 2000), y 2) el aumento en las catecolaminas, la hormona del crecimiento (GH), las  $\beta$ -endorfinas, la hormona adrenocorticotropa (ACTH) y el cortisol (Pedersen, 1994).

Estas alteraciones varían en función del tipo de deporte, su duración e intensidad, así como en función del estado de entrenamiento del deportista y de su capacidad de recuperación, tolerancia al estrés e inmunocompetencia. En los entrenamientos intensos y prolongados, especialmente los que requieren mayor proporción de contracciones excéntricas, se produce una elevación transitoria en el recuento total de leucocitos, que pueden alcanzar cifras hasta cuatro veces superiores a los valores normales durante las 24–36 h posteriores al ejercicio (Pedersen, 1994; Fallon, 2008; Galvis, 2000).

La leucocitosis producida como respuesta aguda a la práctica de ejercicio de resistencia se debe principalmente a un incremento en los niveles de neutrófilos, con menor afectación en los valores de basófilos, eosinófilos y monocitos.

El patrón general observado de respuesta de los neutrófilos es un aumento que comienza a partir de los 90 minutos post-ejercicio y se sostiene hasta el minuto 120 (Mayhew, 2005; Ramel, 2004).

La elevación en el nivel de los basófilos está asociada con el aumento en la concentración de lactato, y sigue el mismo patrón que la de los neutrófilos (Nieman, 1995). No obstante, este incremento parece ser mucho más discreto que el de los neutrófilos, no habiéndose encontrado cambios significativos entre los valores basales y post-ejercicio en diversos estudios (Kraemer, 1996; Simonson, 2004).

La respuesta observada de los eosinófilos frente al ejercicio es más débil, aunque se han reportado descensos en el recuento de estas células tras la práctica de ejercicio de resistencia exhaustivo (Nieman, 1995).

Por último, también se produce una discreta elevación en el nivel de monocitos que suele comenzar durante el ejercicio e igualmente se mantiene hasta los 120 minutos post-ejercicio (Mayhew, 2005; Ramel, 2006).

En lo referente al recuento linfocitario, a diferencia del resto de células, la linfocitosis es directamente proporcional a la intensidad del ejercicio e indirectamente proporcional a la duración del mismo, de modo que el recuento linfocitario aumenta inmediatamente tras los ejercicios de corta duración, pero se encuentra disminuido tras un esfuerzo submáximo prolongado. Esta disminución de linfocitos incrementa el riesgo de que el sistema inmunológico decaiga, especialmente cuando los depósitos de glucógeno están vacíos y los niveles de cortisol plasmático elevados (Urdampilleta, 2014).

### **Cambios en el sistema hemostático secundarios al ejercicio**

El correcto funcionamiento del sistema hemostático es esencial para el mantenimiento de la integridad vascular. Como es bien sabido, tras una lesión vascular se activa la cascada de mecanismos hemostáticos que comienza con la hemostasia primaria, en la que se produce vasoconstricción local y la posterior agregación plaquetaria y formación del trombo plaquetario, continúa con la hemostasia secundaria o el sistema de coagulación sanguínea y, una vez reparada la lesión vascular, el proceso finaliza con la fibrinólisis y el consiguiente restablecimiento del flujo sanguíneo.

El ejercicio físico influye en la regulación de los mecanismos involucrados en el sistema hemostático, y sus efectos dependen de las características del deportista y del deporte (tipo de ejercicio, duración e intensidad).

#### Alteraciones en la hemostasia primaria

La alteración en la función plaquetaria tiene especial interés en el ámbito deportivo, ya que se estima que hasta el 70% de las muertes súbitas asociadas al ejercicio tienen su origen en un aumento del recuento de plaquetas y en un estado de hiperagregación e hiperrreactividad (López Chicharro, 1995).

El aumento en el recuento plaquetario secundario al ejercicio tiene lugar por la liberación de los depósitos de plaquetas secuestradas en el territorio esplénico de la médula ósea y del lecho vascular pulmonar. Este aumento ocurre inmediatamente después de la práctica de ejercicio moderado (entre el 50% y el 75% del  $\text{VO}_2$  máx.) e intenso (por encima del 75% del  $\text{VO}_2$  máx.), y se normaliza pasados unos 30 minutos (El-Sayed, 1996a).

A diferencia del aumento en el recuento plaquetario, la elevación de la agregación y reactividad plaquetaria solamente ocurre con la práctica del ejercicio intenso, y en ella intervienen, además de la posible aparición de lesiones endoteliales, los incrementos en las catecolaminas y en la acidosis láctica, especialmente en los ejercicios por

encima del umbral anaeróbico (López Chicharro, 1995) y la eritrólisis en los corredores.

No obstante, es necesario considerar la influencia de la condición física del deportista sobre la afectación en la agregación y reactividad plaquetaria. A este respecto, diversos estudios han evidenciado la presencia de hiperagregabilidad e hiperreactividad plaquetaria tras la práctica de ejercicio de alta intensidad en deportistas *amateurs* (Dimitriadou, 1977; Li, 1999), mientras que en atletas de élite se ha observado una disminución en la agregación plaquetaria post-ejercicio y una menor agregación plaquetaria en reposo con respecto a sujetos no entrenados (Watts, 1991).

En conclusión, el ejercicio físico intenso está asociado con un aumento transitorio en el recuento de plaquetas, así como con hiperreactividad plaquetaria e hiperagregación, que son más pronunciados en las personas sedentarias.

#### Alteraciones en el sistema de coagulación

El sistema de coagulación comprende una serie de reacciones enzimáticas que, mediadas por los factores de coagulación, se activan tras la aparición de una lesión vascular permitiendo la formación de una malla de fibrina a partir del fibrinógeno soluble. Este proceso ocurre en tres etapas: 1) la formación del activador de protrombina, que, mediada tanto por la vía extrínseca como por la intrínseca, inducen la activación del factor X, necesario para la posterior transformación de protrombina y trombina junto con el  $\text{Ca}^{2+}$ , el factor V y los fosfolípidos de origen tisular; 2) la formación de trombina a partir de protrombina, cuya velocidad de formación es el factor más importante entre los determinantes del tiempo de coagulación; y 3) la conversión de fibrinógeno en fibrina, la cual se hace insoluble gracias al factor XIII, que es activado por la trombina en presencia de  $\text{Ca}^{2+}$  y estabilizado por el factor XIIIa.

Las alteraciones en el sistema de coagulación secundarias al ejercicio físico solamente ocurren cuando se trabaja por encima del 75% del  $\text{VO}_2$  máx. (Yera Cobo, 2011). El ejercicio intenso produce una elevación del factor VIII de en torno al 200 y al 400% (Rocker, 1986; Lin, 1999; Ribeiro, 2007) inmediatamente después del ejercicio, lo que conlleva un estado de hipercoagulabilidad mediado por el acortamiento del tiempo de coagulación y por la disminución en el tiempo parcial de trombolastina activado, que se reduce entre un 7 y un 38% (Arai, 1990; Weiss, 1998; Hedge, 2001).

Los resultados obtenidos en estudios del efecto del ejercicio sobre el tiempo de protrombina son menos concluyentes, existiendo trabajos en los que no se han evidenciado efectos significativos en el tiempo de trombina (Mandalaki, 1980; Rockler, 1990), y estudios en los que se ha observado una reducción en el mismo (Mandalaki, 1980; El-Sayed, 1996b; Ferguson, 1987).

Los inhibidores de la coagulación (antitrombina III y proteína C) también se ven afectados por el ejercicio, aunque los resultados tampoco son muy concluyentes. Mandalaki et al. encontraron una disminución en la antitrombina III en maratonianos

(Mandalaki, 1980), mientras que Bartsch P et al. y Arai M et al. no observaron cambios significativos en corredores de larga distancia ni en triatletas (Bartsch, 1990; Arai, 1990). Cerneca et al. compararon diversos parámetros hemostáticos entre deportistas de élite de diferentes disciplinas deportivas y encontraron una disminución significativa después del ejercicio sub-máximo en remeros, pero no en maratonianos ni en levantadores de pesas. De acuerdo con estos investigadores, el tipo de ejercicio y los tiempos de recuperación son los principales determinantes de los cambios agudos en la cascada de coagulación (Cerneca, 1999).

No obstante, es necesario destacar que diversos estudios sugieren que las alteraciones en los factores de coagulación que ocurren inmediatamente después del ejercicio son transitorias, ya que los atletas de élite no muestran diferencias significativas en los niveles basales de los factores de coagulación con respecto a los sujetos sedentarios (Lippi, 2005; Watts, 1991). Además, grandes estudios poblacionales han puesto de manifiesto que el nivel de actividad física (intensidad y duración) está inversamente relacionado con las concentraciones basales de fibrinógeno plasmático y del factor de coagulación VIII (Wannamethee, 2002; Mora, 2007; Myint, 2008).

#### Alteraciones en la fibrinólisis

La fibrinólisis es el proceso de degradación y solubilización de la fibrina que impide la formación de trombos tras haberse efectuado la reparación de la lesión vascular. Este proceso está inducido por la plasmina activa, que es sintetizada a partir de su precursor inactivo (plasminógeno) por medio de diversos factores de activación, siendo el activador tisular del plasminógeno (t-PA) el más importante.

La actividad fibrinolítica se activa en respuesta al ejercicio físico como consecuencia de un aumento en la liberación de t-PA en el endotelio vascular (Narsh, 1980; El-Sayed, 1996a) y de un descenso en el inhibidor del t-PA (PAI-1). El incremento del t-PA se relaciona positivamente con la intensidad y duración del ejercicio, habiéndose observado valores post-ejercicio hasta 4 veces superiores a los basales en deportes intensos y de corta duración (Hilberg, 2003). No obstante, este incremento en la actividad fibrinolítica es transitorio; su duración puede oscilar desde los 45 minutos hasta las 24 horas (El-Sayed, 1996a; Adams, 2009).

### **Cambios en el perfil bioquímico**

#### Modificaciones en los sustratos

Las modificaciones en las concentraciones de los sustratos metabólicos pueden ser utilizadas para valorar la adaptación del organismo al entrenamiento, ya que éstas varían en función del binomio intensidad-duración y de los depósitos iniciales de las mismas (Urdampilleta, Martínez-Sanz & Lopez-Grueso, 2013).

Como es bien sabido, la glucosa plasmática es un sustrato energético importante en actividades aeróbicas y anaeróbicas lácticas. Diversos estudios han analizado las modificaciones en la glucemia tras la práctica de ejercicio, habiéndose encontrado resultados inconsistentes. En este sentido es necesario considerar los efectos del tipo de ejercicio (intensidad y duración) en las variaciones en la glucemia (Hernández Torres et al., 2007). En los deportes intermitentes de alta intensidad se produce un aumento en la concentración plasmática de glucosa tras el ejercicio, que se produce por el incremento en el glucagón y por el estímulo adrenérgico provocado por la relación trabajo/descanso (Price & Halabi, 2005). En cambio, los deportistas de resistencia de larga duración suelen tener glucemias más bajas, debido a una mayor tolerancia a la hipoglucemia (Viru & Viru, 2003). No obstante, dada su inespecificidad, la glucemia no puede considerarse un buen indicador de la asimilación de la carga de entrenamiento (Urdampilleta et al., 2013).

Las modificaciones en el perfil lipídico asociadas a la práctica deportiva también varían en función del tipo de ejercicio, la intensidad, la frecuencia, la duración de la sesión y el tiempo de permanencia en el programa de entrenamiento físico (Durstine & Haskell, 1994). El ejercicio aeróbico de intensidad moderada, con una frecuencia de entrenamientos de al menos una sesión (de entre 30 y 60 minutos de duración) cada 2 días mantenida durante 6 a 12 meses en población joven y durante al menos 2 años en población adulta (a partir de los 50 años) mejora el perfil lipídico, produciendo una disminución en el colesterol total, en las lipoproteínas de baja densidad unidas a colesterol (c-LDL) y en los triglicéridos plasmáticos, y un aumento en las lipoproteínas de alta densidad unidas a colesterol (c-HDL) (Boraita, 2004). Sin embargo, la práctica de deportes de alta intensidad o con un alto componente de estrés físico (como los deportes de equipo) se acompaña de unos valores plasmáticos de lípidos y lipoproteínas más desfavorables (Ruiz et al., 2004), ya que se producen cambios oxidativos en las partículas de c-LDL causados por el aumento del estrés oxidativo que ocurre durante el ejercicio. (Pincemail et al., 2000; Knez, Coombes & Jenkins 2006). No obstante, en los deportistas bien entrenados el incremento en el c-LDL oxidado podría estar contrarrestado por algunas adaptaciones mediadas por el ejercicio físico, como la mayor capacidad antioxidante y fibrinolítica en plasma (Ruiz et al., 2004).

Por otra parte, dada la controversia relativa al catabolismo de los aminoácidos como sustratos metabólicos y su estrecha relación con la concentración de urea, es necesario valorar la aminoacidemia, tanto desde un punto de vista general, como de aquellos aminoácidos más relevantes para determinar los efectos del entrenamiento. Durante el ejercicio de duración media se produce un aumento en la concentración plasmática de aminoácidos provenientes del tejido muscular. Sin embargo, en el ejercicio de duración prolongada la concentración plasmática de aminoácidos puede disminuir debido a una mayor demanda por parte de los tejidos y órganos que requieren este sustrato, lo que indica un aumento en el catabolismo proteico. En este sentido, la tirosina, la 3 metil-histidina, los aminoácidos ramificados, la alanina y la glutamina, han sido propuestos como indicadores del estado de fatiga crónica debido a su mayor actividad metabólica (Calderón, Meléndez & González, 2006).

Por último, la urea puede también puede ser un buen indicador para valorar el metabolismo proteico. Por lo general, cuando se trabaja por encima del 50% del  $\text{VO}_2$  máx., el aumento de la concentración de urea puede indicar un aumento del catabolismo de las proteínas (Calderón, Meléndez & González, 2006).

### Modificaciones en los iones

La determinación de iones permite conocer las modificaciones del equilibrio hidroelectrolítico producidas por la pérdida de agua por el sudor y la respiración que ocurren durante la práctica de ejercicio físico.

La determinación de la concentración plasmática de sodio podría ser de interés para valorar el nivel de hidratación del deportista y poder realizar una intervención adecuada, ya que sus niveles de concentración plasmática dependen más del estado de hidratación que de las propias pérdidas de este electrolito (Urdampilleta et al., 2014). A este respecto, la administración de bebidas hipotónicas podría dar lugar a la aparición de hiponatremia (valores de sodio  $<135$  mmol/l) dilucional en deportes de resistencia. No obstante, diversos autores han demostrado que la hiponatremia no es frecuente en los ejercicios de resistencia de duración inferior a 4 horas, ya que la pérdida de agua por la producción de sudor estimula la liberación de vasopresina y renina, que actúan sobre la función renal disminuyendo el volumen urinario y la pérdida de sodio para intentar mantener los valores plasmáticos dentro de la normalidad (Villegas, Becerro, Rocamora & Zamora, 1995).

Las concentraciones extracelulares de magnesio son críticas para el mantenimiento de la excitabilidad nerviosa y muscular a través de la generación de potenciales eléctricos en las membranas celulares y de la transmisión de los impulsos nerviosos a las uniones mioneurales (Fleet & Cashman, 2003). Además, el magnesio se encuentra ligado a los fosfatos terminales de la molécula de ATP, dándole estabilidad, ya que en condiciones normales la molécula de ATP intracelular tiene una carga negativa (Fernández Vaquero, 2006). La fatiga muscular y otros síntomas precoces de deficiencia de magnesio se relacionan con disminuciones en su concentración a nivel muscular, pero habitualmente no se detectan a nivel sérico (Aymard, Aranda & Di Carlo, 2013).

Por último, las concentraciones plasmáticas de potasio son más estables que las del sodio, dado que este electrolito se encuentra principalmente en el medio intracelular (Dantas, Bouza & Zamora 2000).

### Modificaciones en las enzimas

La creatinfosfoquinasa (CPK), comúnmente denominada creatinquinasa (CK), es una enzima sérica generada en el metabolismo del músculo esquelético, miocardio, sistema nervioso central y de otros órganos (a excepción del hígado) (Martín

Escudero, 2011) cuyos niveles son un indicador de daño muscular. Se ha evidenciado que los niveles de CK aumentan en las 48 horas siguientes a un esfuerzo intenso y después de unos tres a cinco días tras el esfuerzo físico excéntrico (Martín Escudero, 2011).

Existen tres isoenzimas de la CK dependiendo de las distintas uniones de sus monómeros (Fernández Solá & Grau Junyent, 1990): 1) la CK-MM, que abunda en músculo esquelético y también se encuentra, en menor medida, en músculo cardíaco; 2) la CK-BB, con mayor impronta en las células que conforman el sistema nervioso central; y 3) la CK-MB, que se encuentra en mayor cuantía en el músculo cardíaco. La concentración de estas tres isoenzimas no se da de forma pura o unitaria, sino que en cada uno de estos tejidos (muscular, nervioso y cardíaco) se generan las tres, predominando en cada uno de ellos las que se han citado anteriormente. Por este motivo cobra relevancia la interpretación de los incrementos de los niveles de cada isoenzima con respecto a la práctica deportiva, y en particular los de la CK-MB, ya que se corre el riesgo de hacer una sobreestimación de los resultados en caso de sospechar una cardiopatía en el transcurso del ejercicio (Kormanovski et al., 2006).

La isoenzima CK-MM aumenta tras el ejercicio en función de la duración e intensidad del mismo (Garamendi González, 2005). No obstante, también es necesario considerar que la presencia de traumatismos musculares, inyecciones intramusculares, dermatomiositis e hipotiroidismo pueden contribuir al aumento de esta fracción. Por otra parte, determinados tóxicos o fármacos (por ejemplo el alcohol etílico, las estatinas, los antipsicóticos, los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina, los bloqueantes neuromusculares utilizados en la anestesia, etc.) pueden modificarla, tanto aumentando sus niveles, como reduciéndolos, lo cual también debe de ser tenido en cuenta a la hora de realizar su determinación. (Prendergast & George, 1993).

#### **1.2.2.4 Valoración psicológica del deportista**

Existen una serie de exigencias psicológicas estrechamente relacionadas con la práctica del balonmano (Pérez & Gerona, 2008), entre las cuales destacan la activación, la confianza, la concentración, la toma de decisiones, la cohesión de equipo y la motivación.

El balonmano requiere distintos tipos de nivel de activación para poder llevar a cabo las principales acciones motoras durante el ataque y la defensa. Estas acciones incluyen los desplazamientos rápidos, los saltos, los contactos con el contrario y la manipulación del balón. A este respecto, la activación se manifiesta como una preparación para la actividad física (activación muscular previa a la realización de movimientos motrices) y como un estado de alerta motor (Tous, 1999). También la activación modifica la atención, ya que con un nivel bajo de activación la atención es

poco selectiva, mientras que con un nivel alto el jugador no procesa los estímulos significativos para el desarrollo del juego.

La confianza hace referencia a la responsabilidad de ejecución de cada acción ante determinados factores que determinan la aparición de diferentes reacciones emocionales, como la mirada de los espectadores, el ritmo de juego, la propia tensión de la competición, o la presión ejercida por el entrenador y por el resto de compañeros en el trabajo de equipo. Algunas de éstas se encuentran en relación con la autoconfianza y las propias expectativas del jugador sobre el desarrollo de su juego. De aquí la importancia de que el jugador reconozca sus errores, sus puntos débiles y fuertes, así como los de su preparación y los del contrario. Una sobrevaloración en este aspecto puede llegar a ser tan negativa como una subvaloración.

La concentración es necesaria para conseguir el dominio de los elementos técnico-tácticos. Ello es fundamental en el balonmano, dada la complejidad del desarrollo del juego; el jugador debe estar concentrado constantemente en la situación del balón, en la posición de los jugadores de su propio equipo y en la de los contrarios, así como en los pequeños detalles que modifican en cada momento el juego. Esta capacidad engloba la llamada atención selectiva (hacia el detalle) con la atención dirigida (hacia el objetivo final). Todo esto ha de llevarse a cabo sin distraerse por lo que está pasando a su alrededor, ya que las dimensiones del terreno de juego son reducidas y la proximidad del espectador puede poner en riesgo la concentración. Pérez Guillorme propone una clasificación de distractores en externos (por aburrimiento, enfado o precipitación), internos (por pensamientos disociativos, pensamientos excesivamente analíticos o pensamientos negativos) y por bloqueo (tensión física y mental) (Pérez & Gerona, 2008). Se han propuesto multitud de métodos para la mejora de la capacidad de concentración, cuyo detalle excede el interés de este trabajo.

La toma de decisiones debe ser rápida y precisa, dado que el juego se desarrolla de forma vertiginosa. Esto implica capacidad de anticipación, de razonamiento y de control emocional para que en momentos decisivos el jugador no se deje llevar por los nervios o la ansiedad. El estrés se puede considerar un proceso interactivo que se produce como consecuencia de un desequilibrio entre las demandas del ambiente (estresores internos y externos) y los recursos del individuo para hacerles frente (Lazarus, 1986). Cuando la percepción del estrés se hace desde el punto de vista negativo se denomina distrés; sin embargo, un cierto grado de estrés puede llegar a ser positivo a la hora de ejecutar acciones complejas que precisen un mayor nivel de activación. Este último es el llamado eustrés. Ambos pueden ser modificados mediante distintas estrategias psicológicas para disminuir las características negativas del estrés y potenciar las positivas.

La cohesión de equipo también adquiere gran relevancia, ya que el trabajo conjunto del equipo conlleva el propio éxito individual, y viceversa. En ocasiones el jugador debe anteponer los intereses del equipo a los suyos propios.

La motivación implica el conjunto de procesos que determinan las causas por las que se hacen o se dejan de hacer determinadas cosas, o las causas por las éstas se

hacen de una forma y no de otra. La motivación también es el elemento que da dirección e intensidad al rendimiento deportivo, entendiendo la dirección como la tendencia a ir hacia una determinada meta o a evitarla (por ejemplo, salir a ganar o salir a no perder), y la intensidad como la magnitud de la conducta de acercamiento o evitación (por ejemplo, aprovechar la oportunidad de lanzar a portería cuando se recibe el balón o dejar pasar la oportunidad, pasándolo a otro compañero cuando existe posibilidad de lanzamiento exitoso). Por tanto, la motivación es un factor determinante para el logro de objetivos, tanto en los entrenamientos como en la competición (Hurst, 2005), y no sólo para el propio jugador, sino para cada uno de los integrantes del equipo (entrenador, médico, fisioterapeuta, etc.). Por estos motivos sus fluctuaciones pueden llevar a disminuir el rendimiento, tanto individual como colectivo.

La motivación también es la moneda de cambio entre el entrenador y el jugador: el entrenador puede quejarse de que el jugador no se encuentre lo suficientemente motivado, y éste puede pensar que el entrenador no sabe motivarle. Por eso ambos deben reflexionar acerca de qué quieren lograr con su tarea (incremento del rendimiento, mejora de la ejecución) y deben conocer los puntos fuertes y débiles de la personalidad del otro.

Otra característica en relación con la motivación es la automotivación, que es esencial en el balonmano, ya que un jugador automotivado requiere menos control por parte del entrenador, pierde menos el tiempo en los entrenamientos y rinde más en los partidos.

La regulación de la motivación, desde el punto de vista de la psicología deportiva, se lleva a cabo mediante la técnica psicológica de establecimiento de objetivos (Locke, 1984). Esto requiere una planificación sistemática y estructurada en la que se definan los objetivos a conseguir en un periodo de tiempo determinado, así como el detalle de los entrenamientos y los medios de acción precisos para alcanzarlos, evaluando la actuación del jugador en la consecución de los objetivos. Por tanto, los objetivos van a poder ser: técnicos (con objeto de mejorar la ejecución de las acciones individuales de cada jugador para aumentar su rendimiento deportivo), tácticos (para el apoyo del grupo con herramientas que mejoren la toma de decisiones), físicos (para la mejora de la fuerza, la resistencia y la flexibilidad), teóricos (para que el jugador profundice en el conocimiento del deporte) y objetivos psicológicos para incrementar las distintas exigencias detalladas anteriormente (activación, confianza, concentración, toma de decisiones, cohesión de equipo y la propia motivación).

Los objetivos deben plantearse desde un criterio temporal, esto es:

- Objetivos a corto plazo (en una sesión de entrenamientos o en una semana: microciclos).
- Objetivos a medio plazo (pueden comprender de uno a dos meses: mesociclo).
- Objetivos a largo plazo (desde una temporada deportiva -ciclo- a un periodo más largo -macrociclo-).

Así mismo, hay que tener en cuenta una serie de factores en el momento del establecimiento de objetivos (Pérez & Gerona, 2008):

- Incidir en objetivos de resultados puede aumentar la ansiedad y disminuir la concentración del jugador.
- Centrar la atención en los resultados es menos eficaz que centrarse en lo que hay que hacer para mejorar.
- Los objetivos han de ser difíciles, pero realistas; se deben poder lograr.
- Deben de ser cuantificables, estructurables para su consecución y con retroalimentación positiva.

### **Instrumentos para la valoración psicológica del deportista: test y cuestionarios**

La aparición y uso de tests y cuestionarios psicológicos en el deporte ha ido creciendo exponencialmente durante los últimos años, de forma que en la actualidad se cuenta con más de 314 cuestionarios especializados (López Walle, 2007).

Los cuestionarios psicológicos se pueden agrupar en dos grandes categorías: los enfocados en una disciplina deportiva concreta o en una determinada habilidad psicológica (Ostrow, 1996), y los denominados cuestionarios multidimensionales, que son aplicables en diversos deportes que reúnen una serie de características comunes. Estos últimos son muy utilizados en la valoración psicológica. Entre los más utilizados a nivel internacional y nacional se encuentran:

- *Athletic Motivation Inventory* (Tutko, Lyon & Ogilvie, 1969).
- *Questionnaire de personnalité pour sportifs: QPS* (Thill, 1983).
- *Psychological Skills Inventory for Sports* (Mahoney, 1988).
- *Daily Analyses of Life Demands for Athletes* (Rushall, 1990).
- *Psychological Skills in Sport Questionnaire* (Nelson & Hardy, 1990).
- *Profile of Mood States -POMS-* (McNair, Lorr & Droppleman, 1992).
- *Athletic Coping Skills Inventory* (Smith, Schutz, Smoll & Ptacek, 1995).
- *Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes* (Tokunaga, 1999).
- Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo -CPRD- (Gimeno, Buceta & Pérez-Llantada, 2001).
- Cuestionario de Orientación Competitiva (Pérez & Gerona, 2002).
- Versión breve en español del cuestionario POMS para deportistas adultos y población general (Andrade, Garrido, Arce, Torrado & Francisco, 2013).

La disparidad en los criterios y escalas de valoración que existen en todos estos cuestionarios dificulta la elección de uno de ellos para su aplicación a un deporte de equipo con las características del balonmano.

Existen varias adaptaciones al español de los distintos cuestionarios de valoración psicológica. En los últimos años se ha propuesto como un buen método de valoración del estado anímico la adaptación del cuestionario *Profile of Mood States -POMS-* (McNair et al., 1992) realizada por Andrade et al. (Andrade et al., 2013). Este cuestionario incluye 44 ítems que representan seis dimensiones conceptuales: cólera (11 ítems), fatiga (6 ítems), vigor (5 ítems), amistad (6 ítems), tensión (7 ítems) y

estado deprimido (9 ítems). Andrade et al. evidenciaron que este test constituye un excelente indicador del estado anímico en población deportista y no deportista, hecho que, dadas las características que diferencian a ambas poblaciones, puede poner en entredicho los resultados cuando se persigue obtener una mayor especificidad con respecto a los grupos de estudio.

El cuestionario *Psychological Skills Inventory for Sports* (PSIS) de Mahoney et al. (Mahoney, Gabriel & Perkins, 1987; Mahoney, 1988; Mahoney, 1989) permite objetivar las distintas escalas implicadas en el ámbito psicológico del deportista de élite (control de ansiedad, autoconfianza, concentración, motivación, preparación mental y cohesión de equipo), aportando información específica sobre las necesidades y recursos de los deportistas de competición en los deportes de equipo (Gimeno, 2001).

La adaptación del PSIS realizada por Gimeno et al. (cuestionario CPRD) consistió en la traducción al castellano del cuestionario y en una ampliación preliminar del cuestionario inicial con 26 nuevos ítems, que fueron sumados a los 45 originales. Los ítems incluidos hacían referencia a cuestiones relevantes que no habían sido contempladas en la versión original de Mahoney (Gimeno, 2001). Gimeno et al. también modificaron la estructura del PSIS, que contenía un total de 6 subescalas de valoración (ansiedad, autoconfianza, concentración, motivación, preparación mental y cohesión de equipo), reduciéndola a 5 escalas: control de estrés (que aúna a la ansiedad y a la autoconfianza), influencia de la evaluación del rendimiento (que integra a la concentración del jugador y los factores externos e internos que se encuentran implicados en su modificación), motivación, habilidad mental y cohesión de equipo. De este modo, el grupo de Gimeno propuso inicialmente una versión preliminar de 71 ítems, conservando el formato de respuesta tipo Likert de 5 puntos del cuestionario PSIS, pero modificándolo mediante la inclusión de una opción de respuesta adicional para aquellos casos en los que el deportista "no entiende el ítem". Finalmente, tras el estudio de validación del cuestionario CPRD, en el que los resultados de la consistencia interna del cuestionario fueron superiores al nivel de consistencia interna mínimo aceptable de 0,70 (Nunally, 1978), se decidió reducir a 55 las preguntas propuestas por el cuestionario preliminar.

#### **1.2.2.5 Valoración de la ingesta dietética y suplementación nutricional**

Si bien la carga genética desempeña un papel importante en el éxito deportivo, los factores ambientales como el entrenamiento y la nutrición también son determinantes; un entrenamiento físico bien estructurado es fundamental para fomentar el desarrollo de las características físicas y fisiológicas del deportista, y una nutrición adecuada facilita la adaptación óptima al entrenamiento.

Burke et al. definen la nutrición en el deporte como la aplicación de estrategias alimenticias para promover la buena salud y la adaptación al entrenamiento, para recuperarse con rapidez después de cada sesión de entrenamiento deportivo y para

desempeñarse óptimamente durante la competición (Burke, 1999). Por tanto, la nutrición deportiva implica la aplicación de principios nutricionales para la mejora del rendimiento deportivo (Williams, 2005), aportando la energía y los nutrientes necesarios para soportar las demandas del entrenamiento y/o de la competición, y facilitando la recuperación y la reparación del daño tisular causado tras el ejercicio.

### **Nutrición en el jugador de balonmano**

Durante la práctica deportiva se utilizan distintos sistemas de obtención de energía, dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio. Los componentes de alta energía almacenados en el músculo (adenosina trifosfato –ATP- y fosfocreatina –PCr-) se utilizan en ejercicios de corta duración y alta intensidad, y los hidratos de carbono (HCO) almacenados en forma de glucógeno muscular pueden utilizarse en ausencia de oxígeno para el ejercicio intenso con una duración máxima de hasta tres minutos (vía anaeróbica), o ser oxidados junto con las grasas (vía aeróbica) en ejercicios de mayor duración (ejercicios de resistencia de más de 5 minutos). Todo esto se hace de forma progresiva en lo que se ha llamado el *continuum energeticum* (Bowers & Fox, 1992).

El balonmano, como otros deportes de equipo, se caracteriza por ser un deporte acíclico e intermitente, de duración moderada-larga, en el que se combinan esfuerzos de intensidad máxima y submáxima intercalados con períodos de recuperación activa y de descanso pasivo (Hawley & Burke, 1998). Concretamente, durante un partido de balonmano los jugadores pueden recorrer distancias de alrededor de 4000 y 6000 m: caminando (1500 m), trotando (1700 m), corriendo (1400 m) y esprintando (600 m), presentando además 270 cambios de dirección, 70 sprints y 16 saltos por partido (Bon, 2001). Se estima que el 3% de los esfuerzos durante los partidos son de baja intensidad, el 25% de intensidad moderada, el 60% de intensidad submáxima y el 12% de intensidad máxima (Bon, 2001), con una carga de trabajo relativa a intensidades del 65–80% del  $\text{VO}_2$  máx. (Wagner et al., 2014). La frecuencia cardíaca media durante un partido es de 160 a 170 latidos por minuto (Wagner et al., 2014), y la concentración media de lactato en sangre es de 4.8 mmol/l durante el partido (Bon, 2001) y de 3.11 mmol/l tras el mismo (Wagner et al., 2014).

Este patrón de actividad, caracterizado por la realización de esfuerzos máximos y submáximos con períodos de recuperación cortos, requiere mantener una alta capacidad aeróbica y una alta capacidad glucolítica anaeróbica y de resíntesis de fosfocreatina (Mujika & Burke, 2010). En consecuencia, en el balonmano el rendimiento está condicionado por un aporte energético y nutricional (especialmente de HCO) que posibilite una rápida recuperación de la fatiga producida durante el entrenamiento o la competición.

### Nutrición durante el período de entrenamiento

El período de entrenamiento habitualmente no requiere ninguna demanda especial en los nutrientes esenciales. No obstante, dado que éste es el más amplio en la vida deportiva del jugador, el mantenimiento de una nutrición adecuada resulta fundamental para garantizar un buen rendimiento deportivo.

Las recomendaciones nutricionales durante los períodos de entrenamiento persiguen garantizar el aporte de la energía y los nutrientes necesarios para cubrir las demandas de los entrenamientos y reducir el riesgo de aparición de lesiones asociadas con la práctica deportiva habitual.

Como es bien sabido, el aumento de las demandas energéticas asociadas a la práctica deportiva se alcanza principalmente a expensas de un incremento en el aporte de HCO en la dieta y, en menor medida, con un ligero aumento en el aporte de proteínas.

Los HCO son la principal fuente de energía durante el ejercicio de intensidad moderada o alta, por lo que su disponibilidad es un factor limitante, tanto en los ejercicios aeróbicos submáximos ( $>65\text{-}70\%$   $\text{VO}_2$  máx.), como en los ejercicios intermitentes de alta intensidad, como el balonmano. Por tanto, uno de los objetivos principales de la nutrición en el deportista de estas características es aportar la cantidad de HCO necesaria para mantener un balance positivo de glucógeno que permita aumentar las reservas musculares y hepáticas. Con este objetivo se recomienda una ingesta de 6 a 10 g de HCO/kg/día, mayoritariamente en forma de HCO complejos o de absorción lenta (Burke, Hawley & Wong, 2011).

En cuanto a la ingesta de proteínas, tanto para los deportes de fuerza como para los de resistencia, se recomienda una ingesta diaria de 1.2 a 1.6 g/kg/día, con un adecuado aporte de proteínas de alto valor biológico (de origen animal) para mantener la masa muscular esquelética y reparar el daño tisular causado por el ejercicio (Maughan & Shirreffs, 2011). La mayoría de los atletas alcanzan los objetivos fijados a través de la ingesta dietética habitual sin necesidad de utilizar suplementos (Holway & Spriet, 2011).

De acuerdo con la *American Dietetic Association* (ADA), *Dietitians of Canada* (DC), y con el *American College of Sports Medicine* (ACSM), las recomendaciones de ingesta de grasa en la población deportista no difieren de las establecidas para la población general. Por tanto, los objetivos nutricionales de ingesta de grasa oscilan entre el 20 y el 35% del valor calórico total (VCT) de la dieta, con un aporte de grasas saturadas inferior al 10% del VCT (Rodríguez, Di Marco & Langley, 2009).

Por último, en lo referente a los requerimientos de micronutrientes, en el documento consenso de la ADA, la DC y el ACSM de 2009 se estableció que, a pesar de que la práctica deportiva conlleva un aumento en los requerimientos de los micronutrientes (especialmente de vitamina D, vitaminas del grupo B, hierro, zinc y magnesio) y antioxidantes, dichas necesidades se cubren con el aumento en la ingesta calórica, siempre y cuando la dieta sea balanceada (Rodríguez, Di Marco & Langley, 2009).

### Nutrición durante el período de competición: *timing* nutricional

El *timing* nutricional o momento óptimo de ingesta de nutrientes determina la respuesta de adaptación al ejercicio, por lo que, además del mantenimiento de una dieta balanceada a lo largo de toda la temporada deportiva, la planificación dietético-nutricional antes, durante y después de la competición son cruciales para optimizar los procesos de recuperación tras la competición.

En los deportes de equipo uno de los factores más importantes en el rendimiento es la recuperación de la fatiga que se produce tras la práctica deportiva, especialmente en modalidades en las que los deportistas compiten en días sucesivos con poco tiempo para su recuperación (Terrados, Calleja & Schelling, 2011), como ocurre en el balonmano.

Cuando se trabaja a intensidades entre el 65 y el 85% del  $\text{VO}_2$  máx., como las observadas en los partidos de balonmano (Wagner et al., 2014), la aparición de la fatiga se debe al agotamiento del glucógeno muscular, siendo el tiempo hasta el agotamiento proporcional a la concentración inicial del mismo. En cambio, a intensidades menores la fatiga puede deberse a deshidratación o a situaciones de sobrecarga muscular, mientras que a intensidades mayores aparece como consecuencia del acúmulo de ácido láctico (Terrados, Mora & Padilla, 2004). Por estos motivos, los principales objetivos de la ingesta pre-competición en el jugador de balonmano son maximizar las reservas endógenas de glucógeno muscular y hepático y alcanzar un buen estado de hidratación.

Para maximizar las reservas endógenas de glucógeno se recomienda hacer una ingesta que aporte entre 1 y 2 g de HCO/kg de peso corporal al menos 4 horas antes de la competición (Kreider et al., 2010). Además, recientemente se ha evidenciado que la adición de proteínas en la comida pre-competición favorece un mayor incremento en la fuerza y en la síntesis de proteína muscular, disminuyendo por tanto el daño muscular asociado a la práctica deportiva (Willoughby & Wilborn, 2007). Por ello, actualmente se recomienda que la ingesta realizada 4 h antes de la competición también aporte entre 0.15 y 0.25 g de proteína/kg de peso corporal (Kerksick et al., 2008, Kreider et al., 2010). Además de esto, la ingesta de un pequeño *snack* durante los 30- 60 minutos previos a la competición que aporte 50 g de HCO y entre 5 y 10 g de proteínas también aumenta la biodisponibilidad de HCO durante una sesión de ejercicio intenso y disminuye el catabolismo proteico inducido por el mismo (Kreider et al., 2010).

Las estrategias nutricionales implementadas durante la competición tienen como principal objetivo mantener la biodisponibilidad y la tasa de oxidación de HCO durante el ejercicio, así como evitar la deshidratación. Las reservas endógenas de glucógeno pueden durar entre 90 minutos y 3 horas cuando se practican ejercicios de intensidad moderada a intensa (65–85% del  $\text{VO}_2$  máx.) (Tarnopolsky, Gibala, Jeukendrup & Phillips, 2005), por lo que en un partido de balonmano (cuya duración es de 60 minutos) no es necesario aportar hidratos de carbono. No obstante, dado que durante los partidos también se desarrollan múltiples esfuerzos cortos e intensos, como

*sprints*, que pueden producir descensos en los valores de glucógenos de hasta el 32% de su valor inicial (Pérez Guisado, 2008), la administración de 150-200 ml de una bebida isotónica que aporte entre 6 y 8 g de HCO/100 ml (Kreider et al., 2010) y sodio en cantidades de entre 0.5 y 0.7 g/l (Martínez-Sanz & Urdampilleta, 2012) durante el descanso entre las dos partes del partido puede ayudar a preservar las reservas endógenas de glucógeno y a mantener el estado de hidratación del jugador.

En la planificación de la ingesta post-competición se ha de considerar su papel en la recuperación de las reservas endógenas de glucógeno, de las pérdidas hidroelectrolíticas y la mejora del balance neto de proteínas. Para favorecer una mayor restauración del glucógeno muscular actualmente se recomienda que la ingesta post-competición aporte HCO y proteínas (0.15 - 0.25 g/kg de peso corporal) en relación 3:1 inmediatamente tras el ejercicio. Además, la administración de entre 6 y 20 g de aminoácidos esenciales junto con 30-40 g de HCO de alto índice glucémico durante las tres primeras horas tras el ejercicio también favorece la síntesis de proteína muscular (Kreider et al., 2010). Por último, para reponer las pérdidas hidroelectrolíticas se recomienda ingerir una cantidad de agua, bebida isotónica o de recuperación equivalente al 150% del peso perdido durante las primeras 6 horas tras el ejercicio (Palacios et al., 2008).

### **Suplementación nutricional en el jugador de balonmano**

La suplementación nutricional es una práctica ampliamente utilizada para optimizar el rendimiento deportivo. Entre los principales suplementos consumidos por los atletas se encuentran las bebidas para deportistas, los complejos multivitamínicos y de minerales, los suplementos proteicos, de aminoácidos esenciales y ramificados, la creatina y diversos compuestos ergogénicos (Maughan, Depiesse & Geyer, 2007). No obstante, en la actualidad no existe evidencia suficiente del potencial efecto ergogénico de la mayoría de los suplementos nutricionales. Por ello, en los últimos años diversos organismos nacionales e internacionales han elaborado diferentes sistemas de clasificación de los suplementos nutricionales para deportistas y protocolos de utilización.

Recientemente el equipo de Nutrición Deportiva del Instituto Australiano del Deporte y la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva (*International Society of Sports Nutrition* –ISSN-) (Kreider et al., 2010) han publicado sistemas de clasificación que catalogan los suplementos para deportistas y sus ingredientes en base a la evidencia científica disponible y a otras consideraciones prácticas que determinan si un producto es seguro, legal y eficaz para mejorar el rendimiento deportivo. En las Tablas 2 y 3 se muestran los suplementos incluidos en cada uno de los grupos establecidos por el Instituto Australiano del Deporte (*Australian Institute of Sports* –AIS-) y por la ISSN, respectivamente.

De acuerdo con Burke et al. (Burke, 2007; Mujika & Burke, 2010), los alimentos y suplementos nutricionales de interés en deportes de equipo son los que se utilizan para proporcionar nutrientes y/o energía, y los que producen un efecto ergogénico propiamente dicho. Entre los primeros se encuentran las bebidas, geles y barritas para deportistas y los suplementos multivitamínicos-multiminerales; y entre los segundos se encuentran la creatina, la cafeína, el bicarbonato y la  $\beta$ -alanina. Dichos suplementos pertenecen al grupo A (aprobados) de la clasificación del Instituto Australiano del deporte y al grupo “aparentemente efectivos” según el ISSN (Tablas 2 y 3).

En España la composición de los suplementos nutricionales y alimentos destinados a aportar energía y nutrientes para los deportistas está regulada por la Dirección General de Salud y Protección del Consumidor de la Comisión Europea. De acuerdo con el Informe Científico elaborado por dicha entidad (Scientific Committee on Food, 2006), las bebidas para deportistas deben suministrar HCO como fuente principal de energía y deben ser eficaces para mantener una óptima hidratación y/o rehidratar. Con este objetivo se estableció que las bebidas para deportistas deben aportar entre 80 y 350 kcal/l, siendo al menos un 75% de las kcal provenientes de HCO de elevado índice glucémico (glucosa, sacarosa y polímeros de glucosa) y con una concentración de HCO no superior a 90 g/l. El contenido de sodio y la osmolalidad debe encontrarse entre 20 y 50 mmol/l y entre 200 y 330 mOsm/kg de agua, respectivamente. Dicho documento también establece que, adicionalmente, las bebidas para deportistas pueden contener al menos 0.05 mg de vitamina B1 por cada 100 kcal aportadas por los HCO; es decir, al menos 0.2 mg de vitamina B1 por cada 100 g de HCO.

| Categoría                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                       | Suplementos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   | Subcategorías                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Suplementos                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Grupo A: aprobados          | Suplementos aprobados en base a la evidencia científica para su uso en situaciones específicas.                                                                                                                                                   | Productos específicos para deportistas que se utilizan para proporcionar nutrientes cuando no sea posible aportarlos con la alimentación convencional.                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bebidas deportivas con HCO y electrolitos</li> <li>▪ Geles, barritas y productos de confitería para deportistas</li> <li>▪ <i>Whey protein</i></li> </ul>                                                             |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   | Suplementos médicos utilizados para tratar problemas clínicos, incluyendo déficits diagnosticados de nutrientes. Requieren prescripción individual y supervisión por parte del profesional sanitario.                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suplementos de hierro</li> <li>▪ Suplementos de calcio</li> <li>▪ Complementos multivitamínicos/multiminerales</li> <li>▪ Vitamina D</li> <li>▪ Probióticos</li> </ul>                                                |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   | Ayudas ergogénicas utilizadas para optimizar el rendimiento. Requieren prescripción individual y supervisión por parte del profesional sanitario. Si bien existe evidencia científica para estos productos, puede ser necesaria investigación adicional para desarrollar protocolos para el uso individualizado de estos suplementos en eventos específicos. | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cafeína</li> <li>▪ <math>\beta</math>-alanina</li> <li>▪ Bicarbonato</li> <li>▪ Jugo de remolacha</li> <li>▪ Creatina</li> </ul>                                                                                      |
| Grupo B: bajo consideración | No existe evidencia científica suficiente para recomendar su uso, pero podrían ser de interés por sus posibles beneficios potenciales. Pueden ser utilizados en investigación o en tratamientos clínicos controlados por un profesional sanitario | Polifenoles con actividad antioxidante y antiinflamatoria. Pueden ser consumidos en forma de alimentos o como suplementos.                                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Quercetina</li> <li>▪ Jugo de cereza</li> <li>▪ Bayas exóticas (acai, goji, etc.)</li> <li>▪ Curcumina</li> </ul>                                                                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                   | Otros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Antioxidantes: vitamina C y E</li> <li>▪ Carnitina</li> <li>▪ <math>\beta</math>-hidroxi-<math>\beta</math>-metilbutirato (HMB)</li> <li>▪ Glutamina</li> <li>▪ Aceites de pescados</li> <li>▪ Glucosamina</li> </ul> |

| Categoría                                                 | Descripción                                                                                                                                       | Suplementos                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           |                                                                                                                                                   | Subcategorías                                                                                                                                                      | Suplementos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Grupo C:<br>con pruebas limitadas de efectos beneficiosos | No existe evidencia científica suficiente para recomendar su uso, por lo que no son suministrados a deportistas bajo programas oficiales del AIS. | Productos de los grupos A y B utilizados fuera de los protocolos aprobados.<br>Suplementos (e ingredientes de los mismos) que no pertenecen a los grupos A, B o D. | --<br><br>--                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Grupo D:<br>prohibidos                                    | Suplementos prohibidos o con alto riesgo de producir <i>doping</i> positivo.                                                                      | Estimulantes incluidos en la lista de sustancias prohibidas de la Agencia Mundial Antidopaje (World Anti-Doping Agency –WADA-).                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efedrina</li> <li>▪ Estricnina</li> <li>▪ Sibutramina</li> <li>▪ Metilhexanamina (DMAA)</li> <li>▪ Otros estimulantes derivados de plantas</li> </ul>                                                                                                                             |
|                                                           |                                                                                                                                                   | Prohormonas o elevadores de hormonas ( <i>boosters</i> ) incluidos en la lista de sustancias prohibidas de la WADA.                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dehidroepiantrosterona (DHEA)</li> <li>▪ Androstenediona</li> <li>▪ 19-norandrostenediona y 19-norandrostenediol</li> <li>▪ Otras prohormonas</li> <li>▪ Tribulus terrestris y otros elevadores de testosterona (<i>testosterone boosters</i>)</li> <li>▪ Raíz de maca</li> </ul> |
|                                                           |                                                                                                                                                   | Liberadores de la hormona de crecimiento (Growing Hormone –GH-) y péptidos incluidos en la lista de sustancias prohibidas de la WADA.                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hormona del crecimiento (GH)</li> <li>▪ Factor de liberación de la GH (GHRH) y sus análogos</li> </ul>                                                                                                                                                                            |
|                                                           |                                                                                                                                                   | Otras sustancias incluidas en la lista de sustancias prohibidas de la WADA.                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Glicerol</li> <li>▪ Calostro</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                           |

**Tabla 2.** Sistema de clasificación de los suplementos nutricionales para deportistas propuesta por el Instituto Australiano del Deporte.

Adaptado de: <http://ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/classification>.

| Categoría                                | Suplementos para el desarrollo muscular                                                                                                                                                                                                                                                                    | Suplementos para la pérdida de peso                                                                                                                                                                                                                             | Ayudas ergogénicas                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aparentemente efectivos y seguros        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Polvos para la ganancia de peso</li> <li>Creatina</li> <li>Proteína</li> <li>Aminoácidos esenciales</li> </ul>                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentos bajos en calorías</li> <li>Sustitutos de comidas en polvo y bebibles</li> <li>Suplementos termogénicos con bajas dosis de efedra, cafeína o salicina</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Agua y bebidas para deportistas</li> <li>HCO</li> <li>Creatina</li> <li>Fosfato de sodio</li> <li>Sodio</li> <li>Bicarbonato</li> <li>Cafeína</li> <li>β-alanina</li> </ul>              |
| Posiblemente efectivos                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>β-hidroxi-β-metilbutirato (HMB)</li> <li>Aminoácidos ramificados</li> </ul>                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dietas con alto contenido en fibra</li> <li>Calcio</li> <li>Extracto de té verde</li> <li>Ácido linoleico conjugado</li> </ul>                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Suplementación con HCO y proteínas post-ejercicio</li> <li>Aminoácidos esenciales</li> <li>Aminoácidos ramificados</li> <li>β-hidroxi-β-metilbutirato (HMB)</li> <li>Glicerol</li> </ul> |
| Muy pronto para saberlo                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>α-cetoglutarato</li> <li>α-cetoisocaproato</li> <li>Ecdisteroides</li> <li>Péptidos liberadores de la hormona del crecimiento</li> <li>Ornitina α-cetoglutarato</li> <li>Aspartato de zinc y magnesio</li> </ul>                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gymnema sylvestre</li> <li>Fosfatidil colina</li> <li>Betaína</li> <li>Coleus forskohlii</li> <li>Dehidroepiantrosterona (DHEA)</li> <li>Hierbas psicotrópicas</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Triglicéridos de cadena media</li> </ul>                                                                                                                                                 |
| Aparentemente inefectivos y/o peligrosos | <ul style="list-style-type: none"> <li>Glutamina</li> <li>Smilax</li> <li>Isoflavonas</li> <li>Sulfo-polisacáridos</li> <li>Boro</li> <li>Cromo</li> <li>Ácido linoleico conjugado</li> <li>Gamma orinazol</li> <li>Prohormonas</li> <li>Tribulus terrestres</li> <li>Vanadyl sulfate (vanadio)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Piruvato de calcio</li> <li>Chitosan</li> <li>Cromo (en no diabéticos)</li> <li>Ácido hidroxícítico (HCA o Garnicia cambogia)</li> <li>L-Carnitina</li> <li>Fosfatos</li> <li>Diuréticos derivados de plantas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Glutamina</li> <li>Ribosa</li> <li>Inosina</li> </ul>                                                                                                                                    |

**Tabla 3.** Sistema de clasificación de los suplementos nutricionales para deportistas propuesta por la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva. Fuente: Kreider, R.B., Wilborn, C.D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A.L., Collins, R., Cooke, M., Earnest, C.P., Greenwood, M., Kalman, D.S., Kerkick, C.M., Kleiner, S.M., Leutholtz, B., Lopez, H., Lowery, L.M., Mendel, R., Smith, A., Spano, J.M., Wildman, R., Willoughby, D.S., Ziegenfuss, T.N. & Antonio, J. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(7).

Para la elaboración de las bebidas de reposición, que son las destinadas a recuperar el líquido y los elementos perdidos después del esfuerzo, se recomienda utilizar los niveles altos del rango de energía (300-350 kcal/l) y del sodio (40-50 mmol/l), y que además contengan algo de potasio (2-6 mmol/l). (Palacios et al., 2012). Algunas bebidas de reposición también incluyen proteínas o aminoácidos (2 g/1000 ml), ya que su consumo (junto con HCO) tras el ejercicio acelera el proceso de recuperación. No obstante, actualmente no hay consenso en lo referente a los beneficios del consumo de proteínas durante el ejercicio (Stearns, Emmanuel, Volek & Casa, 2010).

Los geles para deportistas son una fuente de HCO altamente concentrados (contienen entre 65 y 75 g de HCO/100 ml de gel), de modo que cada gel proporciona entre 20 y 25 g de HCO de índice glucémico alto. El consumo de los geles junto con agua como bebida de rehidratación durante los entrenamientos y los partidos prolongados produce un patrón de biodisponibilidad y de oxidación de HCO similar al de las bebidas deportivas (Pfeiffer, Stellingwerff, Zaltas & Jeukendrup, 2010).

Las barritas para deportistas son suplementos con un contenido variable en HCO (entre el 60 y el 80%), proteínas (entre un 4 y un 15% las normales -10.5 g de proteína/barrita-, y hasta 30 g por barrita en las de alto contenido proteico), grasas (entre un 3 y un 25%) y micronutrientes (entre un 25 y un 50% de la ingesta recomendada de vitaminas y minerales por barrita). Dada su composición y su forma de presentación (compactos), éstas pueden ser utilizadas para proporcionar energía y nutrientes antes, durante y después de los ejercicios de resistencia, ultra-resistencia y en ejercicios intermitentes prolongados, o como *snacks* o sustitutos de comida. Pfeiffer et al. evidenciaron que la administración de HCO en estado sólido produce tasas de oxidación de combustible similares a las observadas tras la administración de HCO en forma líquida en ejercicios de resistencia de intensidad moderada (Pfeiffer et al. 2010).

La utilización de complementos multivitamínicos/multiminerales sólo está indicada en los atletas en los que exista una carencia evidenciada o en las situaciones en las que la dieta habitual pueda conllevar un aumento del riesgo de ingesta inadecuada. A este respecto, la suplementación podría estar justificada cuando es necesaria una reducción en la ingesta energética del deportista y/o la densidad nutricional de la dieta se ve disminuida, o cuando se prevé un viaje prolongado con un acceso a los alimentos limitado (Mujika & Burke, 2010).

Si bien no existe evidencia sobre el posible efecto ergogénico de la mayoría de las vitaminas y de los minerales, algunos estudios han demostrado que determinadas vitaminas, como la E y la C, pueden mejorar el rendimiento deportivo favoreciendo la tolerancia al esfuerzo. Los efectos de estas vitaminas se deben a su función en el sistema antioxidante y en el sistema inmune. A este respecto, algunos estudios sugieren que la vitamina E previene la formación de radicales libres durante el ejercicio intenso y evita la destrucción de los eritrocitos, mejorando el suministro de oxígeno a los músculos durante el ejercicio (Kreider et al., 2010; Goldfarb, 1999). No obstante, dichos efectos se han evidenciado en entrenamientos a altitud (Tiidus & Houston, 1995), no siendo tan claro su efecto cuando se entrena a nivel del mar (Kreider et al., 2010). La vitamina C no parece mejorar el rendimiento físico en atletas bien

entrenados, pero su suplementación en dosis de 500 mg/día ha demostrado ser eficaz en la reducción de la incidencia de infecciones en las vías respiratorias superiores (Petersen et al., 2001).

El efecto de la creatina (Cr) en el rendimiento deportivo ha sido ampliamente estudiado en la literatura científica. Numerosos estudios han evidenciado que el monohidrato de Cr es un suplemento seguro y eficaz para aumentar la capacidad de realizar ejercicios de alta intensidad y para la ganancia de masa y fuerza muscular (Kreider et al., 2010; Palacios et al., 2012). El principal efecto ergogénico de interés en los deportes de equipo es el incremento en el contenido de fosfocreatina muscular y en la velocidad de regeneración de ATP muscular, ya que ello mejora el rendimiento en los ejercicios que implican series repetidas de trabajo de alta intensidad con intervalos de recuperación a corto (<2 min de recuperación) (Mujika & Burke, 2010). Existen dos protocolos de carga de creatina: el protocolo de carga lenta y el de carga rápida. El protocolo de carga lenta consiste en la administración de una monodosis de monohidrato de creatina de 3 g/día durante 4 semanas, mientras que el de carga rápida habitualmente se lleva a cabo administrando entre 20 y 30 g/día de monohidrato de creatina en varias dosis de 4 ó 5 g (Palacios et al., 2012; Mujika & Burke, 2010). Aunque ambos protocolos han mostrado ser eficaces para aumentar las reservas musculares de Cr, el efecto ergogénico es más rápido con el segundo, habiéndose observado con éste un aumento en las reservas de Cr y fosfocreatina muscular de entre un 10 a un 40%, en función de los niveles de Cr en el músculo antes de la suplementación (Buford et al., 2007). El ISSN estableció que el método más rápido para incrementar las reservas de Cr muscular consiste en la administración de 0.3 g/kg/día de monohidrato de creatina (lo que equivale a 21 g/día en un sujeto de 70 kg) durante al menos 3 días, seguido de una dosis de mantenimiento de 3 a 5 g/día (Kreider et al., 2010). Además, algunos estudios sugieren que la administración de HCO (93 g) o de HCO y proteínas (47 y 50 g, respectivamente) junto con el monohidrato de creatina podría optimizar los efectos ergogénicos de la Cr, aumentando hasta en un 60% los niveles de Cr muscular (Green et al., 1996; Steenge, Simpson & Greenhaff, 2000).

En lo referente a la cafeína, los mecanismos de acción involucrados en sus efectos ergogénicos incluyen su antagonismo con la adenosina y la competencia en la unión a los receptores de ésta (Sokmen et al., 2008), el aumento en la oxidación de ácidos grasos intra- y extra-musculares y la consiguiente disminución en la velocidad de depleción del glucógeno muscular (Cruz, Saavedra, Pino & Escalante, 2015), el incremento en la termogénesis (Belza, Toubro & Astrup, 2009), la disminución en la sensación de dolor producida por la elevación plasmática de las  $\beta$ -endorfinas (Laurent et al., 2000), y la mejora en la función neuromuscular y en la contracción del músculo esquelético (Da Silva et al., 2015; Behrens et al., 2015). Dada la amplia gama de efectos fisiológicos de la cafeína, su utilización puede mejorar el rendimiento tanto en el ejercicio aeróbico como en el anaeróbico y en los deportes de equipo. En estos últimos, la cafeína podría mejorar la capacidad en realizar *sprints* repetidos y en su velocidad, así como en el tiempo de reacción o en la precisión en los pases de pelota (Palacios et al., 2012). Según la ISSN, los efectos ergogénicos de la cafeína se alcanzan con dosis de entre 3 y 9 mg/kg de peso administradas durante los 30 a 90

minutos previos al ejercicio (Kreider et al., 2010). No obstante, los resultados obtenidos en diferentes estudios realizados en deportes de equipo todavía son contradictorios (Mujika & Burke, 2010; Bishop, 2010).

Por último, el bicarbonato de sodio y la  $\beta$ -alanina se utilizan para disminuir la fatiga causada por el incremento en la concentración de ácido láctico plasmático e intramuscular, respectivamente, por lo que pueden ser de utilidad en deportes de equipo como el balonmano. El bicarbonato de sodio puede administrarse en una única dosis de 0.3 g/kg de peso en los 60 a 90 minutos previos al partido (Mujika & Burke, 2010) o bien en dosis de 5 gramos diarios administradas 2 veces al día durante los 5 días previos al partido (Kreider et al., 2010). La suplementación con  $\beta$ -alanina en dosis de entre 4.8 y 6.4 g/día administradas en 6-8 tomas diarias durante 4 a 6 semanas aumenta los niveles de carnosina musculares entre un 40 y un 60%, lo que podría incrementar la capacidad *buffer* del músculo esquelético hasta en un 6.5% (Bishop, 2010).



# JUSTIFICACIÓN



## 2 JUSTIFICACIÓN

La valoración del rendimiento deportivo, entendido como la optimización de los recursos empleados para conseguir el éxito deportivo, debe ser una constante en el deporte de élite. Esta evaluación debe incluir diferentes aspectos, como la fisiología, las variables antropométricas de los jugadores, los distintos desarrollos de la fuerza mediante el análisis del salto o del lanzamiento o las características psicológicas de los jugadores, así como el efecto de diferentes intervenciones, como el entrenamiento, el seguimiento de una dieta óptima o la suplementación nutricional. Sin embargo, se han publicado muy pocos trabajos que analicen el rendimiento deportivo en el balonmano de alto nivel.

La temporada 2007-2008 fue fundamental para el el Club Balonmano Valladolid, puesto que fue el momento en el que comenzó su apuesta por convertirse en un club de referencia en el ámbito del balonmano nacional e internacional, mediante la profesionalización de todos sus estratos. Surgió así la idea de intentar cuantificar desde el punto de vista médico-deportivo los esfuerzos realizados para ello.

Con este objetivo se diseñó el presente trabajo, un estudio descriptivo prospectivo en el que se analizaran las distintas variables implicadas en el rendimiento deportivo (características morfológicas, físicas, fisiológicas, psicológicas y nutricionales) y su posible modificación en los periodos de menor o mayor carga competitiva.



# OBJETIVOS



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

Estudiar las variaciones producidas a lo largo de la segunda mitad de una temporada deportiva en diversos factores que influyen en el rendimiento deportivo en un equipo profesional de balonmano.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Analizar las diferencias en la composición corporal y en el somatotipo en función de la posición de juego.

Estudiar la variación en la fuerza, potencia y fatiga muscular en función de la posición de juego.

Analizar las modificaciones en los parámetros hematológicos, bioquímicos y el status antioxidante.

Estudiar los cambios que se producen en la valoración psicológica.

Evaluar la ingesta dietética.



# SUJETOS Y MÉTODOS



## 4 SUJETOS Y MÉTODOS

### 4.1 DISEÑO DE ESTUDIO

Se ha realizado un estudio observacional prospectivo en el que se efectuaron tres reconocimientos médico-deportivos a los jugadores de un equipo profesional de balonmano durante la temporada deportiva 2007/2008.

El reconocimiento médico-deportivo de los jugadores incluyó la valoración cineantropométrica, un análisis de composición corporal, el estudio isocinético de la flexo-extensión de la rodilla, una bioquímica general, hematología y análisis de orina, un análisis del status antioxidante, la valoración psicológica y el análisis de la ingesta dietética y de la suplementación nutricional.

Todas las pruebas, excepto la dinamometría isocinética, se realizaron en tres momentos distintos de la temporada deportiva de invierno: 1) a mitad de la pretemporada, una vez pasada la primera semana de acondicionamiento físico (enero de 2008), 2) a mediados de la temporada (marzo 2008), y 3) al final de la temporada, antes del último partido disputado en la liga de la Asociación de Clubes de Balonmano de España (ASOBAL) (mayo 2008). En la elección de la segunda y tercera fecha de valoración se tuvo en cuenta una distancia mínima previa a la competición de al menos una semana, así como un periodo de al menos tres días de descanso activo tras la competición.

El estudio isocinético de la flexo-extensión de la rodilla únicamente se realizó a mitad de la pretemporada de invierno (enero de 2008) y al final de la temporada (mayo de 2008). No se realizaron pruebas isocinéticas a mediados de la temporada (marzo 2008) porque el equipo de balonmano competía en la Copa de Europa durante todo el mes de abril de 2008, existiendo por tanto un riesgo aumentado de lesión por sobrecarga muscular secundaria al estudio. Por este motivo, con la finalidad de evitar la aparición de lesiones, la carga física de los entrenamientos de fuerza inmediatamente anteriores y posteriores a los días de estudio isocinético también fue modificada.

Todos los jugadores fueron debidamente informados del propósito del estudio y firmaron el consentimiento informado.

## 4.2 SUJETOS

La muestra de estudio la formaron un total de 19 jugadores profesionales de la plantilla del Club Balonmano Valladolid (primer equipo de categoría masculina) en la temporada 2007-2008, con edades comprendidas entre los 20 y los 36 años y de cuatro nacionalidades distintas (1 jugador montenegrino, 1 jugador serbio, 2 jugadores eslovenos y 15 jugadores españoles) (Figura 12).



**Figura 12: Jugadores, técnicos y directivos del Club Balonmano Valladolid en la temporada 2007/2008 (AFBMVA).**

En dicha temporada el Club Balonmano Valladolid pertenecía a la Asociación de Clubes de Balonmano de España (ASOBAL) y compitió en diversos campeonatos de carácter nacional e internacional, entre los que cabe mencionar diversos encuentros amistosos de “pretemporada” entre clubes de la misma categoría, la “Liga ASOBAL”, una competición española oficial entre clubes de balonmano, la “Copa ASOBAL”, torneo que enfrenta a los tres primeros clasificados en la primera vuelta de esa temporada frente al equipo organizador (que precisamente ese año fue el Club Balonmano Valladolid), la “Copa del Rey”, disputada entre los primeros cinco equipos de la liga española en la clasificación de la primera mitad de la temporada más el

equipo organizador del torneo, y en la “Recopa de Europa” (EHF Cup Winners' Cup), organizada por la Federación Europea de Balonmano (*European Handball Federation* -EHF-).

La Recopa de Europa de balonmano fue un torneo continental organizado anualmente por la EHF desde 1975 y hasta la temporada 2012/2013. En dicho torneo competían los clubes que se proclamaban campeones del torneo de Copa de sus países en la temporada previa y aquellos que habiendo comenzado a disputar la Copa de Europa como favoritos, eran eliminados en las primeras rondas. Actualmente, desde la temporada 2012/2013, la Recopa de Europa se conoce como la *EHF European Cup*.

En la Tabla 4 se muestran los primeros puestos alcanzados por los 19 jugadores del Club Balonmano Valladolid en diferentes campeonatos de carácter nacional e internacional. Todas estas competiciones estaban sometidas a las mismas directrices deportivas, siendo el entrenamiento general homogéneo. Por tanto, el esfuerzo físico individual, por posición o sub-especialización, es comparable al del grupo en su conjunto.

| TIPO DE CAMPEONATO GANADO | PRIMEROS PUESTOS |
|---------------------------|------------------|
| Mundial                   | 1                |
| Juegos Mediterráneos      | 2                |
| Copa de Europa            | 4                |
| Recopa de Europa          | 5                |
| Liga ASOBAL               | 5                |
| Copa del Rey -España-     | 11               |
| Copa ASOBAL               | 7                |
| Liga Serbia               | 3                |
| Copa de Serbia            | 5                |
| Liga Eslovena             | 2                |
| Copa de Eslovenia         | 1                |
| TOTAL 46                  |                  |

**Tabla 4: Primeros puestos alcanzados por los jugadores del Club Balonmano Valladolid.**

## **4.3 MÉTODOS**

### **4.3.1 ANTROPOMETRÍA**

#### **4.3.1.1 Determinaciones antropométricas**

Todas las medidas fueron realizadas por el mismo explorador, siguiendo los protocolos del National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (NHANES, 2007) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (World Health Organization, 1995). Antes de realizar cada una de las determinaciones los equipos fueron calibrados siguiendo las normas de los fabricantes. Todas las medidas se determinaron por triplicado, considerando el valor medio de dichas determinaciones.

#### **Peso corporal (kg)**

Se determinó con una báscula SECA (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 100 g. Los sujetos se colocaron de pie, en ropa interior y descalzos, en el centro de la plataforma de la báscula, en posición estándar erecta, con las manos en los laterales del cuerpo, la mirada al frente y de espaldas al registro de medida, de manera que se distribuyese el peso por igual en ambas piernas. La lectura se realizó en el momento en el que el aparato mostraba un valor estable.

#### **Talla (cm)**

Se utilizó un tallímetro SECA (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 0,1 cm. Los voluntarios se colocaron de pie y descalzos sobre la plataforma del tallímetro, con las piernas juntas y la espalda recta; los talones juntos y los dedos de los pies apuntando ligeramente hacia fuera en un ángulo de 60°. Los talones, glúteos, espalda y región occipital debían contactar con el plano vertical del tallímetro, y la cabeza debía estar colocada según el plano de Frankfort. La plataforma horizontal del tallímetro se deslizó hasta contactar con la cabeza del sujeto cuando éste realizaba una inspiración profunda, con presión suficiente como para comprimir el cabello.

#### **Pliegues cutáneos (mm)**

El grosor de los pliegues cutáneos se determinó con un lipocalibre Holtain de presión constante. Para ello primero se marcó con un lápiz dermatográfico el punto exacto en el que iba a realizarse la medición; luego se cogió el pánículo adiposo en el punto marcado con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, teniendo cuidado de no soltarlo hasta haber finalizado la medición. Con la mano derecha se sujetó el calibrador, haciendo presión para separar las ramas, aplicándolas luego en ángulo recto con respecto a la dirección del pliegue y a una distancia aproximada de un centímetro de los dedos (Pett, 1957; Norton, 2002). Después se liberó la presión

ejercida sobre el plicómetro, se esperaron dos segundos y se procedió a efectuar la lectura, en milímetros. Finalmente, se retiró el instrumento y se soltó el pliegue. Todas las mediciones se realizaron en el hemicuerpo derecho.

Para la medición de los pliegues del tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaco y abdominal, los sujetos se colocaron en posición antropométrica: de pie, adoptando una postura relajada, con los brazos colgando a los lados del cuerpo. El pliegue del muslo frontal se tomó con el sujeto sentado en la parte anterior del cajón antropométrico, con el torso recto, los brazos colgando a los lados del cuerpo y la rodilla extendida. Para medir el pliegue de la pantorrilla medial el sujeto mantuvo una posición erecta, con los brazos colgando a los lados del cuerpo, el pie derecho sobre el cajón de medición, la rodilla flexionada en ángulo recto y el músculo relajado.

#### Pliegue del tríceps

Es el espesor del pliegue cutáneo ubicado sobre el músculo tríceps, en la región mesobraquial, entre el acromion y el olécranon. Para su determinación el sujeto colocó el brazo derecho con una leve rotación externa a nivel de la articulación del hombro. El antropometrista se ubicó detrás del brazo derecho y tomó el panículo en dirección al eje longitudinal del miembro.

#### Pliegue del bíceps

Es el espesor del pliegue cutáneo ubicado sobre el músculo bíceps, en la región mesobraquial, entre el acromion y el olécranon. Para su medición el sujeto realizó una pequeña rotación externa a nivel de la articulación del hombro en el brazo derecho. El pliegue se tomó en la dirección del eje longitudinal del brazo.

#### Pliegue subescapular

Es el tejido adiposo localizado inmediatamente debajo y hacia la derecha del ángulo inferior de la escápula. Para efectuar la medición el antropometrista se situó detrás del sujeto, identificó el ángulo inferior y tomó el panículo a unos dos centímetros hacia la derecha sobre una línea diagonal imaginaria inclinada ínfero-lateralmente unos 45°.

#### Pliegue suprailíaco

Es el pliegue localizado inmediatamente por encima de la cresta ilíaca, en coincidencia con la línea ileo-axilar media, ligeramente inclinado en dirección lateral y hacia el medio del cuerpo. Para tomarlo el sujeto se colocó de pie con el brazo izquierdo colgando relajado al lado del cuerpo y el derecho abducido hasta la horizontal o con el

antebrazo cruzado en el tórax. El antropometrista se situó al lado derecho y tomó el panículo siguiendo la línea de clivaje de la piel.

#### Pliegue abdominal

Es el tejido adiposo ubicado en la región mesogástrica derecha, adyacente al ombligo y separado de éste aproximadamente 5,0 cm. El panículo se tomó en sentido vertical.

#### Pliegue del muslo

Es el grosor del panículo localizado en la parte anterior del muslo, en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y la superficie anterior de la rótula. Para su determinación el sujeto se colocó sentado en la parte anterior del cajón de medición, con el torso erecto, los brazos colgando a los lados del cuerpo y con la rodilla extendida.

#### Pliegue de la pantorrilla

Es el tejido graso localizado a nivel del máximo perímetro de la pantorrilla, a la altura del punto medio de la cara interior. Para ello el sujeto se colocó con el pie derecho sobre el cajón de medición, la rodilla flexionada en ángulo recto y el músculo relajado. El pliegue se tomó en sentido paralelo al eje longitudinal de la pierna.

### **Circunferencias o perímetros corporales (cm)**

Para la medición de las circunferencias corporales se empleó una cinta métrica metálica inextensible. Las circunferencias del brazo relajado, cintura y cadera se determinaron con los sujetos en posición antropométrica. La medición del perímetro del brazo contraído se realizó con el sujeto erecto y con el codo flexionado y en contracción. Los perímetros del muslo medial y de la pantorrilla se tomaron con el sujeto erecto, con las piernas ligeramente separadas y el peso del cuerpo uniformemente distribuido sobre los dos pies. En todas las mediciones la cinta métrica se colocó perpendicular al eje longitudinal del segmento a medir.

#### Perímetro del brazo relajado

Es el perímetro máximo a nivel medio del brazo, en un punto intermedio entre el acromion y el punto radial con el codo extendido.

#### Perímetro del brazo contraído

Es el perímetro máximo a nivel medio del brazo, en un punto intermedio entre el acromion y el punto radial con el codo flexionado y realizando una contracción muscular en el momento de la medición.

#### Perímetro de la cintura

Es el perímetro localizado a la altura del punto más alto de la cresta ilíaca. La medición se efectuó al final de una espiración normal.

#### Circunferencia de la pantorrilla (máxima)

Es el perímetro máximo localizado sobre los gemelos, en un plano perpendicular al eje longitudinal de la pierna.

#### **Diámetros corporales (cm)**

La medición de los diámetros corporales se realizó con un paquímetro de ramas cortas CESCORF. Para la determinación de todos los diámetros las ramas del paquímetro se sostuvieron con los dedos pulgar e índice, utilizando el dedo medio para localizar el punto anatómico deseado. La lectura de las mediciones se efectuó aplicando una presión firme sobre las ramas para minimizar el espesor de los tejidos blandos.

#### Diámetro biestiloideo

Es la distancia comprendida entre las apófisis estiloides del cúbito y la del radio. Para efectuar su medición el sujeto se colocó de pie, con el brazo extendido y la mano en pronación.

#### Diámetro biepicondíleo humeral

Es la distancia comprendida entre los epicóndilos humerales, con el codo flexionado en ángulo de 90°. Para efectuar su medición el sujeto se colocó de pie, con el codo flexionado en ángulo recto.

#### Diámetro bicondíleo femoral

Es la distancia en línea recta comprendida entre los cóndilos femorales, con la rodilla flexionada en ángulo de 90°. Para efectuar su medición el sujeto se sentó en el banco antropométrico, con los pies apoyados en el suelo y separados entre sí.

#### **4.3.1.2 Cálculo de índices antropométricos derivados**

##### **Índice de masa corporal (IMC) (kg/m<sup>2</sup>)**

Este parámetro se considera de mayor interés epidemiológico como indicador de la adiposidad. Se calculó a partir de la fórmula de Quetelet:

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \text{Peso (kg)} / [(\text{Talla})^2 \text{ (m}^2\text{)}]$$

La catalogación del IMC se realizó siguiendo la clasificación de la OMS de 2006 (World Health Organization, 2006) (Tabla 5).

| Clasificación          | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|--------------------------|
| Desnutrición           | <18,50                   |
| Normalidad nutricional | 18,50–24,99              |
| Sobrepeso              | 25,00–29,99              |
| Obesidad tipo I        | 30,00–34,99              |
| Obesidad tipo II       | 35,00–39,99              |
| Obesidad tipo III      | ≥40,00                   |

Tabla 5: Catalogación nutricional internacional para adultos según el IMC.

#### **4.3.1.3 Composición corporal**

A partir de los parámetros antropométricos se estimaron los compartimentos corporales masa grasa (MG), masa ósea (MO), masa muscular esquelética (MME) y masa residual (MR). Para ello se utilizaron los siguientes modelos predictivos desarrollados y validados para su uso en población deportista:

**Porcentaje de masa grasa (MG) (Faulkner, 1968):**

$$MG (\%) \text{ en hombres} = 0.153 \times (PT + PSE + PSesp + PA) + 5.783$$

Donde: PT, pliegue del tríceps (mm); PSE, pliegue subescapular (mm); PSesp, pliegue supraespinal (suprailiaco) (mm); PA, pliegue abdominal (mm)

**Masa ósea (MO) en kilogramos (Rocha, 1975):**

$$MO (kg) = 3.02 \times [T^2 \times DM \times DF \times 400]^{0.712}$$

Donde: T, talla (m); DM, diámetro de la muñeca (m); DF, diámetro del fémur (m)

**Masa residual (MR) en kilogramos (Würch, 1974):**

$$MR (kg) \text{ en hombres} = (P \times 24.1)/100$$

Donde: P, peso corporal (kg)

**Masa muscular esquelética (MME) en kilogramos (Matiekga, 1921):**

$$MME (kg) = P (kg) - [MG (kg) + MO (kg) + MR (kg)]$$

Donde: P, peso; MG, masa grasa; MO, masa ósea; MR, masa residual.

**4.3.1.4 Cálculo del somatotipo y somatocarta**

La determinación del somatotipo y su representación gráfica o somatocarta se realizó utilizando el método Heath-Carter (Carter, 1996). Para ello, en primer lugar se calcularon los componentes del somatotipo: endomorfia (adiposidad relativa), mesomorfia (magnitud músculo-esquelética relativa) y ectomorfia (linealidad relativa) con las ecuaciones que se indican a continuación:

$$\text{Endomorfia} = 0.1451 \sum 3Pc - 0.00068 \sum 3Pc^2 + 0.0000014 \sum 3Pc^3 - 0.7182$$

$$\text{Mesomorfia} = 0.858DH + 0.601DF + 0.188PBc + 0.161PPc - 0.131H + 4.5$$

$$\text{Ectomorfia} = a) \text{ si } IP \geq 40.75: \text{Ectomorfia} = (0.732 IP) - 28.58$$

b) si  $IP < 40.75$  y  $> 38.25$ : Ectomorfia =  $(0.463 IP) - 17.63$

c) si  $IP \leq 38.25$ : Ectomorfia = 0.1

Donde:

$\Sigma 3P$  = sumatorio de los pliegues del tríceps, subescapular y suprailíaco en mm, corregido por la estatura con la siguiente fórmula:

$$\Sigma 3Pc = \Sigma 3P (170.18 / \text{Talla (cm)})$$

DH = diámetro biepicondíleo del húmero (cm)

DF = diámetro bicondíleo del fémur (cm)

PBc = perímetro corregido del brazo (cm) = perímetro del brazo (cm) – pliegue del tríceps (cm)

PPc = perímetro corregido de la pantorrilla (cm) = perímetro de la pantorrilla - pliegue de la pantorrilla (cm)

H = altura (cm)

$IP = \text{índice ponderal} = \text{Talla (cm)} / \sqrt[3]{\text{Peso (kg)}}$

Por último, a partir de los componentes del somatotipo se calcularon los ejes de coordenadas (X e Y) de la somatocarta, como se muestra a continuación:

$$\text{Eje X} = Ec - En$$

$$\text{Eje Y} = (2 Me) - (En + Ec)$$

Donde Ec = ectomorfia, En = endomorfia, y Me = mesomorfia.

#### **4.3.2 DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA**

##### **4.3.2.1 Equipo de medición**

La fuerza de la musculatura flexo-extensora de la rodilla (cuadricipital e isquiotibial, respectivamente) se determinó mediante dinamometría isocinética, utilizando un equipo de dinamometría computarizado Kin-Com (Kinematic Communicator, Chatanooga Group).

El sistema Kin-Com permite evaluar la función muscular y la valoración articular mediante un dispositivo hidráulico controlado por un microprocesador (Farrel, 1986).

Los principales componentes del equipo son el sillón o asiento regulable, el dinamómetro, los soportes y accesorios que permiten adaptar y ajustar el brazo de palanca del dinamómetro a la articulación, el monitor y la aplicación informática (*software*).

El sillón contiene un respaldo regulable para establecer la inclinación y profundidad de asiento deseadas. Así mismo, el asiento posee una serie de correas o cinchas para sujetar el tronco del sujeto y la zona proximal del miembro inferior, y dos palancas fijas situadas en los laterales del asiento (Figura 13). Estos elementos aportan una mayor estabilidad del sujeto durante la medición e impiden que los movimientos producidos por otros grupos musculares modifiquen los resultados de la prueba.



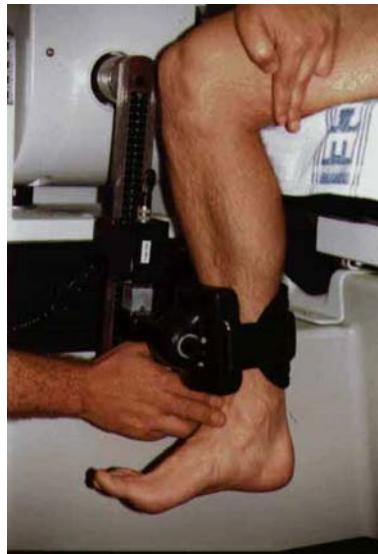
**Figura 13: Asiento y sujeciones del sillón del dinamómetro (Enraf-Nonius®).**

El dinamómetro del equipo Kin-Com está formado por un brazo de palanca móvil que contiene un medidor de carga, un tacómetro y un potenciómetro. El medidor de carga determina la fuerza ejercida por el sujeto con una frecuencia de muestreo de 100 veces por segundo, y es capaz de detectar cambios de fuerza mínimos de 1 Newton (N) con una fuerza máxima registrable de 2000 N (Garces, 2002). El tacómetro y el potenciómetro registran la velocidad del movimiento y los cambios de ángulos que se producen en el arco de movimiento, respectivamente.

La información recogida por el medidor de carga, el tacómetro y el potenciómetro es procesada por un microprocesador y enviada a su vez a una unidad central de procesos (CPU) para su análisis con el *software* facilitado por el distribuidor europeo del sistema (Enraf-Nonius): EN-Knee versión 2.31, ampliamente validado en la literatura científica (Mayhew, 1994).

En cuanto a los soportes del brazo de palanca, en la zona distal del mismo el equipo Kin-Com contiene un dispositivo ajustable a la zona inmediatamente más proximal al tobillo del sujeto. Dicho dispositivo puede trasladarse a lo largo del brazo de palanca

para ajustarlo a la longitud del miembro a estudiar, dejando así la articulación de la rodilla a la altura del origen del brazo de palanca. Este dispositivo posee dos rodillos de gomaespuma con un núcleo metálico ajustables a la zona anterior y posterior del extremo distal de la pierna. De este modo se inmoviliza el miembro inferior y se consigue que las fuerzas ejercidas por el mismo se transmitan sin ser modificadas hacia el brazo de palanca (Figura 14).



**Figura 14: Sujeción distal del miembro inferior al brazo del dinamómetro.**

#### 4.3.2.2 Protocolo de medición

La evaluación isocinética se realizó siguiendo la secuencia de tres repeticiones de flexo-extensión de la rodilla: a 90°/s, 150°/s y 240°/s (Figura 15).

| Protocolo              |             |            |             |          |      |             |
|------------------------|-------------|------------|-------------|----------|------|-------------|
| Protocolo : Valoracion |             |            |             |          |      |             |
| Pierna izq.            |             |            |             |          |      |             |
| Serie                  | Modo        | Ext [grad] | Flex [grad] | [grad/s] | Reps | Pausa [seg] |
| 1                      | Isocinético | 5          | 90          | 90       | 10   | 30          |
| 2                      | Isocinético | 5          | 90          | 150      | 10   | 30          |
| 3                      | Isocinético | 5          | 90          | 240      | 10   |             |

**Figura 15: Protocolo de análisis isocinético aplicado.**

El protocolo utilizado fue el siguiente:

- Calentamiento previo de 10 minutos de duración en bicicleta estática (Figura 16) a distintas intensidades crecientes, mediante la modificación progresiva de la resistencia al pedaleo.
- Descanso activo de 4 minutos.
- Tres series de 10 contracciones máximas concéntricas y excéntricas (Figura 17) con 30 segundos de descanso entre cada serie. Se evalúa primero la musculatura extensora seguida de la flexora a velocidad de 90°/s, 150°/s y 240°/s.
- Después de evaluar la rodilla derecha y tras un descanso activo de 5 minutos, se evaluó la rodilla izquierda con el mismo protocolo.
- Tras la prueba, se realizó una serie de estiramientos de cadena muscular de miembro inferior.

Durante la evaluación se utilizó motivación verbal por parte del examinador y retroalimentación a través del monitor del equipo, pudiendo observar el examinado gráficamente el desarrollo en directo de la prueba de forma sencilla, mediante la representación de un gráfico de barras en el que la altura de éstas se va modificando con el esfuerzo realizado por el sujeto valorado.

Las variables analizadas fueron la fuerza máxima (Nm) la potencia (W) y la fatiga (Nm/repetición) a 90°, 150° y 240°. La fuerza máxima fue corregida por kilogramo de peso corporal y por kilogramo de peso magro.



**Figura 16: Fase de calentamiento previo a la prueba isocinética.**



**Figura 17: Fase de prueba isocinética.**

#### **4.3.3 HEMATOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y ANÁLISIS DE ORINA**

Se realizó analítica sanguínea y de orina. Todos los parámetros analizados fueron determinados por las técnicas de rutina del hospital.

##### **4.3.3.1 Determinación analítica en sangre**

##### **Hematología**

El recuento de hematíes (millones/ $\mu\text{L}$ ) y plaquetas (miles/ $\mu\text{L}$ ) se determinó por corriente directa; el recuento de leucocitos (miles/ $\mu\text{L}$ ) y la fórmula leucocitaria se determinaron por citometría de flujo por láser semiconductor; el hematocrito (%) se evaluó por detección de pulsos acumulados de hematíes; y la concentración de hemoglobina (g/dL) se cuantificó mediante la técnica del lauril sulfato sódico. En todos estos casos se empleó un autoanalizador Sysmex SF3000 y reactivos de la casa comercial Roche.

La velocidad de sedimentación (mm/h) se determinó manualmente por el método de Westergren; las pruebas de coagulación (tiempo de protrombina, etc.) y la concentración de fibrinógeno (mg/dL) se midieron en un autoanalizador ACL 1000 con kits de coagulación de la casa comercial IZASA.

### **Perfil general**

Los niveles de glucosa (mg/dL), urea (mg/dL), creatinina (mg/dL) y ácido úrico (mg/dL) se determinaron por espectrofotometría en un autoanalizador Hitachi 911, con reactivos de la casa comercial Roche.

### **Perfil hepático**

En un autoanalizador Hitachi 911, con reactivos de la casa comercial Roche, se determinaron las concentraciones de bilirrubina total (mg/dL), bilirrubina directa (mg/dL) y la transaminasa Glutámico Oxalacética o GOT (U/l).

### **Perfil nutricional**

Las concentraciones de albúmina (g/dL), hierro ( $\mu\text{g/dL}$ ) y ferritina ( $\mu\text{g/L}$ ) se determinaron por espectrofotometría con un autoanalizador Hitachi 911 y reactivos de Roche.

### **Perfil lipídico**

Las concentraciones séricas de colesterol (mg/dL), triglicéridos (mg/dL) y colesterol-HDL (cHDL) (mg/dL) se determinaron en un analizador automático Roche/Hitachi 917 con kits comerciales específicos de Roche (Mannheim, Alemania). La concentración del colesterol-VLDL (cVLDL) (mg/dL) se estimó mediante la fórmula (Triglicéridos / 5). El colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL) (mg/dl) se obtuvo a partir de la fórmula de Friedewald [ $\text{cLDL} = \text{Colesterol total} - (\text{cHDL} + \text{cVLDL})$ ].

### **Marcadores de status antioxidante**

#### Capacidad antioxidante total plasmática

La capacidad antioxidante en plasma se determinó por espectrofotometría en un autoanalizador Hitachi 911 de acuerdo con el ensayo FRAP (*Ferric Reducing Ability of Plasma*) (Benzie, 1996).

#### Antioxidantes plasmáticos no enzimáticos

Las concentraciones de  $\alpha$ -tocoferol ( $\mu\text{g/dL}$ ),  $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g/dL}$ ), retinol ( $\mu\text{g/dL}$ ), coenzima Q-10 (mg/mL),  $\alpha$ -caroteno ( $\mu\text{g/dL}$ ),  $\beta$ -criptoxantina ( $\mu\text{g/dL}$ ), licopeno ( $\mu\text{g/dL}$ ), luteína ( $\mu\text{g/dL}$ ), zeaxantina ( $\mu\text{g/dL}$ ), d-tocoferol ( $\mu\text{g/dL}$ ), vitamina A (mg/L) y vitamina E (mmol/L) se determinaron con un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC)

formado por un equipo de bombas Waters 600E, un autosampler con un loop de inyección de 20uL, un detector multi lambda de fluorescencia (Waters 2475) y un detector PDA (Waters 2996). La columna usada fue una YMC C30 (3µm) de 4.6x150mm.

#### Vitamina C

La concentración de vitamina C en suero se determinó por espectrofotometría en un autoanalizador Hitachi 911.

#### **Otros parámetros**

La concentración de la enzima Creatinfosfoquinasa o CPK (U/l) se determinó en un autoanalizador Hitachi 911, con reactivos de la casa comercial Roche. Los valores de referencia para la CPK fueron de 24 a 195 U/L.

##### **4.3.3.2 Determinación analítica en orina**

Se realizó un análisis sistemático de orina por espectrofotometría en un autoanalizador Hitachi 911 con reactivos de Roche.

#### **4.3.4 VALORACIÓN PSICOLÓGICA**

##### **4.3.4.1 Instrumento de valoración**

La evaluación psicológica se realizó con el cuestionario Característica Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD) (Gimeno, 2001). Dicho cuestionario fue elaborado a partir del *Psychological Skills Inventory for Sports* (PSIS) (Mahoney, 1987), siendo en la actualidad uno de los cuestionarios más utilizados en el ámbito de la Psicología del Deporte en España (López-López et al., 2013).

El cuestionario CPRD es un cuestionario estructurado en 5 subescalas o factores que incluyen 55 ítems que hacen referencia a las distintas variables psicológicas implicadas en el rendimiento deportivo (Gimeno 2001) (Anexo 1). Las respuestas están formuladas en una escala tipo Likert de 5 puntos, desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”, con la inclusión de una opción de respuesta adicional de “no entiendo”. A continuación se exponen las 5 subescalas del cuestionario:

### 1. Control del estrés o la ansiedad

Esta subescala se compone de 20 ítems que analizan la capacidad del deportista para afrontar potenciales situaciones estresantes y su habilidad para adaptarse a dicha situación, lo que incluye su autoconfianza en relación con el control del estrés y su capacidad de ajustar el nivel de activación ante el estrés (atención/concentración). Para evaluar estos aspectos la subescala del control del estrés incluye dos categorías de ítems:

- Las características de la respuesta del deportista (ej. concentración, confianza, tensión) en relación con las demandas del entrenamiento y de la competición.
- Las situaciones potencialmente estresantes que pueden provocar ansiedad y en cuya presencia es necesario el control (ej. la preparación del partido el día anterior a una competición, los momentos inmediatamente anteriores a la competición y la posibilidad de cometer un error en la competición, realizar un mal entrenamiento o poderse lesionar durante el mismo).

Una puntuación alta en esta escala indica que el deportista dispone de recursos psicológicos para controlar el estrés relacionado con su participación en competiciones deportivas.

### 2. Influencia de la evaluación del rendimiento

Los 12 ítems de esta subescala están relacionados con 5 constructos psicológicos (ansiedad, autoconfianza, motivación, atención-concentración e influencia de opiniones) que evalúan el estrés y específicamente la ansiedad social o la evaluación inapropiada que el sujeto hace de su propio rendimiento (Gimeno, 2001). Esta escala incluye, a su vez, otras dos categorías de ítems:

- Las características de la respuesta del deportista (ej. perder la concentración, generación de ansiedad, dudas sobre realizar bien su cometido, sentirse motivado) ante situaciones en las que éste evalúa su propio rendimiento o se plantea que lo están evaluando personas significativas a él.
- Los antecedentes que pueden originar o llevan implícita una valoración del rendimiento deportivo:
  - Las personas que emiten o pueden emitir juicios sobre la ejecución del deportista (ej. entrenador, compañeros del equipo, espectadores, adversarios).
  - Las situaciones en las que el propio deportista u otras personas emiten o pueden emitir juicios acerca del rendimiento deportivo del primero (ej. al participar en una competición, al destacar más la labor de otros miembros del equipo, al recibir críticas o reconocimiento, al escuchar y observar las instrucciones, comentarios y gestos del entrenador).
  - Las situaciones en las que la actuación del deportista es negativa (ej. mala ejecución o error, decisiones en contra de árbitros o jueces, comentarios o actuaciones poco deportivas de los adversarios, éxitos o fracasos en competiciones anteriores).

Una puntuación alta en esta subescala indica un nivel elevado de control del impacto de una evaluación negativa (bien sea procedente del propio deportista o de otras personas) sobre el rendimiento deportivo.

### 3. Motivación

El factor Motivación incluye 8 ítems que evalúan características como la importancia del deporte respecto a otras actividades o la relación coste/beneficio de su práctica. Este factor abarca los siguientes contenidos:

- El interés de los deportistas por entrenar y superarse día a día.
- El establecimiento y consecución de metas u objetivos.
- La importancia del deporte en relación con otras actividades y facetas de la vida del deportista.
- La relación coste/beneficio que para el deportista tiene su actividad deportiva.

Una puntuación alta en esta subescala indica un estado motivacional elevado del deportista.

### 4. Habilidad o preparación mental

El factor Habilidad Mental, compuesto por 9 ítems, evalúa destrezas del deportista en relación al uso de técnicas psicológicas y a determinadas habilidades psicológicas que pueden favorecer el rendimiento deportivo (Chartrand, 1992), como las siguientes:

- Establecimiento de objetivos.
- Análisis objetivo del rendimiento.
- Ensayo conductual en imaginación.
- Funcionamiento y autorregulación cognitivos.

Una puntuación alta en esta subescala indica que el deportista dispone de los recursos suficientes para lograr un rendimiento deportivo óptimo.

### 5. Cohesión de equipo

Esta subescala contiene 6 ítems y se refiere a la integración del deportista dentro del equipo o grupo deportivo. La evaluación de este factor contempla el análisis de los siguientes aspectos:

- La relación interpersonal con los miembros del equipo.
- El nivel de satisfacción trabajando con los otros miembros del equipo.

- La actitud más o menos individualista en relación con el grupo.
- La importancia que se le concede al "espíritu de equipo".

Una puntuación alta indica que el deportista mantiene una buena competencia social con sus compañeros dentro del equipo, así como un sentimiento positivo de espíritu del mismo.

#### **4.3.4.2 Protocolo de valoración**

Dado que algunos de los integrantes del Club Balonmano Valladolid eran de nacionalidad extranjera, antes de realizar el cuestionario algunos ítems fueron sometidos a ligeras modificaciones léxicas para garantizar una mayor comprensión de los mismos. Por otra parte, para evitar que los jugadores contestaran de forma correlativa a las preguntas correspondientes a cada uno de los apartados del test, el orden de las mismas fue modificado.

Todos los jugadores fueron informados de que los resultados del cuestionario servirían única y exclusivamente para el estudio y para la mejora de las aptitudes deportivas de cada jugador de forma individualizada. También se informó por escrito de que los resultados del mismo en ningún caso se utilizarían en detrimento del jugador ni se mostrarían a terceras personas.

Posteriormente se solicitó a los jugadores que cumplimentasen sus datos personales (nombre, apellidos, fecha de nacimiento, posición de juego) y se incluyó un apartado para conocer la trayectoria profesional del jugador, en el que constaban los siguientes ítems: 1) Número de veces internacional; 2) Número de años durante los que ha permanecido en la máxima categoría; 3) Número de años que, de forma continuada, viene practicando su deporte; 4) ¿Cuáles han sido los mayores éxitos individuales y colectivos que ha conseguido (desglosado por acontecimiento, éxito y año en que se obtuvo)?

Por último, se explicaron brevemente las instrucciones para la correcta cumplimentación del test con tres ejemplos y tras ello se realizó la corrección de acuerdo con las directrices facilitadas por Gimeno et al. (Gimeno, 2001).

Las Figuras 18 y 19 muestran los ítems que forman parte de cada subescala. La corrección de las mismas se realiza de modo que, para cada ítem, las respuestas puntúan tal como se indica en la figura atendiendo al orden, de izquierda a derecha, desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo".

| CONTROL DE ESTRÉS |                                                                                       | INFLUENCIA DE LA<br>EVALUACIÓN DEL<br>RENDIMIENTO |   |   |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---|---|---|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1                 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 | 24 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0  | 1                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 9  | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 3                 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 26 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4  | 3                                                                                     | 2 | 1 | 0 | 16 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 6                 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 30 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0  | 1                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 28 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 8                 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 32 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0  | 1                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 34 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 10                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 | 36 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4  | 3                                                                                     | 2 | 1 | 0 | 35 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 12                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 | 41 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4  | 3                                                                                     | 2 | 1 | 0 | 42 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 13                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 | 43 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0  | 1                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 44 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 14                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 | 54 | <table border="1"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0  | 1                                                                                     | 2 | 3 | 4 | 46 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 0                 | 1                                                                                     | 2                                                 | 3 | 4 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 17                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 |    |                                                                                       | 47 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1  | 0                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 19                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 |    |                                                                                       | 51 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1  | 0                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 20                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 |    |                                                                                       | 52 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1  | 0                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 21                | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                 | 3 | 2 | 1 | 0 |    |                                                                                       | 53 | <table border="1"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1  | 0                                                                                     |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |
| 4                 | 3                                                                                     | 2                                                 | 1 | 0 |   |   |    |                                                                                       |    |                                                                                       |   |   |   |    |                                                                                       |   |   |   |   |   |

Puntuación Directa: \_\_\_\_\_ Puntuación Directa: \_\_\_\_\_

Figura 18: Valores para la corrección de las subescalas “Control de estrés” e “Influencia de la evaluación del rendimiento”.

| MOTIVACIÓN                                                                                                                                         | HABILIDAD<br>MENTAL                                                                                                                                | COHESIÓN DE<br>EQUIPO |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 4 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>  | 4                                                                                                                                                  | 3                     | 2 | 1 | 0 | 2 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>  | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 5 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                  | 2                     | 1 | 0 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 4                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                  | 2                     | 1 | 0 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 15 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                                                                                                                  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 7 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table>  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 11 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 4                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                  | 2                     | 1 | 0 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 29 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                                                                                                                  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 23 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | 18 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 4                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                  | 2                     | 1 | 0 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 31 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                                                                                                                  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 25 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 22 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 33 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                                                                                                                  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 37 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 27 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 39 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4                                                                                                                                                  | 3                     | 2 | 1 | 0 | 40 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 38 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                  | 2                     | 1 | 0 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 49 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                                                                                                                  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 45 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 55 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                                                                                                                                                  | 1                     | 2 | 3 | 4 | 48 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr></table> | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 4                                                                                                                                                  | 3                                                                                                                                                  | 2                     | 1 | 0 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
|                                                                                                                                                    | 50 <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr></table> | 0                     | 1 | 2 | 3 | 4                                                                                                                                                  |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |
| 0                                                                                                                                                  | 1                                                                                                                                                  | 2                     | 3 | 4 |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |                                                                                                                                                    |   |   |   |   |   |

Puntuación Directa: \_\_\_\_\_ Puntuación Directa: \_\_\_\_\_ Puntuación Directa: \_\_\_\_\_

**Figura 19: Valores para la corrección de las subescalas “Motivación”, “Habilidad mental” y “Cohesión de equipo”.**

La puntuación global del cuestionario Característica Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD) se obtiene sumando los puntos de las cinco subescalas.

#### **4.3.5 ANÁLISIS DE LA INGESTA**

##### **4.3.5.1 Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFC)**

El patrón de consumo de los deportistas se evaluó mediante la estimación de la frecuencia de consumo de los principales grupos de alimentos empleando un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFC) semicuantitativo validado para la población española (Martín-Moreno, Boyle, Gorgojo, Maisonneuve, Fernández-Rodríguez & Salvini, 1993) (Anexo 2).

Este cuestionario contiene una lista cerrada de 136 alimentos y bebidas de uso común en nuestro medio, distribuidos en nueve grupos (lácteos; huevos, carnes y pescados; verduras y hortalizas; frutas; legumbres y cereales; aceites y grasas; bollería y pastelería; miscelánea; y bebidas.). Junto a los alimentos se incluye un tamaño de ración estándar, en medidas caseras, que refleja las cantidades medias de cada alimento consumidas por nuestra población. Los participantes debían indicar con qué frecuencia (nunca o casi nunca, número de veces al mes, número de veces a la semana o número de veces al día) consumían, como promedio, los alimentos que figuran en el listado en la cantidad indicada, en el último año.

Este cuestionario también contiene un apartado destinado a la toma de suplementos nutricionales (tipo, marca del producto, tamaño de ración y consumo medio en el último año) e incluye preguntas adicionales referentes a la realización de dieta en el último año o actualmente, enfermedades presentes en la actualidad; también permite indicar alimentos consumidos frecuentemente no presentes en el listado del cuestionario.

El CFC es un cuestionario que puede ser autocumplimentado. Una nutricionista instruyó a los jugadores de balonmano sobre la forma de cumplimentarlo, especialmente en aquellos aspectos más difíciles, como tener en cuenta no sólo las veces que se consume un alimento solo, sino también cuando se hace combinado con otros (por ejemplo, pollo como segundo plato, en una paella, en unas croquetas, etc.); o ajustar las cantidades de alimentos que realmente se consumen a las cantidades de alimentos que figuran en el cuestionario; o cómo incluir la ingesta de los alimentos de temporada.

Todos los jugadores cumplimentaron el cuestionario al comienzo del estudio.

##### **4.3.5.2 Registro dietético de 3 días**

Para recoger los datos del consumo alimentario de forma prospectiva se empleó un Registro de Alimentos (o Diario Dietético) (RD) de 3 días no consecutivos, incluyendo un día festivo. Con este fin se elaboró un cuestionario abierto que contenía todas las ingestas del día (desayuno, almuerzo, comida, merienda, cena y “picoteos”), con espacios específicos para incluir los alimentos ingeridos, ingredientes, marcas (si

procede), forma de preparación o técnica culinaria, tamaño de ración (en medidas caseras) y forma de realizar la ingesta (Anexo 3).

Los deportistas debían anotar en ese cuestionario todos los alimentos y bebidas (incluidos los picoteos) que comieran y bebieran durante tres días no consecutivos; uno de ellos debía ser un domingo o festivo, pero no un día excepcional (una fiesta, su cumpleaños, una boda...).

Los jugadores fueron instruidos para cumplimentar la encuesta y se les proporcionó, además, una “Hoja de Ejemplo” ya cumplimentada, para que vieran cómo debía completarse el cuestionario y cómo se manejaban las medidas caseras para establecer los tamaños de ración. También se les pidió específicamente que intentasen no cambiar los hábitos alimentarios los días en que cumplimentaran el Registro.

Los componentes del equipo deportivo cumplimentaron un registro dietético en tres ocasiones: antes del comienzo de la segunda parte de la temporada (diciembre-enero), en la mitad del estudio (marzo) y al finalizar la temporada (mayo).

### **Transformación de alimentos en nutrientes**

A partir de los datos obtenidos sobre la ingesta alimentaria -alimentos, cantidad de los mismos-, tanto del CFC como del registro alimentario, se puede conocer el aporte de nutrientes que esa ingesta proporciona a la población de estudio.

La conversión de los alimentos en nutrientes se realizó mediante el programa informático Nutrición y Salud, versión 2.0, del Instituto de Nutrición de la Universidad de Granada (General Asde, S.A.), basado en las tablas de composición de alimentos españoles (Matáix Verdú, 2009). Los resultados se expresan como media diaria en gramos, miligramos o microgramos (según corresponda) consumidos al día.

#### **Transformación de alimentos en nutrientes a partir del CFC:**

Primero se transformaron las distintas frecuencias de consumo de alimentos indicadas (al día, a la semana, al mes o al año) en frecuencia/día (multiplicando el número indicado por 1, 7, 30 ó 365, respectivamente). A continuación se calculó el peso en gramos de las raciones que en el CFC figuran como medidas caseras. Y, finalmente, se calcularon, en función de la frecuencia/día obtenida en el paso anterior, los g/día de cada alimento. Se desecharon aquellos alimentos cuyo consumo era igual o inferior a 5 g/día, por considerar su aporte de nutrientes no significativo a la dieta total.

Se introdujeron en el programa Alimentación y Salud los gramos/día de cada alimento, para obtener el contenido en nutrientes de cada uno de ellos.

### Transformación de alimentos en nutrientes a partir del registro de alimentos:

Primero se transformaron todos los datos recogidos en los registros en los alimentos simples incluidos en las tablas de composición de alimentos utilizadas:

- Se descompusieron los platos (por ejemplo, cocido) en alimentos simples (ingredientes).
- Se descompusieron los alimentos de elaboración industrial en sus ingredientes.
- Se calculó el peso en gramos de cada alimento, según las raciones indicadas por los deportistas.
- Se introdujeron en el programa de análisis las cantidades consumidas de cada alimento cada día para la obtención de sus nutrientes constituyentes.

A partir del CFC se determinaron los siguientes nutrientes: energía (kcal), proteínas (g), hidratos de carbono (g), lípidos totales (g), ácidos grasos saturados -AGS- (g), ácidos grasos monoinsaturados -AGM- (g), ácidos grasos poliinsaturados -AGP- (g), colesterol (mg) y fibra dietética (g).

En el caso del registro dietético se determinaron los siguientes nutrientes: energía (kcal), proteínas (g), hidratos de carbono (g), lípidos totales (g), AGS (g), AGM (g), AGP (g), colesterol (mg), fibra dietética (g), vitamina A ( $\mu\text{g}$  equivalentes de retinol), vitamina D ( $\mu\text{g}$ ), vitamina E (mg equivalentes de  $\alpha$ -tocoferol), vitamina C (mg), vitamina B1 (mg), vitamina B2 (mg), ácido nicotínico (mg), pantotenato (mg), vitamina B6 (mg), biotina ( $\mu\text{g}$ ), ácido fólico ( $\mu\text{g}$ ), vitamina B12 ( $\mu\text{g}$ ), calcio (mg), hierro (mg), yodo ( $\mu\text{g}$ ), magnesio (mg), zinc (mg), sodio (mg), potasio (mg), fósforo (mg), selenio ( $\mu\text{g}$ ), cobre ( $\mu\text{g}$ ), cloro (mg) y manganeso (mg). Para cada nutriente se calculó la media de los 3 días de cada cuestionario.

### Valoración de la adecuación de la dieta

Se calculó la distribución porcentual calórica de los tres macronutrientes (% de proteínas, hidratos de carbono y lípidos) y del perfil lipídico (% de AGS, AGM y AGP), la densidad nutricional (DN; cantidad de nutriente por cada 1000 kcal) del colesterol y de la fibra dietética.

La adecuación de la ingesta de energía, macronutrientes (perfil calórico), perfil lipídico y fibra se realizó mediante la comparación con los *objetivos nutricionales* para la población española (Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011).

Para valorar la adecuación de la ingesta de micronutrientes se calculó el *índice de adecuación nutricional* (IAN), a partir de las Ingestas Dietéticas Recomendadas (IDR) para población española de 2013 (Moreiras, Carbajal, Cabrera & Cuadrado, 2013) o, si éstas no existieran, las Ingestas Dietéticas Recomendadas (IDR) americanas (Institute of Medicine of the National Academies, 2005):

$IAN = [(cantidad\ de\ micronutriente) / IDR\ (ingesta\ diaria\ recomendada)] \times 100$

Se considera adecuado un IAN entre el 80 y el 120%.

#### 4.3.6 SUPLEMENTACIÓN NUTRICIONAL

El cronograma de actividades del Club Balonmano Valladolid conlleva una serie de desplazamientos y concentraciones del equipo durante al menos tres días cada dos semanas. La dieta de los jugadores durante dichos desplazamientos y concentraciones está pautada por los Servicios Médicos del Club y se caracteriza por ser alta en hidratos de carbono complejos, normoproteica y baja en grasa, de acuerdo a las necesidades energético-nutricionales de los jugadores. Además de esto, durante toda la temporada deportiva los jugadores reciben asesoramiento dietético-nutricional con la finalidad de incentivar la adopción de hábitos dietéticos acordes con las recomendaciones nutricionales para la población deportista. Estas estrategias aseguran un adecuado aporte de los sustratos energéticos, vitaminas y minerales demandados durante la práctica deportiva.

Por otra parte, también existe un protocolo de suplementación nutricional establecido por los Servicios Médicos del Club. Dicho protocolo abarca tanto la suplementación individualizada, como la colectiva. La suplementación individualizada se planifica tras una valoración previa de cada deportista, y pretende suplir las carencias nutricionales detectadas en el jugador. La suplementación colectiva es común para todos los jugadores del Club y persigue mejorar el rendimiento deportivo del equipo, bien sea aportando suplementos que favorezcan el aumento en la producción de energía o aportando suplementos que favorezcan la reparación del daño tisular secundario a la práctica deportiva. Esta última forma de suplementación es, por tanto, una ayuda ergogénica.

Las ayudas ergogénicas nutricionales utilizadas durante la temporada deportiva 2007/2008 fueron: un gel energético de recuperación (Isostar Booster Gel®), un complejo multivitamínico-multimineral (Redoxon Complex®) y un suplemento rico en antioxidantes (Oxiblock Spin®).

El gel energético de recuperación (Isostar Booster Gel®) se utilizó como recuperador rápido durante los encuentros deportivos (en los descansos) y tras los entrenamientos. En dichos momentos los jugadores ingirieron 25 mL de gel energético (una unidad). El aporte energético y nutricional de dicho gel se muestra en la Tabla 6.

|                         | Por 100 g de producto bruto |        | Por ración (25 ml) |        |
|-------------------------|-----------------------------|--------|--------------------|--------|
|                         | Contenido                   | % CDR* | Contenido          | % CDR* |
| Valor energético (kcal) | 273                         | -      | 68                 | -      |
| Valor energético (kJ)   | 1160                        | -      | 290                | -      |
| Proteínas (g)           | 1,2                         | -      | 0,3                | -      |
| Hidratos de carbono (g) | 67                          | -      | 16,75              | -      |
| Glucosa (g)             | 19,6                        | -      | 4,9                | -      |
| Fructosa (g)            | 5                           | -      | 1,25               | -      |
| Maltosa (g)             | 20                          | -      | 5                  | -      |
| Grasas (g)              | 0                           | -      | 0                  | -      |
| Vitamina C (mg)         | 24                          | 40%    | 30                 | 10%    |
| Vitamina B1 (mg)        | 0,56                        | 40%    | 0,14               | 10%    |
| Vitamina B2 (mg)        | 0,64                        | 40%    | 0,16               | 10%    |
| Vitamina B3 (mg)        | 7,2                         | 40%    | 1,8                | 10%    |
| Vitamina B6 (mg)        | 0,8                         | 40%    | 0,2                | 10%    |

\*CDR: Cantidad Diaria Recomendada por la Unión Europea

**Tabla 6: Aporte energético-nutricional de Isostar Booster Gel ®.**

La suplementación con el complejo multivitamínico-multimineral (Redoxon Complex®) se inició tras la primera analítica para no enmascarar posibles déficits. Todos los jugadores fueron suplementados durante 30 días a razón de un comprimido efervescente al día antes del desayuno. El aporte nutricional del complejo multivitamínico-multimineral se muestra en la Tabla 7.

| Ingredientes      | Por comprimido | %CDR |
|-------------------|----------------|------|
| <b>Vitaminas</b>  |                |      |
| Vitamina A        | 800 µg         | 100  |
| Vitamina B1       | 3,30 mg        | 300  |
| Vitamina B2       | 4,20 mg        | 300  |
| Vitamina B6       | 2,00 mg        | 143  |
| Vitamina B12      | 3,0 µg         | 120  |
| Vitamina C        | 180 mg         | 225  |
| Vitamina D        | 5,0 µg         | 100  |
| Vitamina E        | 12 mg          | 100  |
| Vitamina K        | 25 µg          | 33   |
| Niacina           | 48 mg          | 300  |
| Ácido fólico      | 200 µg         | 100  |
| Biotina           | 50 µg          | 100  |
| Ácido pantoténico | 18 mg          | 300  |
| <b>Minerales</b>  |                |      |
| Calcio            | 120 mg         | 15   |
| Magnesio          | 80 mg          | 21   |
| Hierro            | 14 mg          | 100  |
| Cobre             | 1 mg           | 100  |

|                     |         |     |
|---------------------|---------|-----|
| <b>Yodo</b>         | 150 µg  | 100 |
| <b>Zinc</b>         | 10 mg   | 100 |
| <b>Manganeso</b>    | 2,00 mg | 100 |
| <b>Selenio</b>      | 50 µg   | 91  |
| <b>Molibdeno</b>    | 50 µg   | 100 |
| <b>Otros</b>        |         |     |
| <b>Coenzima Q10</b> | 4,5 mg  | -   |

\*CDR: Cantidad Diaria Recomendada por la Unión Europea

**Tabla 7: Aporte nutricional de Redoxon Complex®.**

Por último, la suplementación con antioxidantes (Oxiblock Spin®) se inició tras la primera analítica y se mantuvo hasta la finalización del estudio (mayo 2008). El suplemento se aportó dos horas antes de disputar un encuentro deportivo. Cada preparado proporciona 62.5 mg de extracto concentrado de tomate con un contenido del 2% de licopeno, 50 mg de extracto de pepita de uva rico en polifenoles naturales, 25 mg de levadura de selenio (con un 0.2% de selenio), 2.4 mg de beta-caroteno, 20 mg de vitamina C, y 10 mg de vitamina E.

#### **4.3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Las variables paramétricas se describieron como media (DS) y las variables que no seguían una distribución normal, como mediana (intervalo intercuartil). La normalidad de las variables se determinó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk.

Para analizar las diferencias entre las distintas variables en función de la posición del jugador (centrales, laterales, extremos, pivotes y porteros) se utilizó ANOVA de un factor con contrastes a posteriori de Scheffé en las variables que seguían una distribución normal, y el test de Kruskal-Wallis y las posteriores comparaciones dos a dos con la prueba U de Mann Whitney (corregidas por Bonferroni) en las variables no paramétricas.

Las diferencias intra-sujeto en las variables paramétricas en función del momento de medición (pretemporada, a mediados y al final de la temporada) se evaluaron mediante el test ANOVA de un factor para medidas repetidas. Tras el análisis de la varianza se efectuaron los contrastes a posteriori de Scheffé para analizar entre qué momentos se encontraban las diferencias significativas. En el caso de las variables no paramétricas se empleó el test de Friedman y, posteriormente, contrastes por pares mediante el test de Wilcoxon (corregidas por Bonferroni).

Las diferencias en las variables del estudio isocinético se evaluaron mediante la t de Student para medidas repetidas o el test de Wilcoxon, según la normalidad de las variables.

La significación estadística se alcanzó con  $p < 0,05$ . El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 22 para Windows.

# RESULTADOS



## 5 RESULTADOS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El estudio se realizó con un grupo de diecinueve varones jugadores profesionales de balonmano que formaban parte de la plantilla del Club Balonmano Valladolid durante la temporada 2007-2008. Este equipo estaba incluido en la categoría ASOBAL, máxima categoría española.

La edad media del equipo fue de 27 años (rango: 20 – 36 años).

La agrupación de los jugadores se realizó en función de la posición de cada uno en el juego, del siguiente modo:

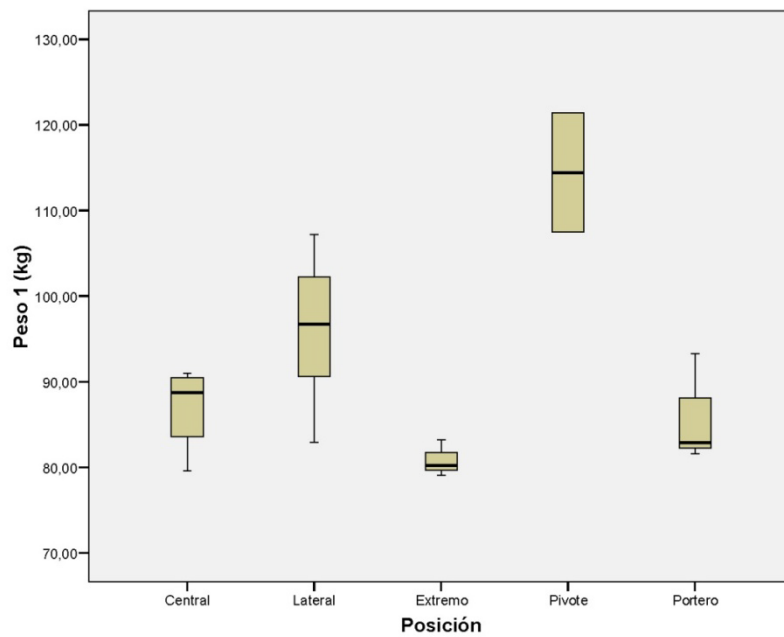
- centrales: 4 jugadores.
- laterales: 7 jugadores.
- extremos: 3 jugadores.
- pivotes: 2 jugadores.
- porteros: 3 jugadores.

Tres de los 7 jugadores laterales eran, además, “jugadores universales”, que son aquellos jugadores que por la versatilidad de su juego pueden desempeñar diversas funciones dentro del equipo. Dos de estos jugadores desempeñaron, además de las funciones propias de los laterales, tareas defensivas, mientras que el tercero jugó como extremo y defensa.

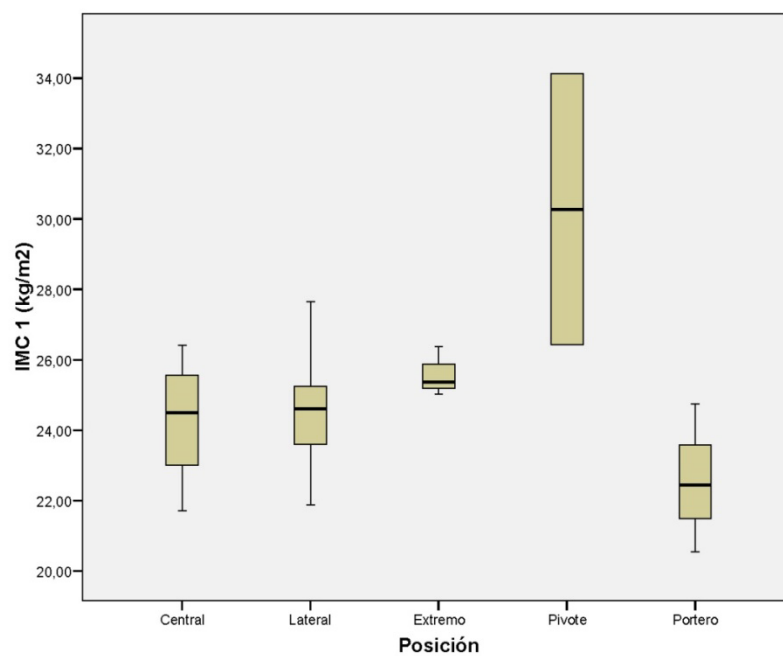
La talla y el peso medios del equipo al comienzo del estudio fueron de 192.2 (8.9) cm y 92.1 (11.7) kg, respectivamente. El IMC medio fue de 24.9 (2.9) kg/m<sup>2</sup>, lo que indica normalidad nutricional según la catalogación de la OMS.

Estas características antropométricas básicas al inicio del estudio por posiciones se muestran en la Tabla 8.

Aunque los grupos son muy pequeños, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el peso en función de la posición de juego, de modo que los pivotes fueron los jugadores más pesados (Figura 20). Del mismo modo, los pivotes fue el grupo que presentó mayor IMC, aunque las diferencias no alcanzaron la significación estadística (Figura 21).



**Figura 20: Distribución del peso (kg) al comienzo del estudio en las diferentes posiciones de juego.**



**Figura 21: Índice de masa corporal (kg/m²) al comienzo del estudio en las diferentes posiciones de juego.**

| POSICIÓN | Talla (cm)            | Peso (kg)              | IMC (kg/m <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| Central  | 191,2 (186,5 – 192,5) | 88,8 (83,6 – 90,5)     | 24,5 (23 – 25,6)         |
| Lateral  | 196,8 (193,5 – 201,9) | 96,7 (90,7 – 102,3)    | 24,6 (23,6 – 25,3)       |
| Extremo  | 177,6 (177,1 – 178,3) | 80,2 (79,7 – 81,7)     | 25,4 (25,2 – 25,9)       |
| Pivote   | 195,2 (188,6 – 201,7) | 114,5 (107,5 – 121,4)* | 30,3 (26,4 – 34,1)       |
| Portero  | 194,2 (192,5 – 197,6) | 82,9 (82,3 – 88,1)     | 22,4 (21,5 – 23,6)       |

IMC: índice de masa corporal. Mediana (p25-p75). \*p<0.05.

**Tabla 8: Características antropométricas básicas del equipo al comienzo del estudio por posición.**

## 5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA TEMPORADA

El estudio se realizó en la segunda mitad de la temporada anual, que se extiende desde enero hasta junio. Durante este tiempo el equipo participó en distintas competiciones:

- a) Partidos amistosos de pretemporada: dos torneos que se realizan en la fase previa al inicio de la temporada (en este caso en el mes de enero) y que enfrenta entre sí a dos equipos con similitudes al anfitrión (uno en casa y otro fuera). En los dos partidos que se jugaron se obtuvieron sendas victorias.
- b) Liga ASOBAL (liga nacional de balonmano), competición en la que los equipos puntúan y se clasifican en función de los resultados. La mitad de los partidos de esta competición se jugaron en Valladolid, y a otra mitad en distintas ciudades españolas a las que el equipo solía viajar en autobús.  
La posición de partida del Club Balonmano Valladolid fue el sexto lugar (Tabla 9), posición en la que quedó al finalizar la primera parte de la temporada. Durante la segunda mitad de la temporada se disputaron 15 partidos, en los que se obtuvieron 10 victorias, un empate y 4 derrotas, quedando el equipo al final de la liga en quinta posición (Tabla 10).
- c) Recopa de Europa (liga europea), competición en la que los equipos se mantienen sólo si ganan por puntos en dos partidos de ida y vuelta (eliminatória). El equipo en estudio participó en esta fase de la Recopa de Europa desde el mes de febrero (octavos de final) y jugó 6 partidos, de los que ganó 4, empató uno y perdió otro, con lo que fue eliminado en las semifinales del torneo en el mes de abril.

- d) Copa del Rey (torneo nacional), competición que se desarrolla de forma intensa en un periodo muy corto de tiempo (tres días), también eliminatoria pero a único partido, en la que participan los 8 primeros clasificados de la liga ASOBAL. El equipo fue eliminado tras el primer partido, que perdió.

En resumen, en la segunda parte de la temporada 2007-2008 el equipo en estudio disputó 24 partidos en los que se obtuvieron:

- 16 victorias
- 2 empates
- 6 derrotas

La Tabla 11 recoge de forma cronológica los distintos partidos disputados, así como los resultados de los mismos y la forma de desplazamiento a las ciudades en los que se jugaron “fuera de casa”.

| Posición | Equipo             | Puntos |
|----------|--------------------|--------|
| 1        | Ciudad Real        | 26     |
| 2        | Barcelona          | 25     |
| 3        | Portland           | 22     |
| 4        | Ademar             | 22     |
| 5        | CAI Aragón         | 19     |
| 6        | Valladolid         | 18     |
| 7        | Arrate             | 17     |
| 8        | BM Antequera       | 16     |
| 9        | Torre vieja        | 15     |
| 10       | Ciudad de Logroño  | 11     |
| 11       | Fraikin Granollers | 10     |
| 12       | Pilotes Posada     | 9      |
| 13       | Teucro             | 8      |
| 14       | Algeciras          | 8      |
| 15       | Keymare Almería    | 7      |
| 16       | Teka Cantabria     | 7      |

**Tabla 9: Clasificación al final de la “primera vuelta”, Liga ASOBAL 2007-2008, a 15 de diciembre de 2007 (tomado de archivo ASOBAL).**

| Posición | Equipo             | J  | G  | E | P  | GF   | GC   | Puntos |
|----------|--------------------|----|----|---|----|------|------|--------|
| 1        | Ciudad Real        | 30 | 26 | 1 | 3  | 964  | 776  | 53     |
| 2        | Barcelona          | 30 | 25 | 1 | 4  | 1020 | 819  | 51     |
| 3        | Ademar             | 30 | 20 | 6 | 4  | 850  | 778  | 46     |
| 4        | Portland           | 30 | 21 | 3 | 6  | 966  | 858  | 45     |
| 5        | Valladolid         | 30 | 19 | 1 | 10 | 933  | 858  | 39     |
| 6        | CAI Aragón         | 30 | 17 | 2 | 11 | 909  | 856  | 36     |
| 7        | Arrate             | 30 | 14 | 3 | 13 | 831  | 843  | 31     |
| 8        | BM Antequera       | 30 | 11 | 2 | 17 | 785  | 836  | 24     |
| 9        | Torre Vieja        | 30 | 11 | 2 | 17 | 792  | 835  | 24     |
| 10       | Teucro             | 30 | 11 | 2 | 17 | 784  | 898  | 24     |
| 11       | Pilotes Posada     | 30 | 7  | 6 | 17 | 803  | 859  | 20     |
| 12       | Ciudad de Logroño  | 30 | 8  | 3 | 19 | 841  | 881  | 19     |
| 13       | Fraikin Granollers | 30 | 9  | 1 | 20 | 825  | 868  | 19     |
| 14       | Teka Cantabria     | 30 | 8  | 1 | 21 | 777  | 881  | 17     |
| 15       | Algeciras          | 30 | 6  | 4 | 20 | 869  | 1023 | 16     |
| 16       | Keymare Almería    | 30 | 7  | 2 | 21 | 790  | 870  | 16     |

J: partidos jugados; G: partidos ganados; E: partidos empatados; P: partidos perdidos;  
GF: goles a favor; GC: goles en contra.

**Tabla 10: Clasificación final de la Liga ASOBAL 2007-2008 (tomado de archivo ASOBAL).**

| FECHA Y HORA        | TIPO DE COMPETICIÓN          | EQUIPOS IMPLICADOS                                | RESULTADO | MEDIO DE DESPLAZAMIENTO              | NÚMERO DE PERNOTACIONES | OBSERVACIONES                                                                                                  |
|---------------------|------------------------------|---------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18.01.2008<br>20:00 | Amistoso<br>Pretemporada     | <b>BM Valladolid</b><br>– Teka<br>Cantabria       | 43 : 28   | ---                                  | ---                     | Resultado en el descanso. 24:14                                                                                |
| 25.01.2008<br>20:00 | Amistoso<br>Pretemporada     | Teucro – <b>BM Valladolid</b>                     | 30 : 38   | Autobús                              | 0                       | Resultado en el descanso. 19:19                                                                                |
| 02.02.2008<br>20:00 | Liga ASOBAL                  | <b>BM Valladolid</b><br>– BM Almería              | 35 : 27   | ---                                  | ---                     | Nada reseñable.                                                                                                |
| 06.02.2008<br>20:30 | Liga ASOBAL                  | <b>Amaya San Antonio</b> – BM Valladolid          | 31 : 27   | Autobús                              | 0                       | Nada reseñable.                                                                                                |
| 09.02.2008<br>18:00 | Recopa Europa<br>(1/8 Final) | Tatran Presov – <b>BM Valladolid</b>              | 29 : 33   | Autobús + Avión +<br>Autobús         | 2                       | Resultado en el descanso. 10:17                                                                                |
| 13.02.2008<br>20:30 | Liga ASOBAL                  | BM Valladolid – <b>FC Barcelona</b>               | 25 : 30   | ---                                  | ---                     | Nada reseñable.                                                                                                |
| 16.02.2008<br>20:00 | Recopa Europa<br>(1/8 Final) | <b>BM Valladolid</b><br>– Tatran Presov           | 38 : 29   | ---                                  | ---                     | Resultado en el descanso. 17:16                                                                                |
| 24.02.2008<br>18:00 | Liga ASOBAL                  | <b>BM Atlético de Madrid</b> – BM Valladolid      | 30 : 27   | Autobús                              | 0                       | Nada reseñable.                                                                                                |
| 01.03.2008<br>20:00 | Liga ASOBAL                  | <b>BM Valladolid</b><br>– Naturhouse<br>La Rioja  | 29 : 26   | ---                                  | ----                    | Nada reseñable.                                                                                                |
| 05.03.2008<br>20:00 | Liga ASOBAL                  | <b>Teucro</b> – BM Valladolid                     | 31 : 28   | Autobús                              | 0                       |                                                                                                                |
| 09.03.2008<br>14:00 | Recopa Europa<br>(1/4 Final) | Zarja Kaspija<br>Astrakhan – <b>BM Valladolid</b> | 25 : 36   | Autobús + Avión +<br>Avión + Autobús | 2                       | Traslado de 26 horas de duración, con enlace aéreo en aeropuerto de Moscú, con 9 horas de espera entre vuelos. |
| 12.03.2008<br>20:45 | Liga ASOBAL                  | <b>BM Valladolid</b><br>– JD Arrate               | 28 : 24   | ---                                  | ---                     | Nada reseñable.                                                                                                |
| 15.03.2008<br>20:00 | Recopa Europa<br>(1/4 Final) | <b>BM Valladolid</b><br>– Zarja Kaspija           | 39 : 25   | ---                                  | ---                     | Nada reseñable.                                                                                                |

|                                   |                                |                                              |         |                              |     |                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|---------|------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Astrakhan                         |                                |                                              |         |                              |     |                                                                                                                                                                      |
| <b>19.03.2008</b><br><b>20:30</b> | Liga ASOBAL                    | BM Algeciras –<br><b>BM Valladolid</b>       | 26 : 41 | Autobús                      | 1   | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>25.03.2008</b><br><b>21:00</b> | Liga ASOBAL                    | BM Aragón –<br><b>BM Valladolid</b>          | 31 : 38 | Autobús                      | 1   | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>29.03.2008</b><br><b>20:00</b> | Liga ASOBAL                    | <b>BM Valladolid</b><br>– BM Granollers      | 40 : 25 | ---                          | --- | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>01.04.2008</b><br><b>20:45</b> | Liga ASOBAL                    | Teka Cantabria<br>– <b>BM Valladolid</b>     | 28 : 30 | Autobús                      | 0   | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>05.04.2008</b><br><b>19:00</b> | Recopa Europa<br>(semifinales) | Rhein-Neckar<br>Löwen – BM<br>Valladolid     | 27 : 27 | Autobús + Avión +<br>Autobús | 2   | Resultado en el descanso. 10:14                                                                                                                                      |
| <b>08.04.2008</b><br><b>20:30</b> | Liga ASOBAL                    | BM Valladolid –<br>BM Ademar                 | 25 : 25 | ---                          | --- | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>12.04.2008</b><br><b>20:00</b> | Recopa Europa<br>(semifinales) | BM Valladolid –<br><b>Rhein-Neckar Löwen</b> | 31 : 34 | ---                          | --- | Partido disputado ante 3.500 espectadores en el Pabellón Pisuerga de Valladolid con resultado de 15:15 en el descanso.                                               |
| <b>17.04.2008</b><br><b>18:00</b> | Copa del Rey                   | <b>Amaya San Antonio</b> – BM<br>Valladolid  | 40 : 30 | Autobús                      | 2   | Partido de cuartos de final de la Copa del Rey disputado en el Pabellón Príncipe Felipe de Zaragoza ante unos 1.500 espectadores. Resultado de 18:17 en el descanso. |
| <b>26.04.2008</b><br><b>18:30</b> | Liga ASOBAL                    | BM Antequera –<br><b>BM Valladolid</b>       | 29 : 32 | Autobús                      | 1   | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>03.05.2008</b><br><b>20:00</b> | Liga ASOBAL                    | <b>BM Valladolid</b><br>– CB Posada          | 33 : 32 | ---                          | --- | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |
| <b>14.05.2008</b><br><b>20:30</b> | Liga ASOBAL                    | CB Torreveja –<br><b>BM Valladolid</b>       | 31 : 32 | Autobús                      | 1   | Nada reseñable.                                                                                                                                                      |

**TABLA 11: Cronología de los partidos disputados y sus resultados durante el periodo a estudio.**

### 5.3 VALORACIÓN DEL EQUIPO A LO LARGO DEL ESTUDIO

#### 5.3.1 Características antropométricas

##### 5.3.1.1 Características antropométricas básicas del equipo

La Tabla 12 recoge las variables antropométricas básicas (talla, peso e índice de masa corporal) determinadas en el equipo de balonmano evaluado a lo largo de la segunda parte de la temporada estudiada:

| VARIABLES                | ENERO                    | MARZO       | MAYO        |
|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| Talla (cm)               | 192,2 (8,9)              | 192,2 (8,9) | 192,2 (8,9) |
| Peso (kg)                | 92,1 (11,7) <sup>b</sup> | 92,2 (11)   | 93,1 (11,4) |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 24,9 (2,9) <sup>b</sup>  | 25,0 (2,8)  | 25,2 (3,1)  |

IMC: índice de masa corporal. Media (DE); <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

**Tabla 12: Características antropométricas básicas del equipo a lo largo del estudio.**

Tanto el peso como el índice de masa corporal fueron mayores de forma estadísticamente significativa en mayo, respecto al comienzo del estudio, pero sin relevancia clínica.

##### 5.3.1.2 Características antropométricas básicas por posiciones

La Tabla 13 muestra los valores de talla, peso e IMC de los miembros del equipo agrupados por la posición en la que juegan a lo largo del estudio.

Los centrales y laterales presentaron valores similares de peso, talla e IMC; los extremos eran algo más bajos y pesaban menos, con lo que su IMC medio fue similar a los anteriores. Los pivotes presentaron una talla similar a la de centrales y laterales, pero mucho mayor peso y, por tanto, IMC; mientras que los porteros, con una altura similar a la de los anteriores, fueron los que pesaban menos y presentaron valores más bajos de IMC. Aunque en todos los casos los valores de IMC se encontraban dentro de la normalidad nutricional.

| VARIABLES                | MEDIDA | CENTRAL               | LATERAL               | EXTREMO               | PIVOTE                 | PORTERO               |
|--------------------------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Talla (cm)               |        | 191,2 (186,5 – 192,5) | 196,8 (193,5 – 201,9) | 177,6 (177,1 – 178,3) | 195,2 (188,6 – 201,7)  | 194,2 (192,5 – 197,6) |
| Peso (kg)                | Enero  | 88,8 (83,6 – 90,5)    | 96,7 (90,7 – 102,3)   | 80,2 (79,7 – 81,7)    | 114,5 (107,5 – 121,4)* | 82,9 (82,3 – 88,1)    |
|                          | Marzo  | 88,5 (85,8 – 88,7)    | 96,5 (89 – 103,3)     | 80,4 (80,4 – 82,7)    | 113,1 (107,3 – 118,9)  | 82 (81,7 – 87,8)      |
|                          | Mayo   | 88,7 (85,9 – 89,8)    | 96,8 (90,3 – 103,7)   | 82,9 (82,8 – 84,2)    | 115,3 (107 – 123,6)    | 82,3 (81,4 – 88,4)    |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | Enero  | 24,5 (23 – 25,6)      | 24,6 (23,6 – 25,3)    | 25,4 (25,2 – 25,9)    | 30,3 (26,4 – 34,1)     | 22,4 (21,5 – 23,6)    |
|                          | Marzo  | 24,3 (23,5 – 25,6)    | 24,5 (23,6 – 25,2)    | 25,7 (25,4 – 26,3)    | 29,9 (26,4 – 33,4)     | 22,5 (21,4 – 23,7)    |
|                          | Mayo   | 24,4 (23,5 – 25,9)    | 24,5 (23,9 – 25,2)    | 26,6 (26,2 – 26,8)    | 30,5 (26,3 – 34,7)     | 22,1 (21,2 – 23,6)    |

IMC: índice de masa corporal. Mediana (P25-P75). \*p<0,05.

**Tabla 13: Características antropométricas básicas del equipo a lo largo del estudio por posición.**

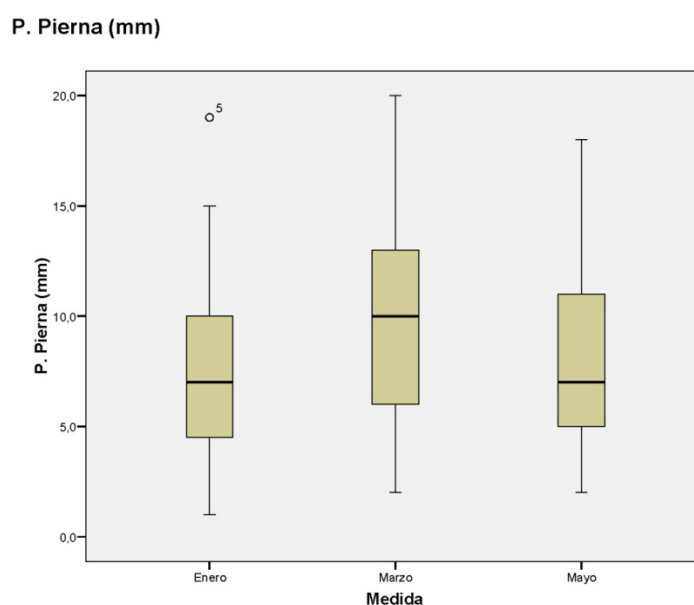
### 5.3.1.3 Otras características antropométricas del equipo: pliegues, diámetros y circunferencias

Los valores medios del equipo de los pliegues, diámetros y circunferencias determinados en el presente trabajo se reflejan en la Tabla 14. A lo largo del estudio se observaron diferencias estadísticamente significativas en la medida del pliegue de la pierna entre enero y marzo (Figura 22), y del pliegue subescapular entre los meses de marzo y mayo (Figura 23).

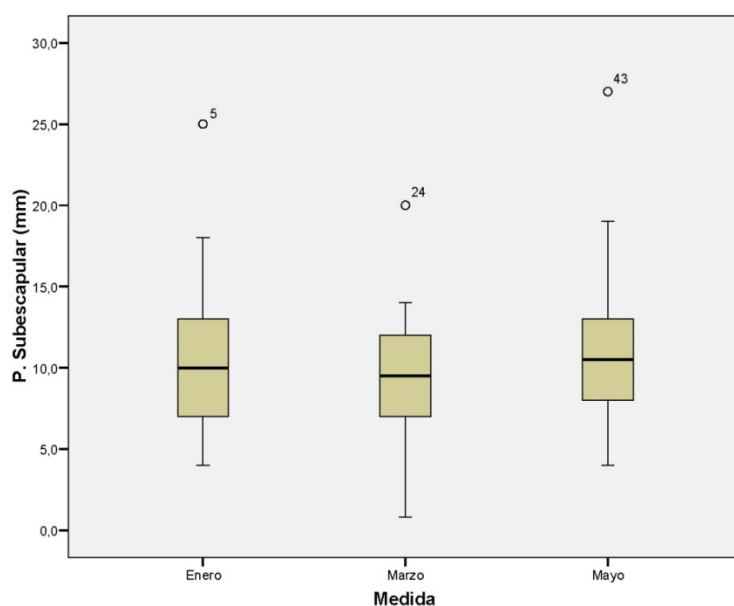
| VARIABLES                 | ENERO                  | MARZO                  | MAYO       |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------|
| P. Tríceps (mm)           | 8,7 (4)                | 8,1 (4)                | 9,4 (4,5)  |
| P. Subescapular (mm)      | 10,8 (5,2)             | 9,7 (4,5) <sup>b</sup> | 11,8 (5,5) |
| P. Suprailíaco (mm)       | 17,4 (8,7)             | 18,7 (8,6)             | 18,4 (8,4) |
| P. Abdominal (mm)         | 16,5 (7,1)             | 15,3 (6,4)             | 16,5 (5,9) |
| P. Muslo (mm)             | 13,2 (5,8)             | 13,1 (5,1)             | 14,2 (5,5) |
| P. Pierna (mm)            | 7,9 (4,5) <sup>a</sup> | 9,6 (4,7)              | 8,3 (4,4)  |
| D. Bihumeral (cm)         | 6,9 (0,4)              | 6,9 (0,4)              | 6,9 (0,4)  |
| D. Biestiloideo (cm)      | 6 (0,2)                | 6 (0,2)                | 6 (0,2)    |
| D. Bicondileofemoral (cm) | 9,1 (0,7)              | 9,1 (0,7)              | 9,1 (0,7)  |
| C. Brazo (cm)             | 32,6 (2,6)             | 32,7 (2,6)             | 33,2 (2,8) |
| C. Pantorrilla (cm)       | 39,6 (2,3)             | 40,4 (2,7)             | 39,9 (2,7) |

P: pliegue, D: diámetro; C: circunferencia. Media (DE); <sup>a</sup>p<0,05 vs. Marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

**Tabla 14: Valores de los pliegues, diámetros y circunferencias del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 22: Pliegue de la pierna (mm) del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 23: Pliegue subescapular (mm) del equipo a lo largo del estudio.**

#### **5.3.1.4 Otras características antropométricas por posiciones: pliegues, diámetros y circunferencias**

Las medidas de los pliegues, diámetros y perímetros de los jugadores agrupados por posición en el juego a lo largo de la segunda parte de la temporada anual se resumen en la Tabla 15.

Aunque se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el valor del diámetro biestiloideo en función de la posición, estas diferencias no tienen ninguna relevancia clínica.

Sin embargo, los pivotes fueron los sujetos que mostraron mayor circunferencia del brazo y los porteros la menor que el resto de los jugadores, de forma estadísticamente significativa (Figura 24).

| VARIABLES            | MEDIDA | CENTRAL           | LATERAL          | EXTREMO          | PIVOTE          | PORTERO          |
|----------------------|--------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| P. Tríceps (mm)      | Enero  | 7 (6 – 8)         | 8 (5 -10)        | 8 (7,5 – 8,5)    | 15,5 (10 – 21)  | 10 (9,5 – 10,5)  |
|                      | Marzo  | 5 (4,5 – 8,5)     | 8 (4,5 – 12)     | 8 (4,5 – 8,5)    | 12 (9 – 15)     | 9 (7,5 – 9)      |
|                      | Mayo   | 10 (6,5 – 11)     | 11 (4 – 12,5)    | 9 (8,5 – 10)     | 14 (9 – 19)     | 7 (6,5 – 9,5)    |
| P. Subescapular (mm) | Enero  | 8,5 (6 – 11,5)    | 9 (6,5 – 12,5)   | 12 (9,5 – 12,5)  | 20,5 (16 – 25)  | 9 (7,5 – 11)     |
|                      | Marzo  | 9 (7 – 10,5)      | 8 (7,5 – 12)     | 11 (5,9 – 12,5)  | 15,5 (11 – 20)  | 9 (7,5 – 10,5)   |
|                      | Mayo   | 10 (8 – 11)       | 10 (8,5 – 15)    | 12 (11 – 14,5)   | 19 (11 – 27)    | 8 (7 – 10,5)     |
| P. Suprailíaco (mm)  | Enero  | 16,5 (10 – 19)    | 12 (10,5 – 21,5) | 19 (16 – 26)     | 27 (15 – 39)    | 18 (12 – 20,5)   |
|                      | Marzo  | 10 (9 – 19,5)     | 17 (11,5 – 20)   | 23 (21,5 – 25)   | 28,5 (24 – 33)  | 16 (12 – 20)     |
|                      | Mayo   | 9 (7 – 15,5)      | 22 (12 – 23)     | 23 (19 – 26,5)   | 28,5 (24 – 33)  | 19 (13,5 – 21)   |
| P. Abdominal (mm)    | Enero  | 17,5 (9,5 – 23,5) | 12 (9,5 – 17,5)  | 21 (18 – 21,5)   | 26,5 (20 – 33)  | 13 (11,5 – 17)   |
|                      | Marzo  | 20 (13 – 20,5)    | 13 (10,5 – 16)   | 17 (15 – 17,5)   | 25 (17 – 33)    | 14 (11,5 – 16,5) |
|                      | Mayo   | 22 (15 – 22)      | 15 (11 – 17,5)   | 19 (17,5 – 19,5) | 22 (17 – 27)    | 17 (13 – 20)     |
| P. Muslo (mm)        | Enero  | 11 (6 – 15,5)     | 10 (9 – 16,5)    | 17 (15,5 – 19,5) | 18,5 (11 – 26)  | 11 (11 – 11,5)   |
|                      | Marzo  | 12 (8,5 – 14)     | 11 (7,5 – 17,5)  | 15 (15 – 16)     | 16,5 (10 – 23)  | 11 (10,5 – 12,5) |
|                      | Mayo   | 12 (10 – 17)      | 10 (8,5 – 19)    | 16 (16 – 18)     | 17 (10 – 24)    | 11 (10 – 13)     |
| P. Pierna (mm)       | Enero  | 6,5 (3,5 – 9)     | 9 (4 – 11)       | 7 (5,5 – 7)      | 15,5 (12 – 19)  | 6 (5,5 – 8)      |
|                      | Marzo  | 10 (7,5 – 11,5)   | 11 (6,5 – 12)    | 7 (6,5 – 11)     | 13,5 (7 – 20)   | 7 (6,5 – 8,5)    |
|                      | Mayo   | 6 (5,5 – 9)       | 10 (4,5 – 13)    | 7 (6 – 7,5)      | 12,5 (7 – 18)   | 7 (5,5 – 7,5)    |
| D. Bihumeral (cm)    | Enero  | 6,8 (6,4 – 7,1)   | 7,2 (6,9 – 7,3)  | 6,8 (6,7 – 6,9)  | 6,9 (6,7 – 7,1) | 6,8 (6,7 – 6,8)  |
|                      | Marzo  | 6,7 (6,4 – 6,8)   | 7,2 (6,9 – 7,3)  | 6,8 (6,7 – 6,9)  | 6,9 (6,7 – 7,1) | 6,8 (6,7 – 6,8)  |
|                      | Mayo   | 6,7 (6,4 – 6,8)   | 7,2 (7,1 – 7,3)  | 6,8 (6,7 – 6,9)  | 6,9 (6,7 – 7,1) | 6,8 (6,7 – 6,8)  |

|                           |       |                    |                    |                    |                    |                    |
|---------------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| D. Biestiloideo (cm)      | Enero | 5,8 (5,8 – 5,9)    | 6,2 (6,1 – 6,3)    | 5,8 (5,7 – 5,9)    | 6,1 (5,9 – 6,3)    | 5,9 (5,8 – 6)      |
|                           | Marzo | 5,8 (5,8 – 5,8)    | 6,2 (6,1 – 6,3)    | 5,8 (5,7 – 5,9)    | 6,1 (5,9 – 6,3)    | 5,9 (5,8 – 6)      |
|                           | Mayo  | 5,8 (5,8 – 5,8)    | 6,2 (6,1 – 6,2)    | 5,8 (5,7 – 5,9)    | 6,1 (5,9 – 6,3)    | 5,9 (5,8 – 6)      |
| D. Bicondileofemoral (cm) | Enero | 8,9 (8,5 – 9,2)    | 9,4 (8,9 – 9,9)    | 8,6 (8,3 – 8,8)    | 9,8 (9,6 – 10)     | 8,7 (8,7 – 9,3)    |
|                           | Marzo | 8,6 (8,5 – 8,9)    | 9,4 (8,9 – 9,9)    | 8,6 (8,3 – 8,8)    | 9,8 (9,6 – 10)     | 8,7 (8,7 – 9,3)    |
|                           | Mayo  | 8,6 (8,5 – 8,9)    | 9,3 (8,6 – 9,9)    | 8,6 (8,3 – 8,8)    | 9,8 (9,6 – 10)     | 8,7 (8,7 – 9,3)    |
| C. Brazo (cm)             | Enero | 32,4 (31,1 – 32,8) | 33,4 (33,2 – 34)   | 33,3 (33,2 – 33,4) | 36,7 (35,4 – 37,9) | 29,2 (28,2 – 29,6) |
|                           | Marzo | 32 (31,8 – 32,3)   | 32,4 (32 – 34,2)   | 34,2 (33,6 – 34,4) | 37 (36,4 – 37,6)   | 29,5 (28,5 – 29,9) |
|                           | Mayo  | 33 (32,6 – 33,5)   | 32,3 (32 – 33,4)   | 34,7 (34,1 – 34,8) | 37,4 (36,4 – 38,4) | 29,9 (28,9 – 30,1) |
| C. Pantorrilla (cm)       | Enero | 38,7 (38,1 – 39,5) | 39,2 (38,5 – 40,8) | 40 (38,7 – 40,6)   | 43,6 (43,2 – 44)   | 39,2 (36,7 – 39,3) |
|                           | Marzo | 38,2 (38,1 – 39,6) | 39,9 (39,5 – 42,6) | 41 (39,8 – 41,8)   | 44,5 (44 – 45)     | 37,5 (36,3 – 38,7) |
|                           | Mayo  | 38,6 (37 – 38,9)   | 40,6 (39,2 – 41,8) | 41 (40,4 – 41,7)   | 43,7 (43,4 – 44)   | 37,5 (36,4 – 38,8) |

P: pliegue, D: diámetro; C: circunferencia. Mediana (P25-P75).

**Tabla 15: Medidas antropométricas de los pliegues, diámetros y circunferencias del equipo por posiciones a lo largo del estudio.**

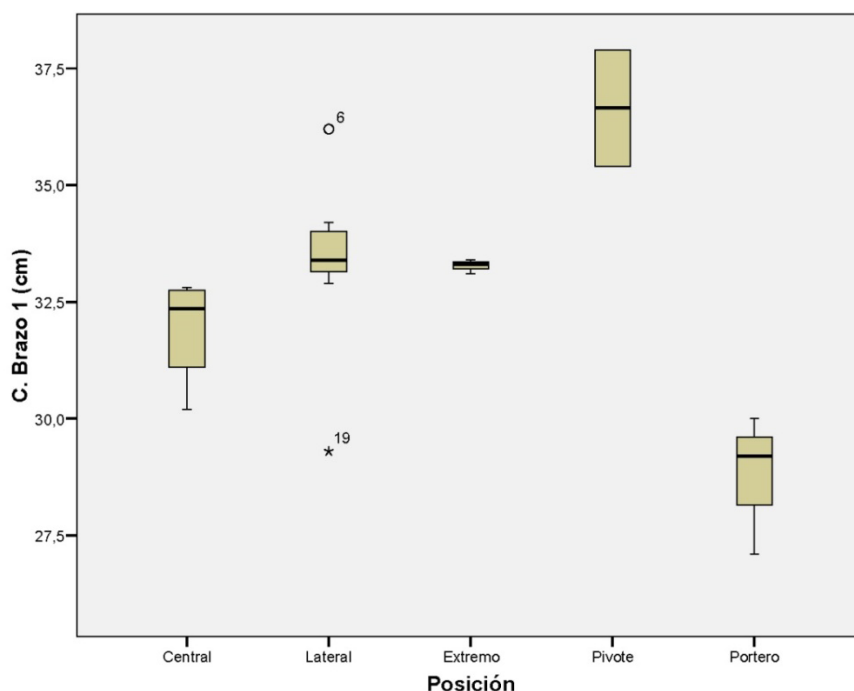


Figura 24: Circunferencia del brazo (cm) por posiciones en el mes de enero.

### 5.3.2 Composición corporal

#### 5.3.2.1 Composición corporal del equipo

La composición corporal media del Club Balonmano Valladolid en los meses a estudio de 2008, se resume en la Tabla 16. En ella se indican las distintas fracciones del peso, tanto en kg como en porcentaje. No se evidenciaron diferencias significativas en los tres momentos valorados para ninguna de estas variables.

| VARIABLES          | ENERO      | MARZO      | MAYO       |
|--------------------|------------|------------|------------|
| Peso graso (kg)    | 10,2 (4,1) | 10,3 (3,8) | 10,7 (4)   |
| Peso magro (kg)    | 81,9 (8,7) | 82 (8,5)   | 82,5 (8,5) |
| Peso muscular (kg) | 46,3 (4,7) | 46,4 (4,7) | 46,7 (4,5) |
| Peso graso (%)     | 10,9 (3,1) | 11 (2,9)   | 11,3 (2,9) |
| Peso magro (%)     | 89,1 (3,1) | 89 (2,9)   | 88,7 (2,9) |
| Peso muscular (%)  | 50,5 (2,2) | 50,4 (2,3) | 50,3 (2,1) |
| Peso óseo (%)      | 14,6 (1,2) | 14,5 (1,6) | 14,4 (1,3) |
| Peso residual (%)  | 24,1 (0)   | 24,1 (0)   | 24,1 (0)   |

Media (DE).

Tabla 16: Composición corporal (pesos) del equipo a lo largo del estudio.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de las distintas fracciones de peso estimados a lo largo del estudio (Figuras 25 a 29).

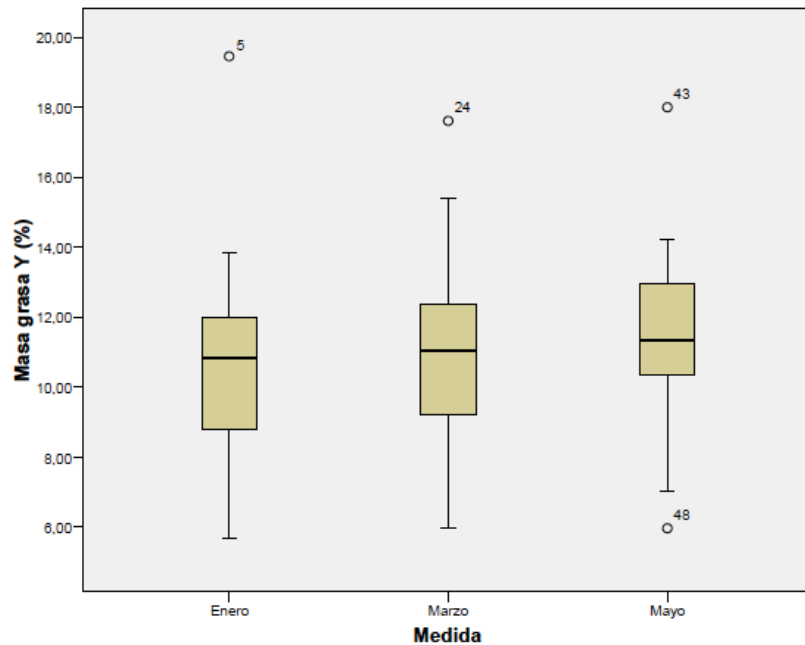


Figura 25: Masa grasa (%) del equipo a lo largo del estudio.

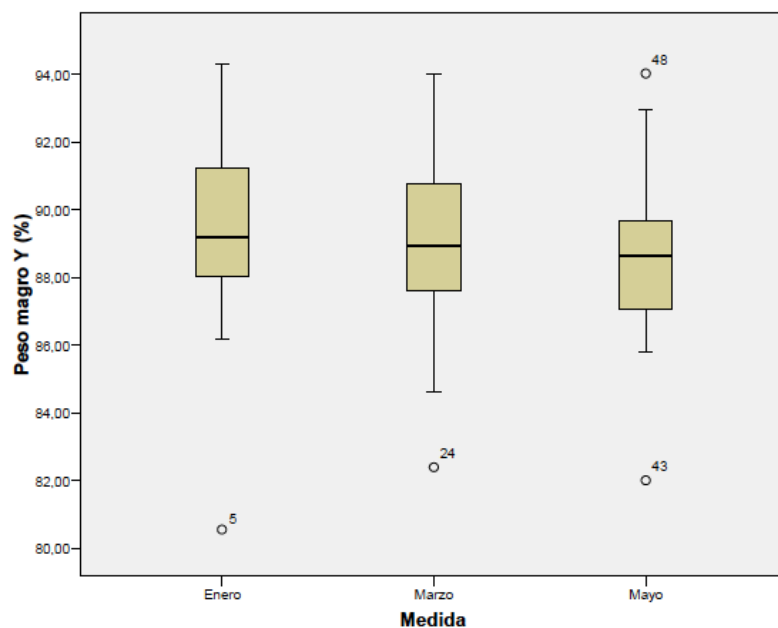


Figura 26: Peso magro (%) del equipo a lo largo del estudio.

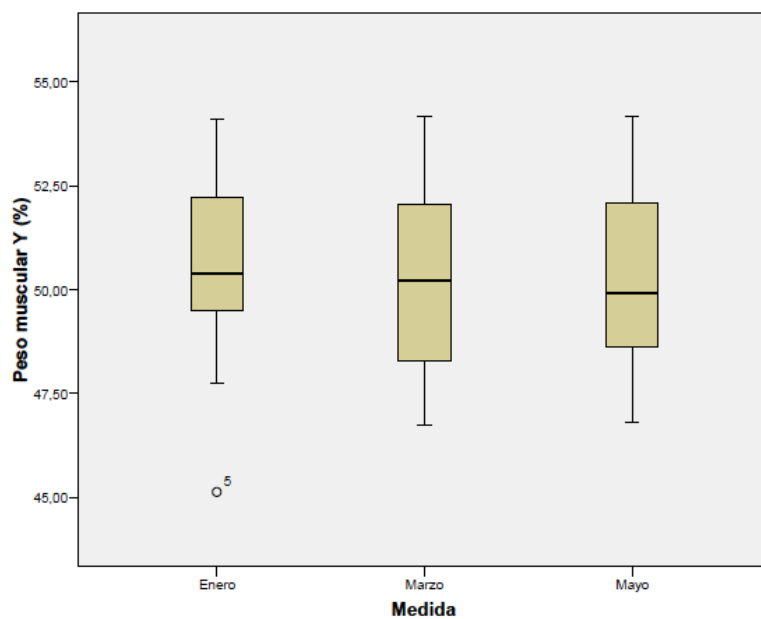


Figura 27: Peso muscular (%) del equipo a lo largo del estudio.

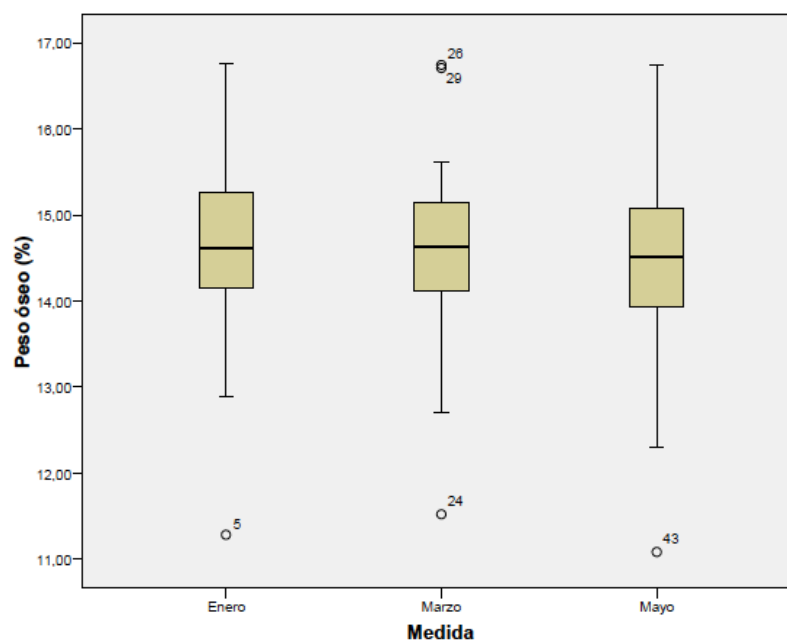
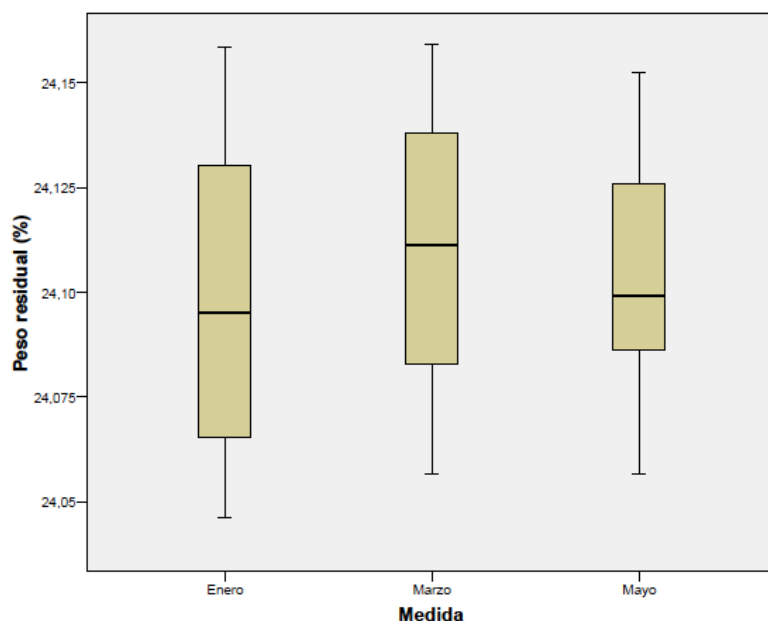


Figura 28: Peso óseo (%) del equipo a lo largo del estudio.



**Figura 29: Peso residual (%) del equipo a lo largo del estudio.**

### **5.3.2.2 Composición corporal en función de la posición**

La composición corporal en función de la posición de juego se muestra en la Tabla 17. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el peso magro y el peso muscular. Se observa que los pivotes son los jugadores que menor porcentaje de peso magro (por menor peso muscular y peso óseo) presentan, y son los que tienen mayor porcentaje de peso graso. La composición corporal media del resto de los jugadores es muy similar, aunque la distribución de las variables presenta bastante variación (Figuras 30 a 34).

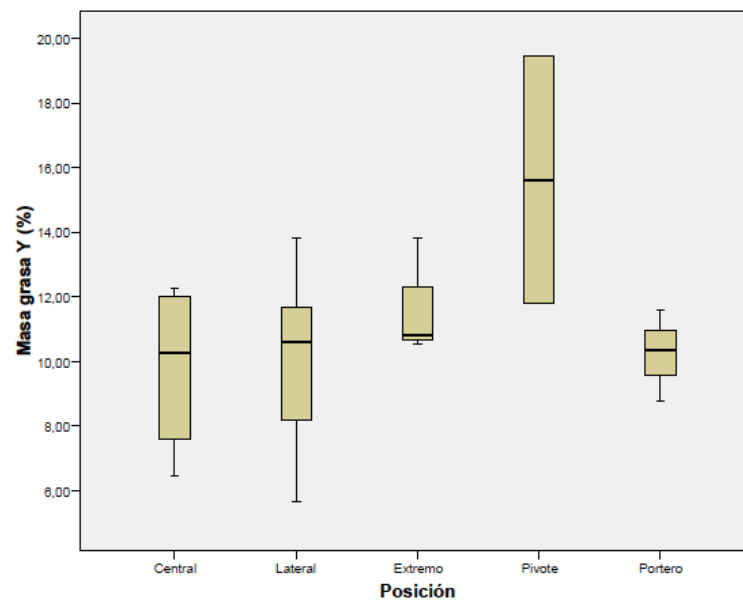


Figura 30: Masa grasa (%) por posiciones al comienzo del estudio.

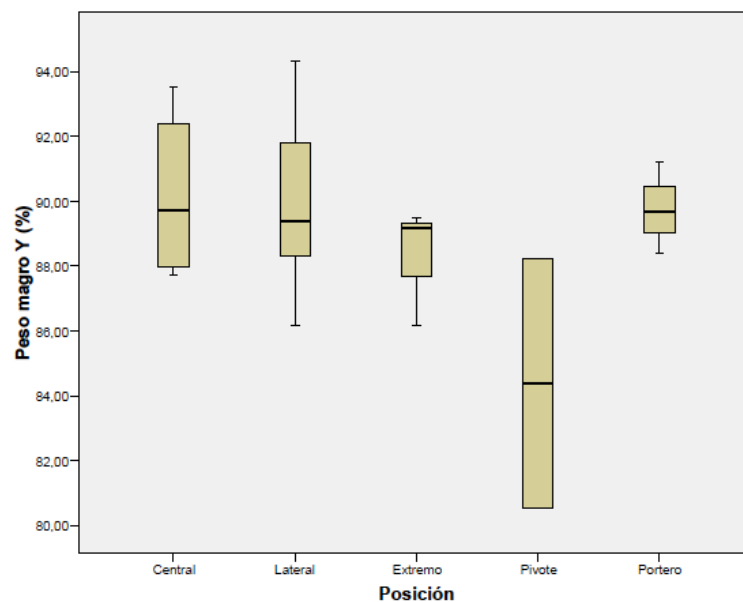


Figura 31: Peso magro (%) por posiciones al comienzo del estudio.

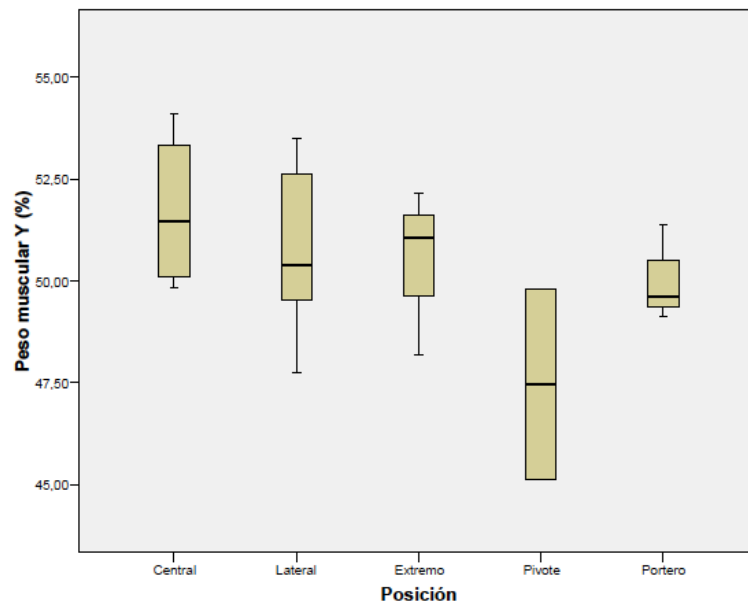


Figura 32: Peso muscular (%) por posiciones al comienzo del estudio.

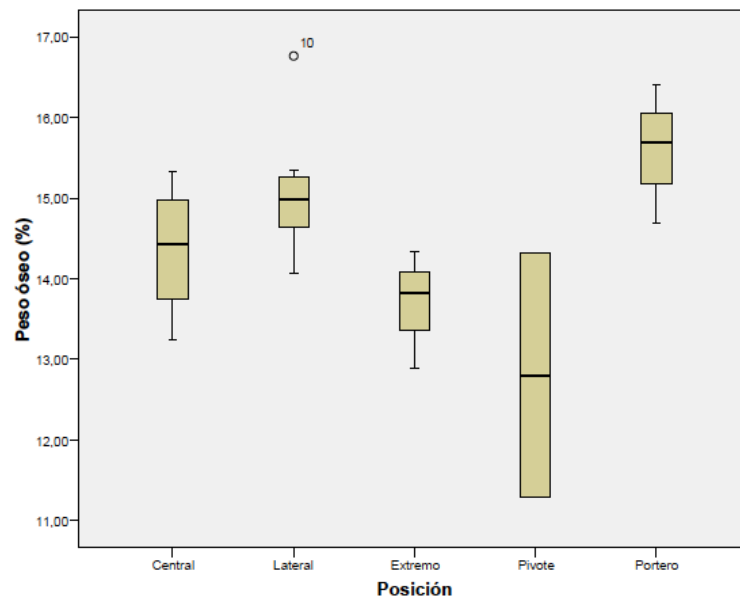
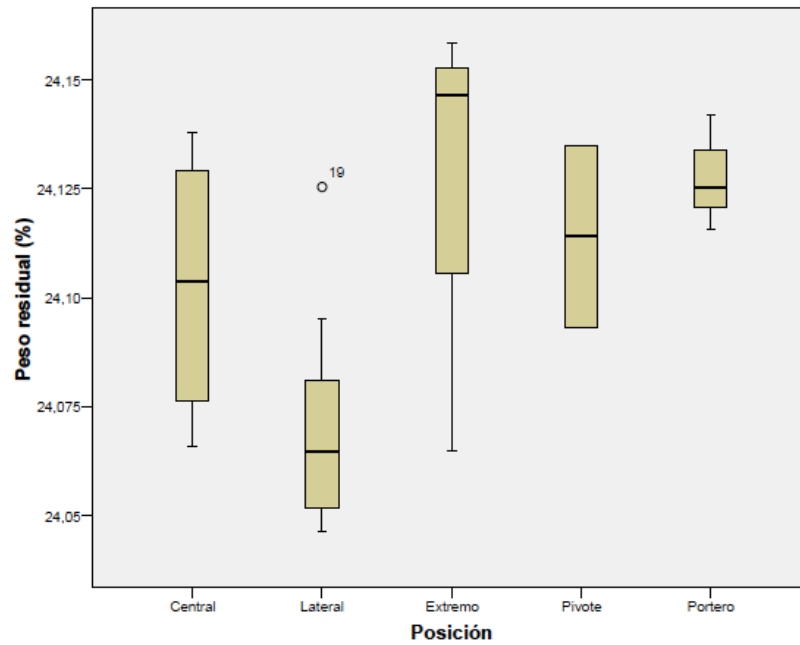


Figura 33: Peso óseo (%) por posiciones al comienzo del estudio.



**Figura 34: Peso residual (%) por posiciones al comienzo del estudio.**

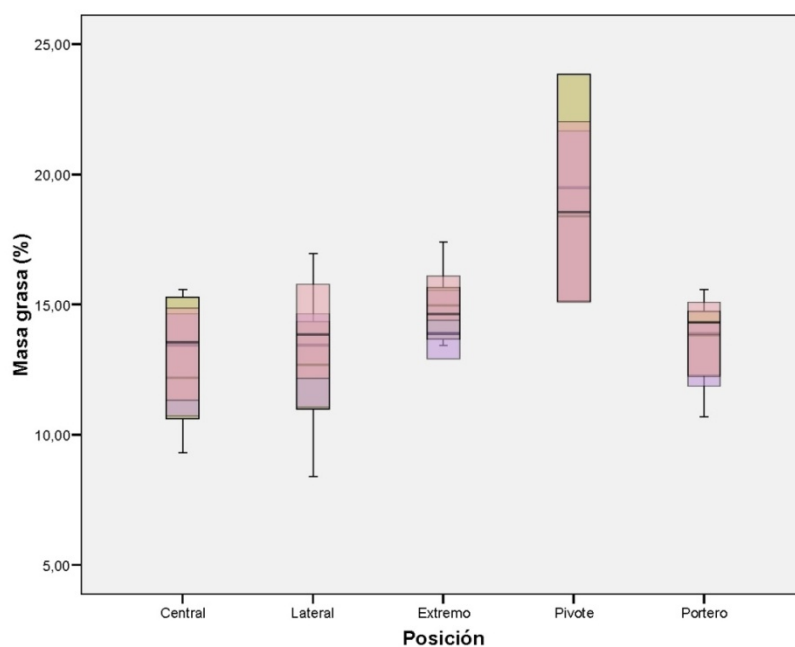
| VARIABLES          | MEDIDA | CENTRAL            | LATERAL            | EXTREMO            | PIVOTE              | PORTERO            |
|--------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Peso óseo (kg)     | Enero  | 12,5 (11,9 – 13,1) | 14,2 (13,9 – 15,3) | 11,5 (10,9 – 11,5) | 14,6 (13,7 – 15,4)  | 13,6 (13,2 – 13,7) |
|                    | Marzo  | 12,2 (11,9 – 12,5) | 14,2 (13,9 – 15,2) | 11,5 (10,9 – 11,5) | 14,5 (13,7 – 15,4)  | 13,6 (13,2 – 13,7) |
|                    | Mayo   | 12,2 (11,9 – 12,5) | 14,2 (13,9 – 15,3) | 11,5 (10,8 – 11,5) | 14,9 (13,7 – 16,1)  | 13,6 (13 – 13,7)   |
| Peso residual (kg) | Enero  | 21,4 (20,2 – 21,8) | 23,3 (21,8 – 24,6) | 19,3 (19,2 – 19,7) | 27,6 (25,9 – 29,3)  | 20 (19,9 – 21,25)  |
|                    | Marzo  | 21,3 (20,7 – 21,4) | 23,3 (21,5 – 24,9) | 19,4 (19,4 – 20)   | 27,3 (25,9 – 28,7)  | 19,8 (19,7 – 21,2) |
|                    | Mayo   | 21,4 (20,7 – 21,7) | 23,3 (21,8 – 25)   | 20 (20 – 20,3)     | 27,8 (25,8 – 29,8)  | 19,8 (19,6 – 21,3) |
| Peso graso (kg)    | Enero  | 9,3 (6,6 – 10,7)   | 11,4 (7,3 – 11,8)  | 8,6 (8,5 – 10)     | 18,1 (12,7 – 23,6)  | 8,6 (7,9 – 9,7)    |
|                    | Marzo  | 9,1 (7,4 – 11,4)   | 10,6 (7,7 – 12,5)  | 9,3 (8,4 – 10,2)   | 16,5 (12 – 20,9)    | 8,9 (7,8 – 9,6)    |
|                    | Mayo   | 9,2 (7,5 – 10,7)   | 11,3 (8,1 -13,4)   | 9,5 (9,3 – 10,7)   | 17,1 (12 – 22,2)    | 8,6 (7,6 – 10,1)   |
| Peso magro (kg)    | Enero  | 78,1 (75,7 – 81,2) | 85,2 (83,3 – 90,2) | 71,7 (71,1 – 71,7) | 96,3 (94,8 – 97,8)  | 74,4 (74,4 – 78,5) |
|                    | Marzo  | 77,2 (76,2 – 78,3) | 85,9 (81,9 – 89,6) | 72,9 (72 – 73,4)   | 96,6 (95,2 – 98)    | 75,3 (73,9 – 79,2) |
|                    | Mayo   | 78,6 (77,9 – 79,1) | 85,5 (82,9 – 89,8) | 73,6 (73,5 – 73,6) | 98,2 (95 – 101,3)   | 73,8 (73,8 – 78,3) |
| Peso muscular (kg) | Enero  | 44,5 (43,6 – 46,3) | 48 (46,8 – 50,9)   | 41 (40,5 – 41,1)   | 54,2 (53,5 – 554,8) | 41,9 (41,3 – 44,1) |
|                    | Marzo  | 45 (43,6 – 45,2)   | 47,9 (46,1 – 50,1) | 41,9 (41,1 – 42,6) | 54,8 (54 – 55,6)    | 42,7 (41 – 44,8)   |
|                    | Mayo   | 45,1 (45 - 45,2)   | 48,4 (46,7 – 49,8) | 42,2 (41,9 – 42,7) | 55,5 (53,1 – 57,9)  | 42,1 (41,2 – 44,2) |
| Peso óseo (%)      | Enero  | 14,4 (13,7 – 15)   | 15 (14,6 – 15,3)   | 13,8 (13,4 – 14,1) | 12,8 (11,3 – 14,3)  | 15,7 (15,2 – 16,1) |
|                    | Marzo  | 14,5 (13,8 – 14,6) | 15 (14,5 – 15,5)   | 13,5 (13,1 – 13,9) | 13 (11,5 – 14,4)    | 15,6 (15,1 – 16,2) |
|                    | Mayo   | 14,4 (13,6 – 14,6) | 15,1 (14,4 – 15,2) | 13,5 (12,9 – 13,6) | 13,1 (11,1 – 15)    | 15,3 (14,9 – 15,9) |
| Peso residual (%)  | Enero  | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,2) | 24,1 (24,1 – 24,1)  | 24,1 (24,1 – 24,1) |
|                    | Marzo  | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1)  | 24,1 (24,1 – 24,1) |
|                    | Mayo   | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1) | 24,1 (24,1 – 24,1)  | 24,1 (24,1 – 24,1) |

|                   |       |                    |                    |                    |                    |                    |
|-------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Peso graso (%)    | Enero | 10,3 (7,6 – 12)    | 10,6 (8,2 – 11,7)  | 10,8 (10,7 – 12,3) | 15,6 (11,8 – 19,5) | 10,3 (9,6 – 11)    |
|                   | Marzo | 12,4 (11 – 14,7)   | 12,8 (11,3 – 14,7) | 15 (13 – 15,5)     | 18,2 (15,1 – 21,2) | 13,9 (12,1 – 14,4) |
|                   | Mayo  | 13,6 (11,4 -14,9)  | 13,9 (12,2 – 15,8) | 14,7 (14,4 – 16,1) | 18,6 (15,1 – 22)   | 14,4 (12,3 – 15,1) |
| Peso magro (%)    | Enero | 89,7 (88 – 92,4)   | 89,4 (88,3 – 91,8) | 89,2 (87,7 – 89,3) | 84,4 (80,5 – 88,2) | 89,7 (89 – 90,4)   |
|                   | Marzo | 89,8 (87,2 -91,4)  | 89 (88,3 – 91,3)   | 88,4 (87,7 – 89,6) | 85,6 (82,4 – 88,8) | 89,1 (89 – 90,4)   |
|                   | Mayo  | 89,7 (88,1 – 91,3) | 88,3 (87,3 – 91)   | 88,5 (87,3 – 88,7) | 85,4 (82 – 88,8)   | 89,6 (88,6 – 90,7) |
| Peso muscular (%) | Enero | 51,5 (50,1 – 53,3) | 50,4 (49,5 – 52,6) | 51,1 (49,6 – 51,6) | 47,5 (45,1 – 49,8) | 49,6 (49,4 – 50,5) |
|                   | Marzo | 51,2 (49,4 – 52,7) | 50,6 (49,1 – 52)   | 50 (49,6 – 51,9)   | 48,5 (46,7 – 50,3) | 50,1 (49,2 – 51,1) |
|                   | Mayo  | 51,1 (50,4 – 52,6) | 50,2 (48,1 – 51,8) | 51 (49,8 – 51,6)   | 48,2 (46,8 – 49,6) | 49,1 (49 – 50,7)   |

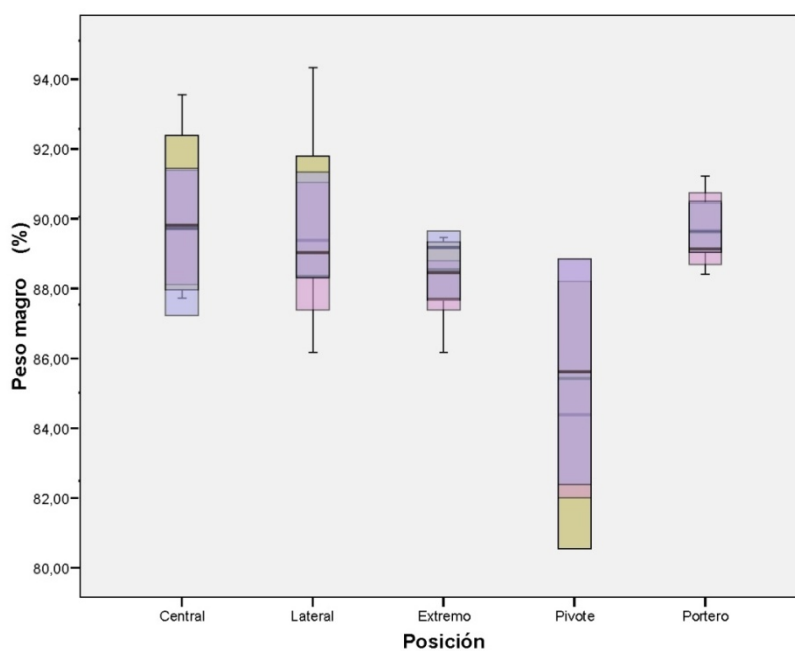
Mediana (P25-P75).

**Tabla 17: Medidas de pesos (absolutos y porcentuales) para las distintas posiciones a lo largo del estudio.**

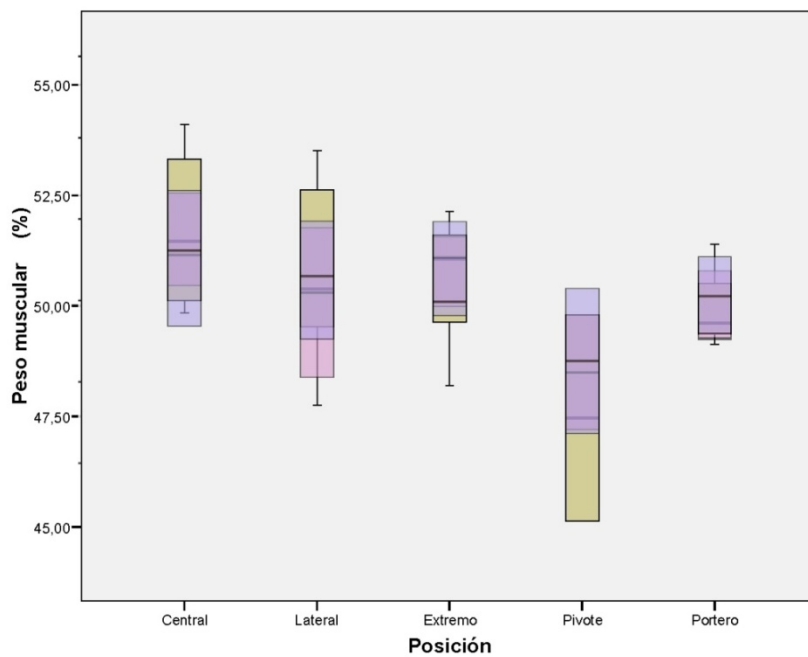
Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la composición corporal a lo largo del estudio, las Figuras 35 a 39 muestran que sí que se produjeron pequeñas diferencias en algunos jugadores con el tiempo.



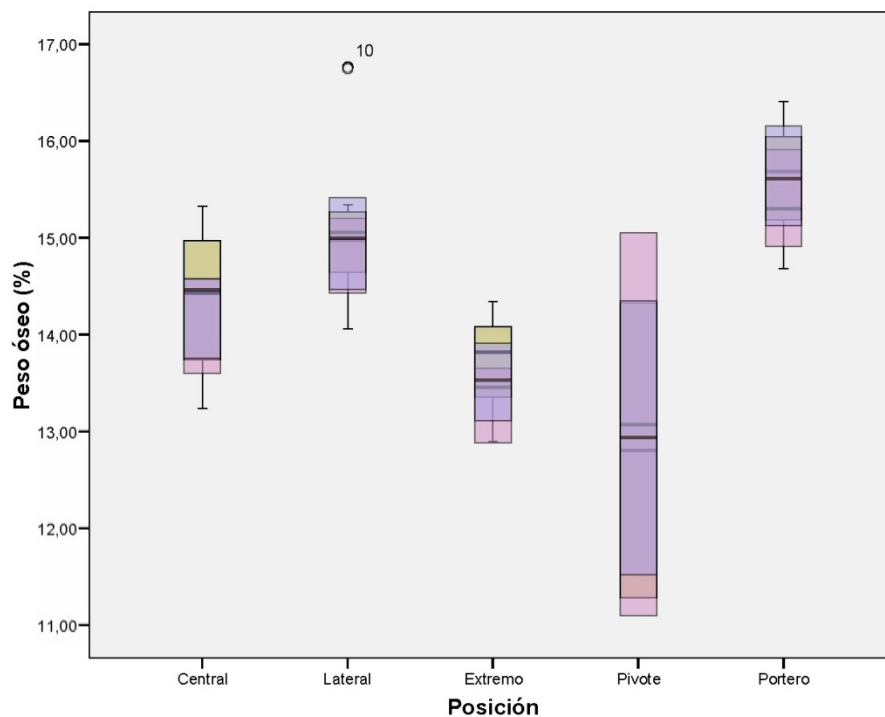
**Figura 35: Masa grasa (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).**



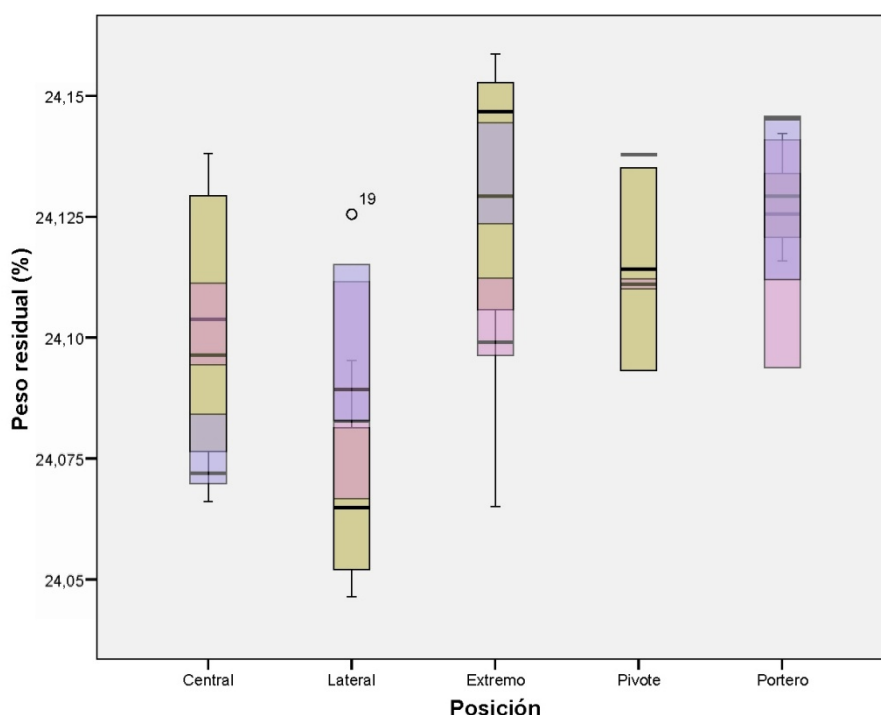
**Figura 36: Peso magro (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).**



**Figura 37: Peso muscular (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).**



**Figura 38: Peso óseo (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).**



**Figura 39: Peso residual (%) por posiciones al comienzo del estudio (color marrón), en marzo (color azul) y al final del estudio (color rosa).**

Las mayores variaciones se observaron en el porcentaje de peso residual.

### 5.3.3 Somatotipo

#### 5.3.3.1 Somatotipo del equipo

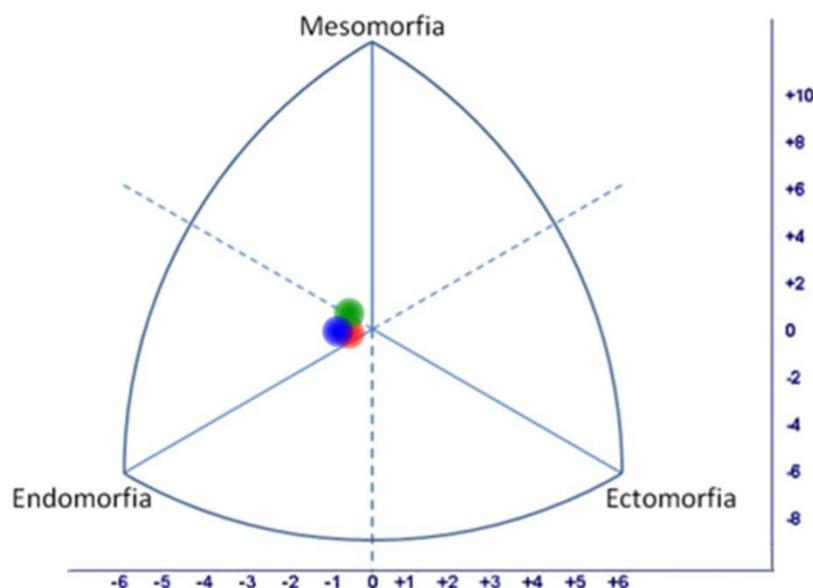
Los valores de los componentes del somatotipo (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia) a lo largo del tiempo, así como los valores de los ejes X e Y para su representación gráfica en la somatocarta, se describen en la Tabla 18.

| VARIABLES   | ENERO      | MARZO      | MAYO       |
|-------------|------------|------------|------------|
| Endomorfia  | 3,3 (1,5)  | 3,2 (1,5)  | 3,5 (1,5)  |
| Mesomorfia  | 2,9 (1,4)  | 3 (1,5)    | 3,1 (1,4)  |
| Ectomorfia  | 2,7 (1,2)  | 2,7 (1,3)  | 2,6 (1,3)  |
| Valor eje X | -0,6 (2,5) | -0,6 (2,5) | -0,9 (2,7) |
| Valor eje Y | -0,1 (3,2) | 0,2 (3,6)  | 0 (3,3)    |

Media (DE).

**Tabla 18: Descripción del somatotipo del equipo a lo largo del estudio.**

La somatocarta global del equipo en los tres momentos evaluados (enero, marzo y mayo) se representa gráficamente en la Figura 40. No se observan cambios significativos a lo largo del estudio.



**Figura 40: Somatocarta global del equipo a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).**

#### **5.3.3.2 Características del somatotipo por posiciones**

La Tabla 19 recoge los valores de la endomorfia, mesomorfia y ectomorfia y de los ejes X e Y de los jugadores del Club Balonmano Valladolid agrupados por la posición de juego a lo largo del estudio.

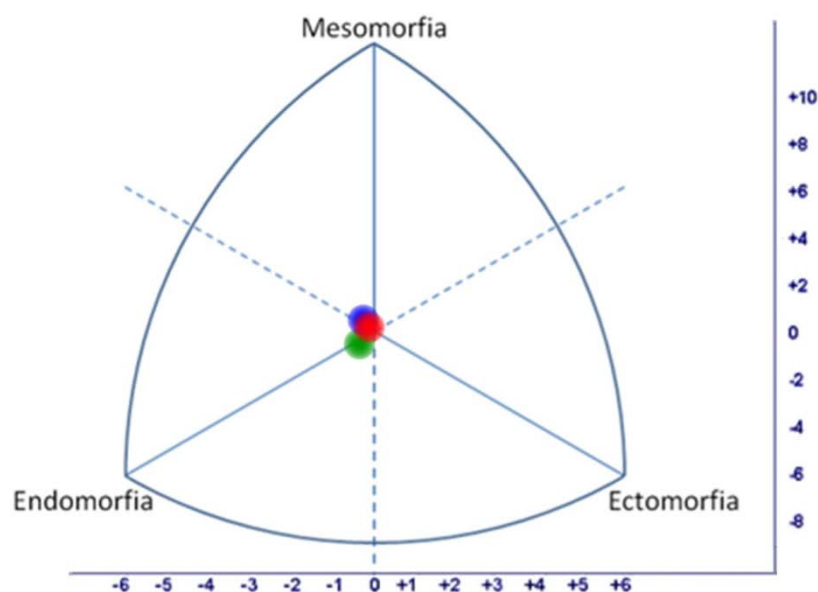
Existen diferencias estadísticamente significativas en la mesomorfia de los centrales respecto a los extremos y de los extremos respecto a los porteros al comienzo del estudio; las diferencias en la mesomorfia de los extremos y los porteros se mantienen a lo largo de todo el estudio. Estas diferencias se producen también en el eje Y.

La somatocarta de los jugadores agrupados por la posición de juego a lo largo del estudio se representa en las Figuras 41 a 45. No se observan cambios significativos a lo largo del estudio.

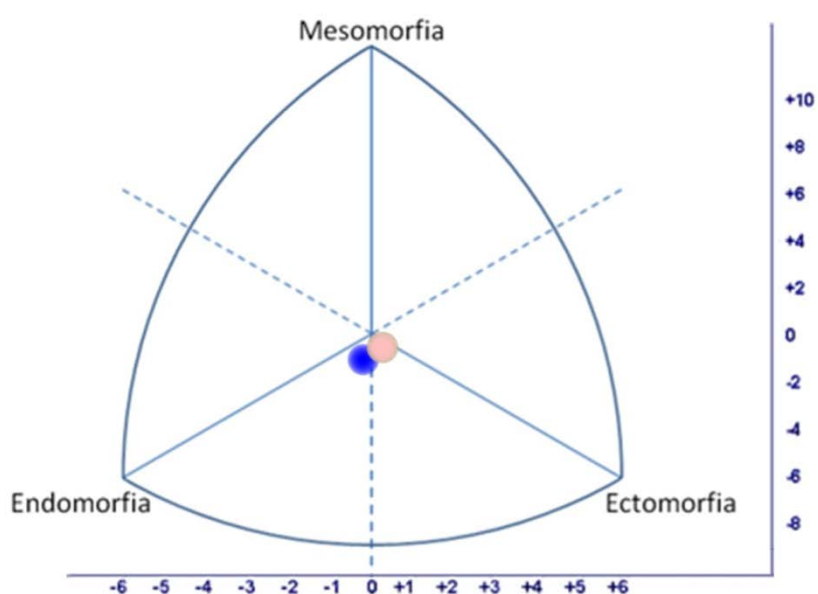
| VARIABLES   | MEDIDA | CENTRAL                          | LATERAL                      | EXTREMO                      | PIVOTE           | PORTERO                 |
|-------------|--------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------------|
| Endomorfia  | Enero  | 2,7 (1,2)                        | 2,8 (1,3)                    | 3,9 (1,1)                    | 5,3 (2,5)        | 3,1 (1,1)               |
|             | Marzo  | 2,8 (1,9)                        | 2,9 (1,5)                    | 3,6 (1,4)                    | 4,9 (1,5)        | 2,9 (1,1)               |
|             | Mayo   | 2,7 (1,7)                        | 3,2 (1,5)                    | 4,3 (1,1)                    | 5,2 (2)          | 3 (1,2)                 |
| Mesomorfia  | Enero  | 3 (2,1 – 3,4) <sup>b</sup>       | 2,5 (2,2 – 3)                | 4,6 (4,3 – 4,7) <sup>d</sup> | 4,1 (3 – 5,3)    | 2,2 (0,9 – 2,2)         |
|             | Marzo  | 2,8 (0,7)                        | 2,7 (1,1)                    | 4,8 (0,1) <sup>d</sup>       | 4,4 (1,7)        | 1,4 (1,4) <sup>b</sup>  |
|             | Mayo   | 2,8 (0,7)                        | 2,7 (0,9)                    | 4,9 (0,4) <sup>d</sup>       | 4,3 (1,6)        | 1,5 (1,3) <sup>b</sup>  |
| Ectomorfia  | Enero  | 2,7 (1,1)                        | 3,1 (0,9)                    | 1,5 (0,3)                    | 1,3 (1,7)        | 3,8 (1,2)               |
|             | Marzo  | 2,7 (1)                          | 3,1 (1)                      | 1,4 (0,4)                    | 1,3 (1,7)        | 3,9 (1,4)               |
|             | Mayo   | 2,6 (1)                          | 3 (1)                        | 1,2 (0,2)                    | 1,3 (1,7)        | 3,9 (1,3)               |
| Valor eje X | Enero  | -0,1 (-1,6 – 1,6)                | 0,2 (-0,4 – 1,1)             | -1,9 (-2,9 – -1,6)           | -4 (-6,9 – -1,1) | 1,7 (0,3 – 1,7)         |
|             | Marzo  | -0,3 (3)                         | 0,2 (2,3)                    | -2,2 (1,5)                   | -3,6 (3,2)       | 1 (1,2)                 |
|             | Mayo   | -0,2 (2,9)                       | -0,2 (2,4)                   | -3,1 (1,3)                   | -3,9 (3,7)       | -0,9 (1,8)              |
| Valor eje Y | Enero  | 0,1 (1,7)                        | -0,4 (2,3)                   | 3,5 (1) <sup>d</sup>         | 1,6 (2,5)        | -4,3 (4,5) <sup>b</sup> |
|             | Marzo  | -0,4 (-0,3 – 0,8) <sup>b,d</sup> | -0,4 (-2 – 0,8) <sup>b</sup> | 3,8 (3,8 – 4,8) <sup>d</sup> | 2,7 (0,2 – 5,1)  | -1,2 (-5,4 – -1,1)      |
|             | Mayo   | 0,4 (1,1)                        | -0,8 (2,2)                   | 4,1 (0,8) <sup>d</sup>       | 2,2 (2,8)        | -3,9 (4,1) <sup>b</sup> |

Media (DE). Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. Lateral; <sup>b</sup>p<0,05 vs. Extremo; <sup>c</sup>p<0,05 vs. Pivote; <sup>d</sup>p<0,05 vs. Portero.

**Tabla 19: Características del somatotipo del equipo por posiciones a lo largo del estudio.**

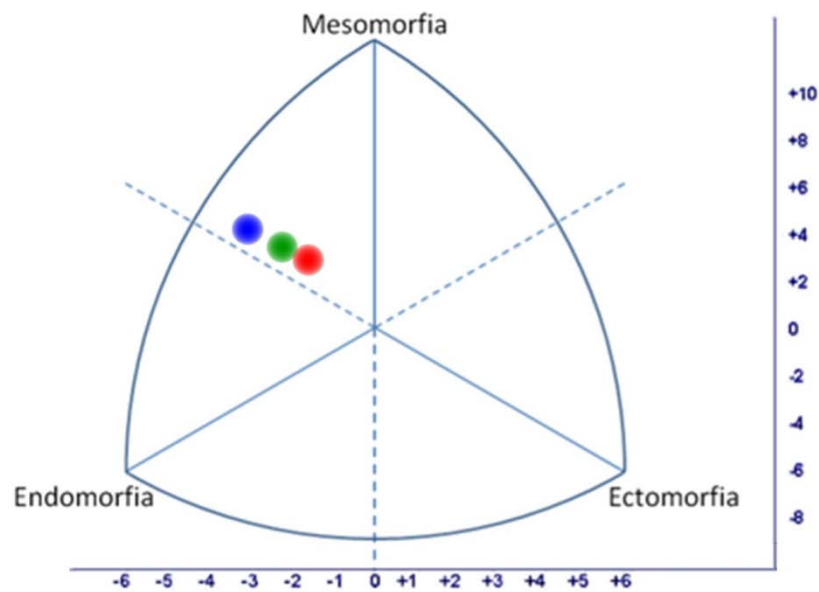


**Figura 41: Somatocarta de los centrales a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).**

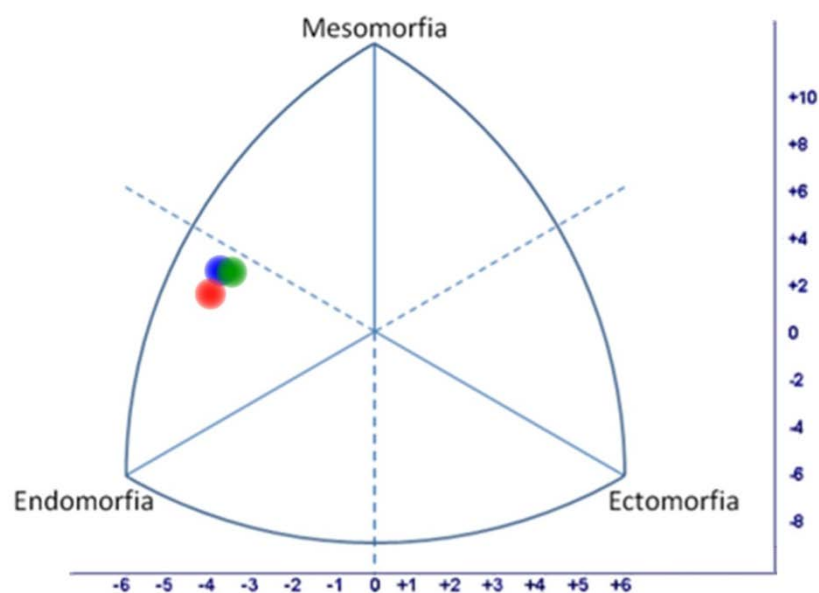


**Figura 42: Somatocarta de los laterales a lo largo del estudio: enero y marzo (rosa) y mayo (azul).**

Los grupos de centrales y laterales se sitúan en la zona del somatotipo central.

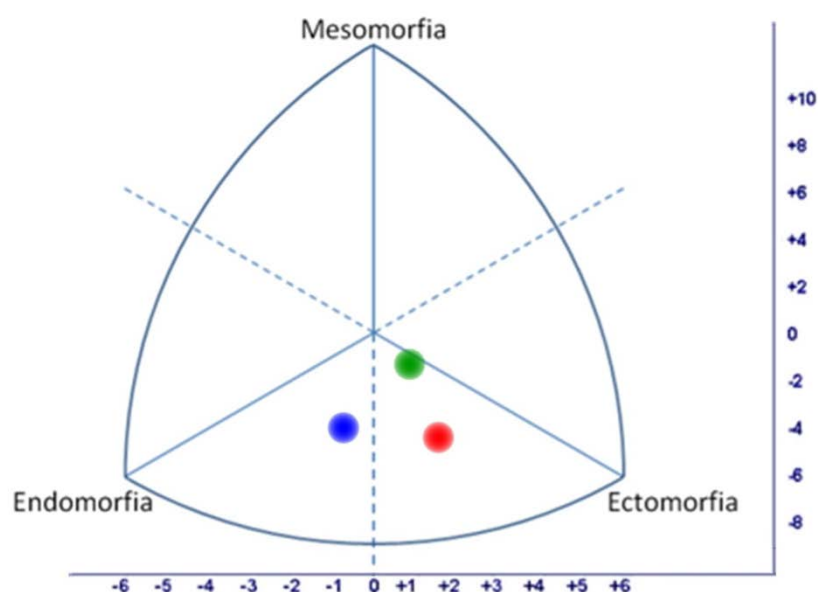


**Figura 43: Somatocarta de los extremos a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).**



**Figura 44: Somatocarta de los pivotes a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).**

Tanto los extremos como los pivotes muestran un desarrollo endomorfo-mesomorfo, aunque los extremos tienen mayor componente mesomórfico y los pivotes endomórfico.



**Figura 45: Somatocarta de los porteros a lo largo del estudio: enero (rojo), marzo (verde) y mayo (azul).**

El grupo de los porteros es el que presenta una mayor variación en el somatotipo a lo largo del estudio, situándose en la zona endomorfa-ectomorfa.

### 5.3.4 Dinamometría isocinética

#### 5.3.4.1 Dinamometría isocinética global del equipo

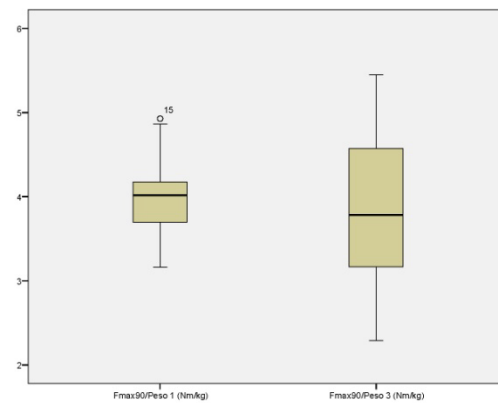
Los valores globales del equipo de la fuerza (fuerza máxima y media de la fuerza máxima, tanto valores brutos como corregidos por el peso), potencia y fatiga se describen en la Tabla 20.

Aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguna de las variables de la dinamometría isocinética a lo largo del estudio, las Figuras 46 a 50 reflejan que sí se produjeron diferencias en el desarrollo de las distintas características de la mecánica muscular durante la temporada.

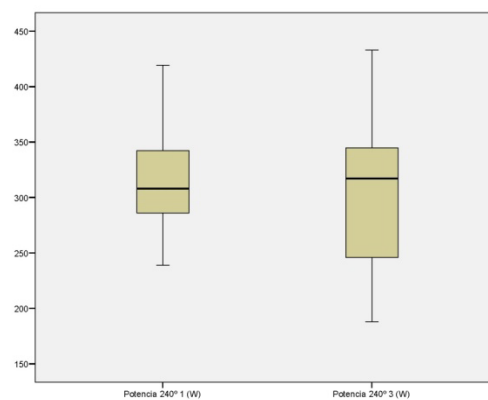
| VARIABLES                               | ENERO          | MAYO         |
|-----------------------------------------|----------------|--------------|
| Fuerza máx. 90° (Nm)                    | 361,1 (43,6)   | 350,7 (67,9) |
| Fuerza máx. 150° (Nm)                   | 294,8 (33,4)   | 295 (52,9)   |
| Fuerza máx. 240° (Nm)                   | 235,5 (39,8)   | 234,7 (41,1) |
| Media F. Máx. 90° (Nm)                  | 312,42 (37,1)  | 300 (60,2)   |
| Media F. Máx. 150° (Nm)                 | 245,2 (29,9)   | 244,8 (51,4) |
| Media F. Máx. 240° (Nm)                 | 188,37 (26,7)  | 191,4 (39,5) |
| Potencia 90° (W)                        | 276,2 (33,9)   | 263 (48,3)   |
| Potencia 150° (W)                       | 319,95 (51,4)  | 293,4 (45,6) |
| Potencia 240° (W)                       | 312,89 (45,58) | 303,5 (66,7) |
| Fatiga 90° (Nm/rep)                     | -2,1 (4,66)    | -3,5 (3,6)   |
| Fatiga 150° (Nm/rep)                    | -5,5 (3,4)     | -5,5 (4)     |
| Fatiga 240° (Nm/rep)                    | -3,4 (5,2)     | -3,7 (4)     |
| F. Máx. 90 / Peso (Nm/kg)               | 4 (0,5)        | 3,8 (0,9)    |
| F. Máx. 150 / Peso (Nm/kg)              | 3,2 (0,4)      | 3,2 (0,6)    |
| F. Máx. 240 / Peso (Nm/kg)              | 2,6 (0,5)      | 2,5 (0,5)    |
| F. Máx. 90 / Peso magro (Nm/kg)         | 4,4 (0,5)      | 4,3 (1)      |
| F. Máx. 150 / Peso magro (Nm/kg)        | 3,6 (0,4)      | 3,6 (0,6)    |
| F. Máx. 240 / Peso magro (Nm/kg)        | 2,9 (0,5)      | 2,9 (0,6)    |
| Media F. Máx. 90° / Peso (Nm/kg)        | 3,4 (0,5)      | 3,3 (0,8)    |
| Media F. Máx. 150° / Peso (Nm/kg)       | 2,7 (0,4)      | 2,6 (0,5)    |
| Media F. Máx. 240° / Peso (Nm/kg)       | 2,1 (0,3)      | 2,1 (0,5)    |
| Media F. Máx. 90° / Peso magro (Nm/kg)  | 3,8 (0,5)      | 3,7 (0,9)    |
| Media F. Máx. 150° / Peso magro (Nm/kg) | 3 (0,4)        | 3 (0,6)      |
| Media F. Máx. 240° / Peso magro (Nm/kg) | 2,3 (0,4)      | 2,4 (0,5)    |

Media (DE). F. Máx.: Fuerza máxima.

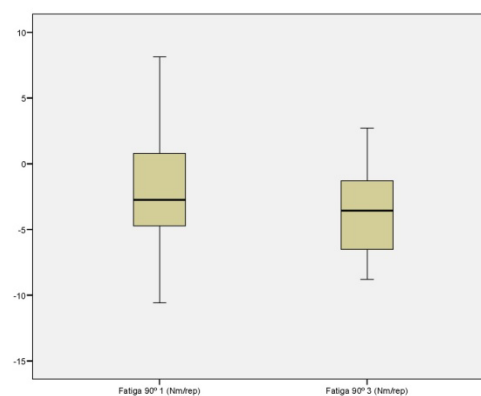
**Tabla 20: Resultados de la dinamometría isocinética global del equipo a lo largo del estudio.**



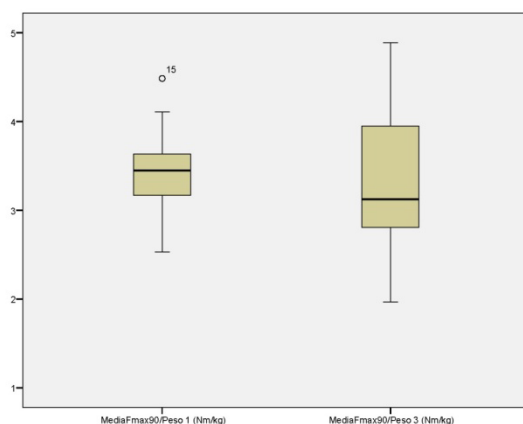
**Figura 46: Fuerza máxima a 90° corregida por el peso (Nm/kg) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].**



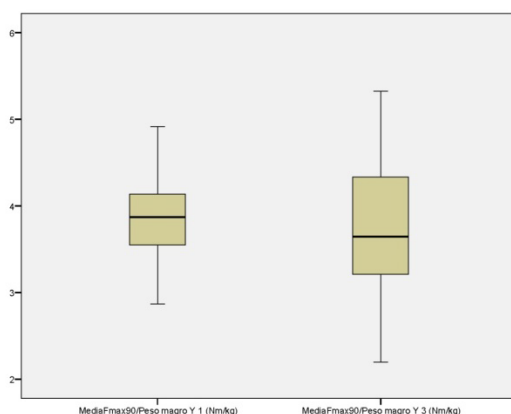
**Figura 47: Potencia a 240° (W) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].**



**Figura 48: Fatiga a 90° (Nm/rep) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].**



**Figura 49: Media de la fuerza máxima a 90° corregida por el peso (Nm/kg) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].**



**Figura 50: Media de la fuerza máxima a 90° corregida por el peso magro (Nm/kg) del equipo a lo largo del estudio [enero (1) y mayo (3)].**

#### **5.3.4.2 Dinamometría isocinética por posiciones**

La descripción de la dinamometría isocinética del equipo en función de la posición de juego se muestra en la Tabla 21 (para la potencia y la fatiga) y en la Tabla 22 (para la fuerza corregida por el peso).

Sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en función de la posición para la fatiga a 90 grados en el mes de enero (Figura 51): los porteros se fatigan con más facilidad que los centrales.

Por otra parte, a lo largo del tiempo evaluado (enero vs. mayo) sólo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la fuerza máxima a 150 grados corregida por el peso magro en los laterales (Figura 52), aunque también se observó una reducción en los valores de esta variable con el tiempo en el resto de los grupos de jugadores.

| VARIABLES            | MEDIDA | CENTRAL            | LATERAL            | EXTREMO            | PIVOTE              | PORTERO             |
|----------------------|--------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Potencia 90° (W)     | Enero  | 281,5 (267 – 283)  | 286 (276,5 – 305)  | 240 (239 – 247)    | 285,5 (232 – 339)   | 380,7 (255,5 – 293) |
|                      | Mayo   | 262,5 (222 – 309)  | 266 (209 – 281)    | 252 (161 – 264)    | 283 (265 – 301)     | 271 (230 – 315)     |
| Potencia 150° (W)    | Enero  | 326 (282 – 356,5)  | 325 (306 – 367,5)  | 317 (290 – 340)    | 334 (307 – 361)     | 224 (223,5 – 297,5) |
|                      | Mayo   | 321,5 (254 – 342)  | 311 (275 – 335)    | 273 (269 – 292)    | 339,5 (322 – 357)   | 231 (220 – 264)     |
| Potencia 240° (W)    | Enero  | 310,5 (290 – 346)  | 310 (306,5 – 342)  | 371 (311,5 – 395)  | 288,5 (275 – 302)   | 250(244,5 – 284,5)  |
|                      | Mayo   | 310 (265 – 341)    | 327 (303 – 376)    | 316 (269 – 344)    | 322 (321 – 323)     | 206 (197 – 231)     |
| Fatiga 90° (Nm/rep)  | Enero  | -6,9 (-9,2 - -4,4) | -4,2 (-4,7 - -0,4) | -1,1 (-1,8 – 1,9)  | -3,9 (-4 - -3,7)    | 3,8 (3 – 6)         |
|                      | Mayo   | -7,5 (-8,3 - -4,6) | -2,2 (-5,2 - -0,4) | -4,3 (-4,5 - -2,7) | -0,2 (-3,1 – 2,7)   | -5,8 (-6 - -2,2)    |
| Fatiga 150° (Nm/rep) | Enero  | -7,9 (-9,5 - -4,6) | -7,5 (-8,1 - -3,2) | -5,5 (-6,7 - -2,2) | -2,1 (-6,1 – 1,7)   | -7,5 (-7,8 - -6,4)  |
|                      | Mayo   | -6,1 (-7,8 - -3,5) | -3,1 (-4,4 - -2)   | -5,1 (-5,9 - -4,4) | -4,7 (-5,2 - -4,3)  | -11,3 (-14 - -8,4)  |
| Fatiga 240° (Nm/rep) | Enero  | -3,6 (-6,6 - -2,2) | -3 (-6,3 - -2,4)   | -5,9 (-6,3 - -3,8) | -2,5 (-9,3 – 4,2)   | 2,4 (-2 – 3,1)      |
|                      | Mayo   | -5,3 (-6,1 - -4,3) | -4,2 (-6,2 - -0,1) | 1,6 (-2,9 – 2,4)   | -7,3 (-12,2 - -2,3) | -3,4 (-4,2 - -1,4)  |

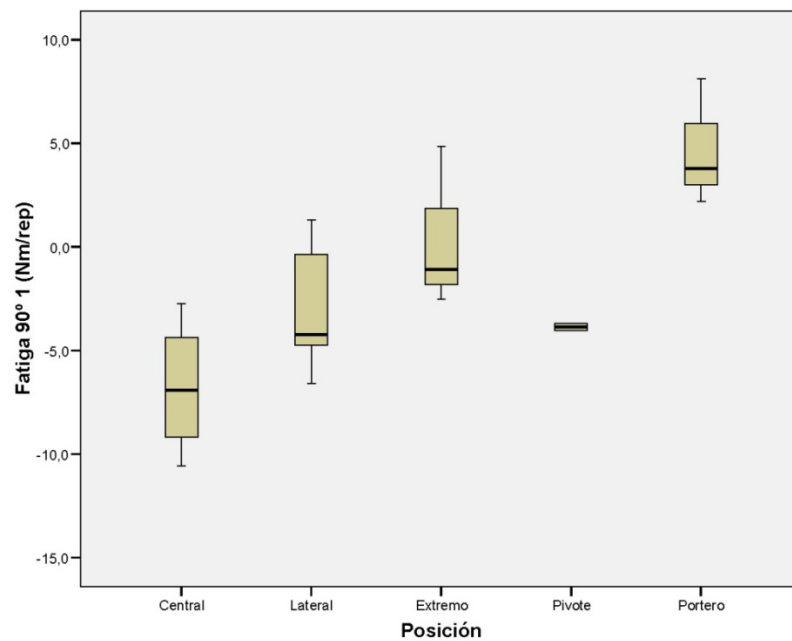
Mediana (P25-P75).

**Tabla 21: Potencia y fatiga en la dinamometría isocinética del equipo por posiciones a lo largo del estudio.**

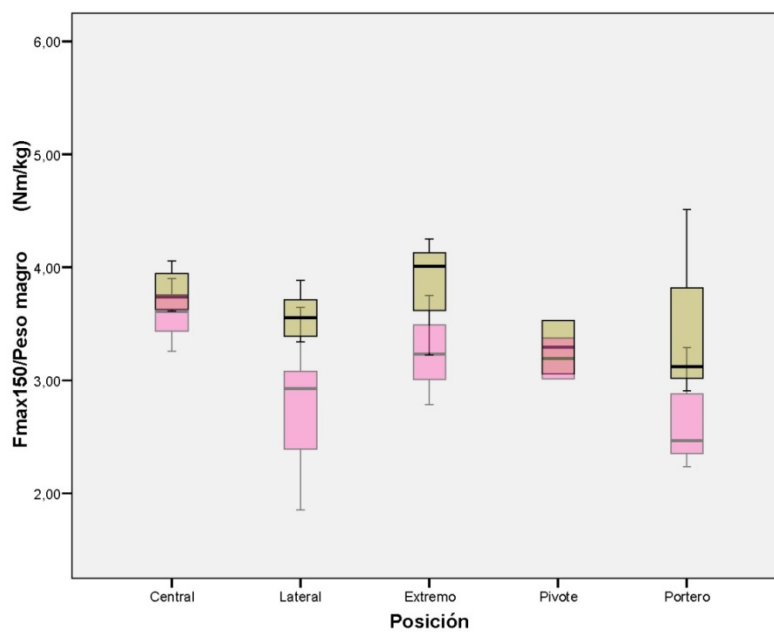
| VARIABLES                          | MEDIDA | CENTRAL         | LATERAL         | EXTREMO         | PIVOTE          | PORTERO         |
|------------------------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Fmax 90°/Peso (Nm/kg)              | Enero  | 4,1 (4,1 – 4,5) | 3,9 (3,5 – 4,1) | 3,8 (3,8 – 4)   | 3,6 (3,2 – 4,1) | 3,8 (3,6 – 4,3) |
|                                    | Mayo   | 4,5 (3,9 – 4,9) | 3,4 (2,7 – 4,2) | 4 (3,4 – 4,2)   | 3,3 (3,1 – 3,5) | 4,4 (3,8 – 4,9) |
| Fmax 150°/Peso (Nm/kg)             | Enero  | 3,3 (3,2 – 3,6) | 3,2 (3,1 – 3,4) | 3,6 (3,2 – 3,7) | 2,8 (2,7 – 2,8) | 2,8 (2,7 – 3,5) |
|                                    | Mayo   | 3,5 (3 – 3,9)   | 3 (2,4 – 3,4)   | 3,5 (3,2 – 3,7) | 3,1 (3,1 – 3,1) | 3,1 (2,9 – 3,5) |
| Fmax 240°/Peso (Nm/kg)             | Enero  | 2,9 (2,8 – 3,1) | 2,6 (2,2 – 2,6) | 3 (2,5 – 3,2)   | 2,3 (2 – 2,6)   | 2,1 (2 – 2,4)   |
|                                    | Mayo   | 3 (2,4 – 3,4)   | 2,4 (2,3 – 2,5) | 3 (2,5- 3,2)    | 0,2 (2 – 2,3)   | 2,1 (2,1 – 2,4) |
| Fmax 90°/Peso magro (Nm/kg)        | Enero  | 4,7 (4,6 – 4,9) | 4,4 (4 – 4,5)   | 4,4 (4,3 – 4,6) | 4,3 (3,6 – 5,1) | 4,2 (4 – 4,8)   |
|                                    | Mayo   | 5,3 (5,1 – 5,4) | 3,9 (3 – 4,7)   | 4,7 (3,9 – 4,8) | 3,9 (3,8 – 3,9) | 5 (4,3 – 5,5)   |
| Fmax 150°/Peso magro (Nm/kg)       | Enero  | 3,7 (3,6 – 3,9) | 3,6 (3,4 – 3,7) | 4 (3,6 – 4,1)   | 3,3 (3,1 – 3,5) | 3,1 (3 – 3,8)   |
|                                    | Mayo   | 3,6 (3,4 – 3,8) | 2,9 (3,4 – 3,1) | 3,2 (3 – 3,5)   | 3,2 (3 – 3,4)   | 2,5 (2,4 – 2,9) |
| Fmax 240°/Peso magro (Nm/kg)       | Enero  | 3,2 (3,1 – 3,4) | 2,8 (2,4 – 2,9) | 3,4 (2,9 – 3,5) | 2,8 (2,3 – 3,3) | 2,3 (2,3 – 2,7) |
|                                    | Mayo   | 3,7 (3,3 – 3,8) | 2,6 (2,5 – 3,9) | 3,4 (2,9 – 3,6) | 2,5 (2,3 – 2,8) | 2,4 (2,4 – 2,7) |
| Media Fmax 90°/Peso (Nm/kg)        | Enero  | 3,6 (3,5 – 3,9) | 3,4 (3 – 3,6)   | 3,5 (3,4 – 3,7) | 2,9 (2,5 – 3,2) | 3,5 (3,3 – 4)   |
|                                    | Mayo   | 3,6 (3 – 4,1)   | 2,9 (2,4 – 3,6) | 3,5 (2,9 – 3,6) | 2,8 (2,8 – 2,9) | 3,8 (3,3 – 4,4) |
| Media Fmax 150°/Peso (Nm/kg)       | Enero  | 2,8 (2,7 – 3,1) | 2,7 (2,5 – 2,7) | 3,1 (2,6 – 3,3) | 2,2 (2,2 – 2,3) | 2,4 (2,3 – 2,9) |
|                                    | Mayo   | 3 (2,5 – 3,4)   | 2,6 (2,1 – 2,7) | 2,9 (2,6 – 3,1) | 2,7 (2,7 – 2,8) | 2,2 (2,1 – 2,6) |
| Media Fmax2 40°/Peso (Nm/kg)       | Enero  | 2,3 (2,1 – 2,4) | 1,9 (1,8 – 2)   | 2,6 (2,1 – 2,6) | 1,9 (1,8 – 2)   | 1,7 (1,7 – 2)   |
|                                    | Mayo   | 2,4 (1,9 – 2,7) | 2 (1,7 – 2,3)   | 2,4 (2 – 2,6)   | 1,8 (1,8 – 1,9) | 1,7 (1,5 – 1,9) |
| Media Fmax 90°/Peso magro (Nm/kg)  | Enero  | 4,1 (3,9 – 4,3) | 3,9 (3,4 – 3,9) | 3,9 (3,8 – 4,1) | 3,4 (2,9 – 3,9) | 3,8 (3,7 – 4,4) |
|                                    | Mayo   | 4,5 (4,1 – 4,5) | 3,3 (2,7 – 4)   | 4,1 (3,3 – 4,1) | 3,3 (3,3 – 3,4) | 4,3 (3,8 – 4,8) |
| Media Fmax1 50°/Peso magro (Nm/kg) | Enero  | 3,2 (3 – 3,4)   | 2,9 (2,8 – 3,1) | 3,4 (3 – 3,6)   | 2,7 (2,6 – 2,8) | 2,6 (2,5 – 3,2) |
|                                    | Mayo   | 3,6 (3,4 – 3,8) | 2,9 (3,4- 3,1)  | 3,2 (3 – 3,5)   | 3,2 (3 – 3,4)   | 2,5 (2,3 – 2,9) |
| Media Fmax 240°/Peso magro (Nm/kg) | Enero  | 2,5 (2,3 – 2,7) | 2,1 (2 – 2,3)   | 2,9 (2,4 – 3)   | 2,2 (2 – 2,4)   | 1,9 (1,9 – 2,3) |
|                                    | Mayo   | 2,8 (2,6 – 3)   | 2,3 (2 – 2,7)   | 2,7 (2,3 – 2,9) | 2,2 (2 – 2,3)   | 1,9 (1,7 – 2,1) |

Mediana (P25-P75). Fmax: Fuerza máxima.

**Tabla 22: Fuerza corregida por peso en la dinamometría isocinética del equipo por posiciones a lo largo del estudio.**



**Figura 51: Fatiga a 90° (Nm/rep) en función de la posición de juego al comienzo del estudio.**



**Figura 52: Valores de la fuerza máxima a 150° corregida por el peso magro (Nm/kg) a lo largo del estudio [mes de enero (marrón) y mes de mayo (rosa)] en función de la posición de juego.**

### 5.3.5 Características hematológicas y bioquímicas del equipo

En la siguiente tabla (Tabla 23) se recogen los valores medios de los indicadores del hemograma de las tres extracciones sanguíneas realizadas en el periodo a estudio.

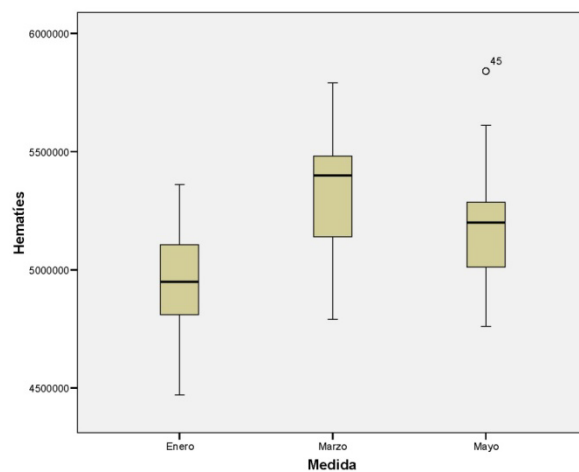
| VARIABLES                            | ENERO                               | MARZO                             | MAYO                  |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| Hematíes (mmc)                       | 4946842,1 (243243,2) <sup>a,b</sup> | 5338421,1 (274535,2) <sup>b</sup> | 5190526,32 (288568,8) |
| Hemoglobina (g/dl)                   | 15,1 (0,6) <sup>a,b</sup>           | 16,1 (0,6) <sup>b</sup>           | 15,4 (0,7)            |
| Hematocrito (%)                      | 42,9 (1,9) <sup>a,b</sup>           | 45,7 (1,7)                        | 45,1 (2,2)            |
| VCM (fl)                             | 86,8 (3,5) <sup>a,b</sup>           | 85,6 (3,3)                        | 87 (3,32)             |
| HbCM (pg)                            | 30,2 (29,6 - 30,8)                  | 29,8 (29,6 - 30,7)                | 29,2 (29 - 30,2)      |
| A1CMHbC (%)                          | 35,1 (1,1) <sup>b</sup>             | 35,3 (0,9) <sup>b</sup>           | 34,1 (0,9)            |
| Leucocitos(mmc)                      | 5541,1 (1075,8) <sup>a,b</sup>      | 6196,3 (1437,3)                   | 6105,8 (1007,5)       |
| Neutrófilos (%)                      | 49,2 (6,7) <sup>a</sup>             | 53 (5,7)                          | 50,4 (5,7)            |
| Eosinófilos (%)                      | 3,6 (2,4 - 4,8) <sup>a</sup>        | 3,2 (2,2 - 5,9)                   | 3,1 (1,9 - 4,7)       |
| Basófilos (%)                        | 0,5 (0,2 - 0,6)                     | 0,5 (0,5 - 0,6)                   | 0,6 (0,4 - 0,7)       |
| Linfocitos (%)                       | 41,3 (6,6)                          | 37,6 (6)                          | 40,5 (5,7)            |
| Monocitos (%)                        | 5,2 (1,2)                           | 5,1 (1)                           | 5,1 (1,1)             |
| Plaquetas (mmc)                      | 230947,4 (45455,1) <sup>a</sup>     | 249789,5 (39832,4) <sup>b</sup>   | 232210,5 (41373,1)    |
| Volumen plaquetario medio (fl)       | 8 (7,4 - 9,8)                       | 8,3 (0,7)                         | 8,2 (0,8)             |
| Índice de dispersión plaquetaria (%) | 51,1 (46,6 - 56,5)                  | 57 (6,2)                          | 56 (6,4)              |
| Plaquetocrito (%)                    | 0,2 (0,03)                          | 0,2 (0,03) <sup>b</sup>           | 0,2 (0,3)             |
| VSG 1ª hora (mm)                     | 6 (5 - 9)                           | 5 (2 - 6)                         | 4 (1 - 5)             |

VCM: volumen corpuscular medio; HbCM: hemoglobina corpuscular media; A1CMHbC: hemoglobina glucosilada; VSG: velocidad de sedimentación globular.

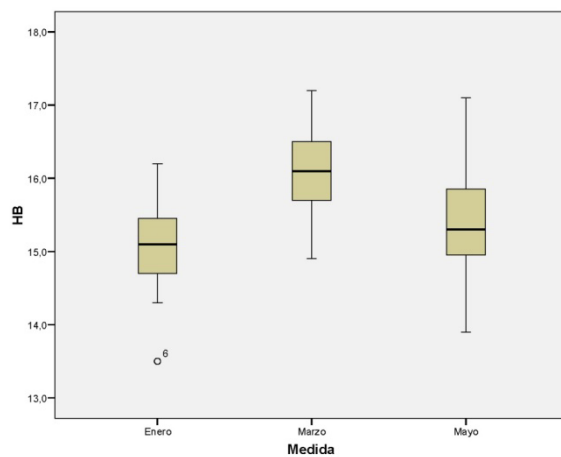
Media (DE); Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

**Tabla 23: Descripción del hemograma global del equipo a lo largo del estudio.**

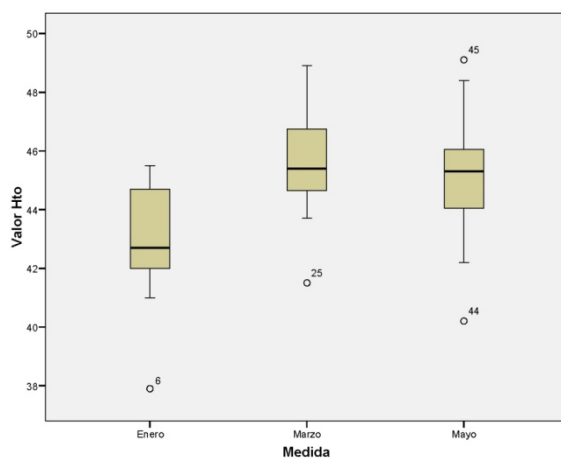
Se observaron diferencias estadísticamente significativas a lo largo del estudio en los hematíes (Figura 53), la hemoglobina (Figura 54), el hematocrito (Figura 55), el volumen corpuscular medio, los distintos tipos de leucocitos (excepto eosinófilos y basófilos), los valores de la A1CMHbC (Figura 56), índice de dispersión plaquetaria (Figura 57) y la VSG (Figura 58). Sin embargo, todos los valores fueron clínicamente normales y las diferencias encontradas no tuvieron relevancia clínica.



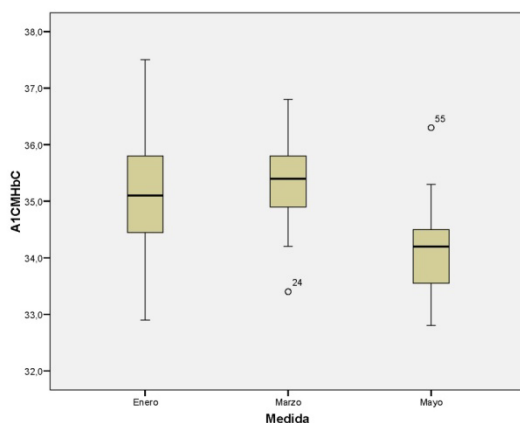
**Figura 53: Distribución de los hematíes en los jugadores a lo largo del estudio.**



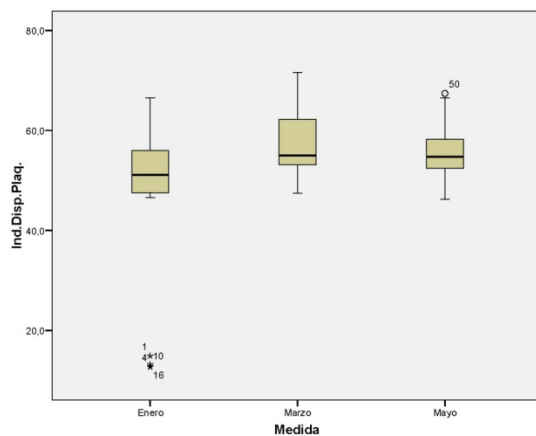
**Figura 54: Distribución de la hemoglobina en los jugadores a lo largo del estudio.**



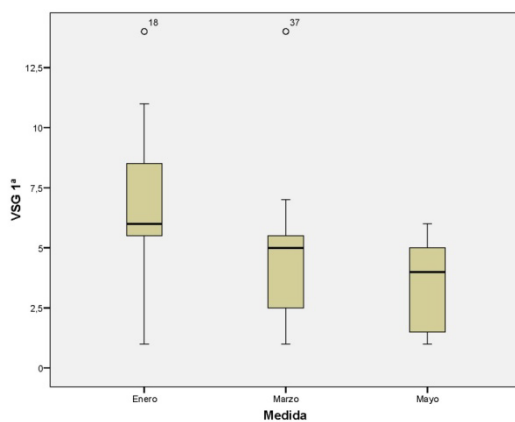
**Figura 55: Distribución del hematocrito en los jugadores a lo largo del estudio.**



**Figura 56: Distribución de la hemoglobina glucosilada (A1CMHbC) en los jugadores a lo largo del estudio.**



**Figura 57: Distribución del índice de dispersión plaquetaria en los jugadores a lo largo del estudio.**



**Figura 58: Distribución de la velocidad de sedimentación globular en los jugadores a lo largo del estudio.**

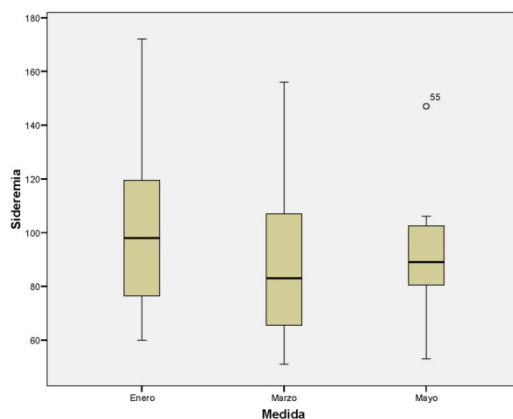
En la Tabla 24 se presentan los valores medios de los distintos indicadores de la analítica general realizada a todos los jugadores del Club Balonmano Valladolid a lo largo del estudio.

| VARIABLES                 | ENERO                     | MARZO                    | MAYO            |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|
| Sideremia (mcg/dl)        | 99,1 (30,5) <sup>a</sup>  | 87,2 (28,2)              | 91,3 (19,5)     |
| Ferritina (ng/ml)         | 118,9 (67,8) <sup>b</sup> | 116,3 (70,4)             | 109,1 (59,9)    |
| Glucosa (mg/dl)           | 80,4 (5,7)                | 80,4 (5,2)               | 82,6 (7,4)      |
| Urea (mg/dl)              | 42,8 (7,1)                | 44,8 (6,7) <sup>b</sup>  | 40,5 (7,2)      |
| Colesterol (mg/dl)        | 164,8 (34,2)              | 166 (155 – 181)          | 183,1 (35,8)    |
| c-HDL (mg/dl)             | 54 (10,9) <sup>b</sup>    | 56,7 (12,6) <sup>b</sup> | 60,9 (12,7)     |
| c-LDL (mg/dl)             | 97,8 (26,8)               | 93 (84 – 112)            | 103,8 (25,9)    |
| Triglicéridos (mg/dl)     | 65,7 (25,5)               | 79,8 (32)                | 78 (53 – 103)   |
| Ac. Úrico (mg/dl)         | 5,9 (0,9)                 | 6 (0,9)                  | 5,7 (0,9)       |
| Creatinina (mg/dl)        | 1,3 (1,3 – 1,4)           | 1,3 (0,1)                | 1,2 (0,1)       |
| Bilirrubina Total (mg/dl) | 0,8 (0,2)                 | 0,9 (0,3)                | 0,8 (0,7 – 0,9) |
| Albúmina (g/dl)           | 4,4 (0,2)                 | 4,6 (0,2)                | 4,5 (4,4 – 4,6) |
| GOT (UI/L)                | 30,4 (6,9) <sup>a</sup>   | 33,6 (8,5) <sup>b</sup>  | 25,3 (4)        |
| CPK (UI/L)                | 255 (168,1)               | 316,5 (305,1)            | 150 (113 – 207) |

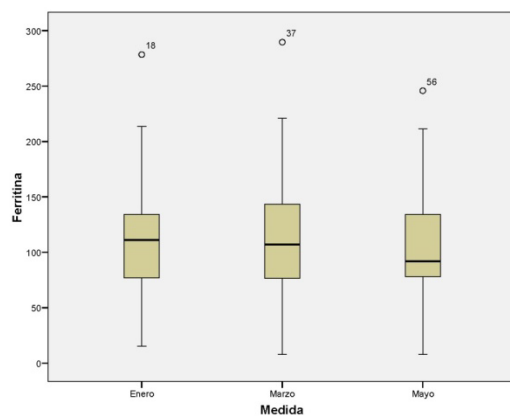
c-HDL: colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad; c-LDL: colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad; GOT: glutamato-oxalacetato transaminasa; CPK: creatinfosfoquinasa. Media (DE); Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. Marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

**Tabla 24: Descripción de la bioquímica global del equipo a lo largo del estudio.**

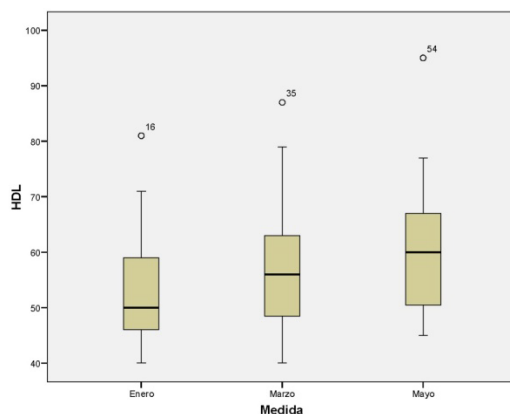
La sideremia se redujo significativamente en el mes de marzo, respecto al comienzo del estudio (Figura 59); la ferritina fue significativamente menor en mayo que en enero (Figura 60), mientras que el colesterol-HDL fue mayor al final del estudio (Figura 61). En la mitad del estudio se observaron los mayores niveles de urea (Figura 62). Por último, la GOT en mayo fue significativamente menor que en enero y marzo (Figura 63). Aunque las diferencias no alcanzaron la significación estadística, los valores de CPK se redujeron considerablemente al final del estudio (Figura 64). Sin embargo, al igual que ocurrió con las variables del hemograma, todos los valores bioquímicos se encontraron dentro de la normalidad clínica.



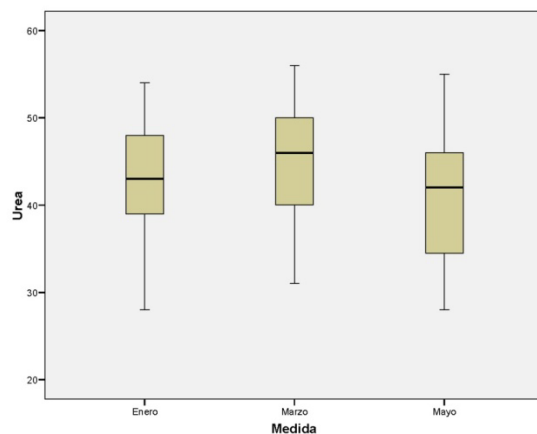
**Figura 59: Descripción de la Sideremia en el global del equipo a lo largo del estudio.**



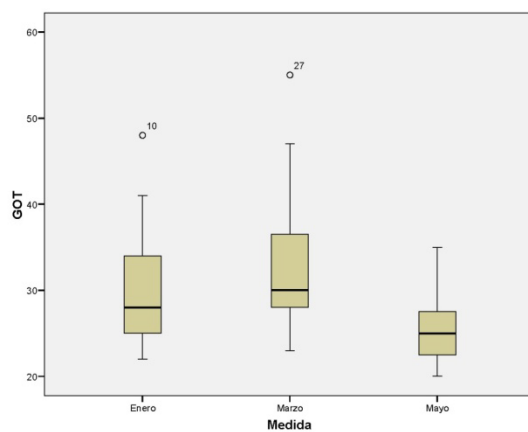
**Figura 60: Descripción de los niveles de ferritina en el global del equipo a lo largo del estudio.**



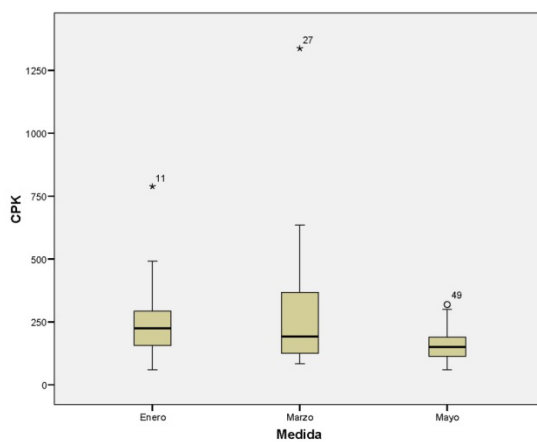
**Figura 61: Descripción de los niveles de colesterol unido a HDL en el global del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 62: Urea plasmática en el global del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 63: Descripción de los valores medios de GOT en el global del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 64: Descripción de los valores de CPK en el global del equipo a lo largo del estudio.**

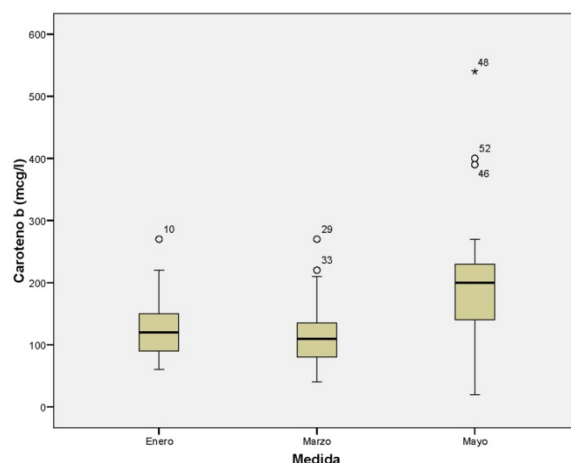
El *status* antioxidante medio del equipo a lo largo del estudio, determinado mediante la capacidad antioxidante total del plasma y la concentración de diversas moléculas antioxidantes, se refleja en la Tabla 25.

| VARIABLES                          | ENERO                           | MARZO                     | MAYO               |
|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------|
| Caroteno a (mcg/l)                 | 50 (30 – 70)                    | 40 (30 – 70)              | 70 (50 – 150)      |
| Caroteno b (mcg/l)                 | 126,8 (53,7) <sup>b</sup>       | 121,1 (60,5) <sup>b</sup> | 207,9 (126,9)      |
| Coenzima Q10 (mg/l)                | 0,5 (0,2)                       | 0,4 (0,1)                 | 0,5 (0,2)          |
| b-Criptoxantina (mcg/l)            | 170 (150 – 250)                 | 150 (120 – 180)           | 120 (100 – 140)    |
| Licopeno (mcg/l)                   | 199,8 (79,3)                    | 247,1 (135,1)             | 210 (89,8)         |
| Luteína y zeaxantina (mcg/l)       | 211,6 (78,9)                    | 270 (240 – 430)           | 199,5 (74,6)       |
| Retinol palmitato (mg/l)           | 0,02 (0,02 – 0,03) <sup>b</sup> | 0,04 (0,02) <sup>b</sup>  | 0,02 (0,01 – 0,03) |
| Tocoferol d (mg/l)                 | 0,14 (0,05) <sup>b</sup>        | 0,12 (0,05) <sup>b</sup>  | 0,18 (0,06)        |
| Tocoferol g (mg/l)                 | 0,72 (0,33)                     | 0,72 (0,22)               | 0,58 (0,24)        |
| Poder antioxidante total (mcmol/l) | 723,7 (99,7)                    | 708 (107,2)               | 761,3 (103,1)      |
| Vitamina A (mg/l)                  | 0,53 (0,10) <sup>a,b</sup>      | 0,75 (0,11)               | 0,75 (0,14)        |
| Vitamina C (mg/dl)                 | 1,2 (0,3) <sup>b</sup>          | 1,2 (0,3) <sup>b</sup>    | 1,8 (0,3)          |
| Vitamina E (mmol/l)                | 11,7 (2,6)                      | 10,4 (9,8 – 11,4)         | 11,5 (2,7)         |

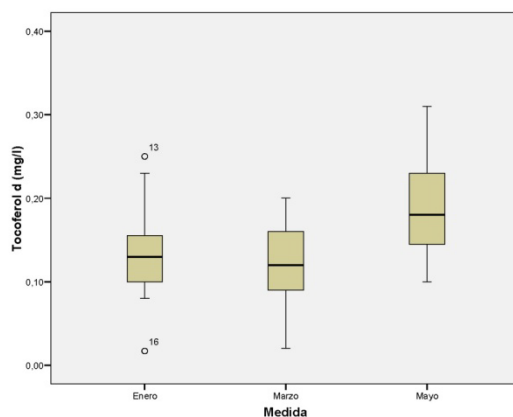
Media (DE); Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. Marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

**Tabla 25: Status antioxidante en plasma del equipo a lo largo del estudio.**

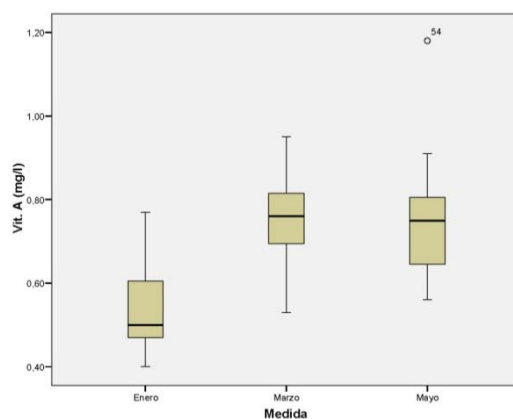
Se produjo un aumento significativo de las concentraciones plasmáticas de caroteno b (Figura 65), tocoferol d (Figura 66), vitamina A (Figura 67) y vitamina C (Figura 68) al final del estudio (respecto al mes de enero). Sin embargo, la capacidad antioxidante total del plasma no se modificó significativamente a lo largo del estudio.



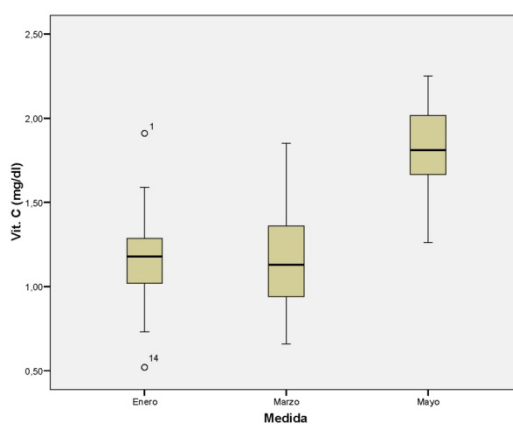
**Figura 65: Descripción de la concentración plasmática de caroteno b del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 66: Descripción de la concentración plasmática de tocoferol d del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 67: Descripción de la concentración plasmática de vitamina A del equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 68: Descripción de la concentración plasmática de vitamina C del equipo a lo largo del estudio.**

Por último, las características bioquímicas medias de la orina del equipo se detallan en la Tabla 26.

| VARIABLES             | ENERO              | MARZO              | MAYO               |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| pH                    | 6 (5,5 – 6,5)      | 5,5 (5,5 – 6)      | 6 (6 – 6)          |
| Densidad              | 1027 (1022 – 1027) | 1027 (1022 – 1027) | 1024 (1021 – 1026) |
| Proteínas (mg/dl)     | 5 (5 – 10)         | 5 (5 – 10)         | 5 (5 – 5)          |
| Urobilinógeno (mg/dl) | 0,2 (0,2 – 0,2)    | 0,2 (0,2 – 0,2)    | 0,2 (0,2 – 0,2)    |

Media (DE); Mediana (P25-P75).

**Tabla 26: Valores medios obtenidos en el análisis sistemático de orina global del equipo a lo largo del estudio.**

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la bioquímica urinaria a lo largo del estudio, siendo los valores de las variables determinadas similares a las de la población sana.

### 5.3.6 Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo (CPRD) del equipo.

Los resultados del cuestionario Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD) se reflejan en la Tabla 27.

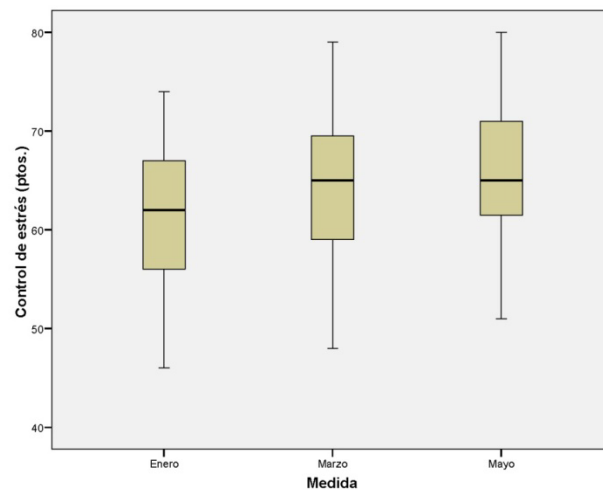
|                                             | ENERO                       | MARZO         | MAYO         |
|---------------------------------------------|-----------------------------|---------------|--------------|
| Control de estrés                           | 61,4 (7,8) <sup>b</sup>     | 64,05 (8,3)   | 65,4 (7,1)   |
| Influencia de la evaluación del rendimiento | 34,3 (7)                    | 36,6 (6)      | 35,3 (6,7)   |
| Motivación                                  | 22,5 (3,9)                  | 24,2 (4,4)    | 23,3 (5)     |
| Habilidad mental                            | 23,8 (3,3)                  | 24 (23 - 25)  | 24 (4,1)     |
| Cohesión de equipo                          | 21 (20 - 22) <sup>a,b</sup> | 23 (20 - 24)  | 22 (20 - 24) |
| Puntuación global                           | 162,8 (16,6) <sup>a,b</sup> | 171,05 (18,4) | 170,2 (17,4) |

Media (DE); Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

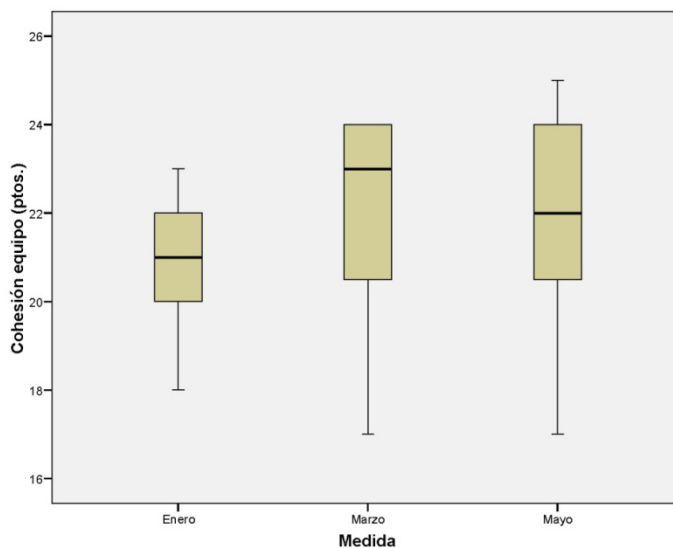
**Tabla 27: Puntuación global y de las subescalas del cuestionario Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD) a lo largo del estudio.**

El control del estrés mejoró significativamente al final de la temporada (Figura 69), mientras que la mejora en la cohesión de equipo se produjo ya desde la mitad de la temporada (Figura 70). También se observó un aumento en la puntuación global del

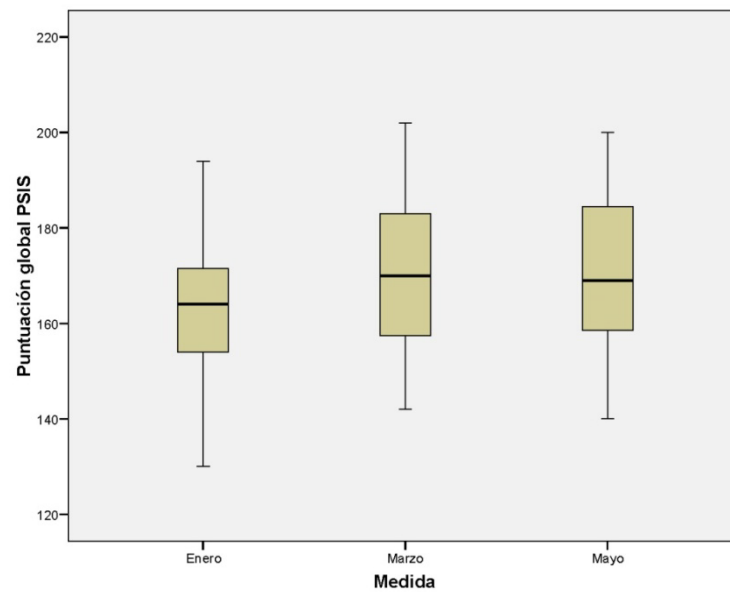
test psicológico a lo largo del estudio (Figura 71). Aunque no se encontraron diferencias significativas con el tiempo en la subescala que valora la motivación de los jugadores, se observó que aumentaba en marzo, pero se redujo al final de la temporada (Figura 72).



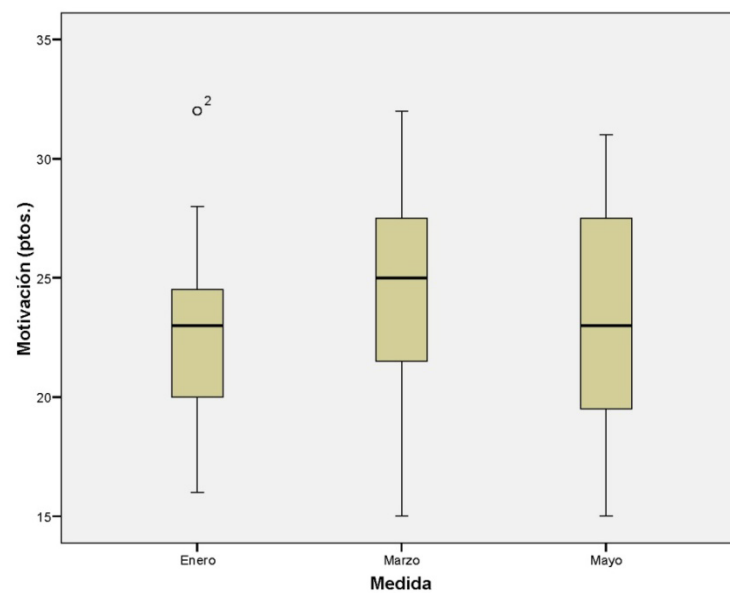
**Figura 69: Puntuación en la subescala “Control del estrés” del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 70: Puntuación en la subescala “Cohesión del equipo” del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 71: Puntuación global del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.**



**Figura 72: Puntuación en la subescala “Motivación” del equipo” del cuestionario CPRD en el equipo a lo largo del estudio.**

### 5.3.7 Análisis de la ingesta

A partir del cuestionario de frecuencia de consumo se estimó la energía media diaria ingerida, así como el perfil calórico (porcentaje de macronutrientes), el perfil lipídico (perfil de ácidos grasos y densidad nutricional de colesterol) y la ingesta media de fibra al día (Tabla 28).

| VARIABLES                    | Estimado CFC | Recomendado     |
|------------------------------|--------------|-----------------|
|                              | Media (DE)   |                 |
| Energía (kcal)               | 3046 (1110)  | 3000            |
| Proteínas (%)                | 16,5 (2,5)   | 15              |
| CHO (%)                      | 48,5 (6,4)   | 50-55           |
| Grasas (%)                   | 33,4 (4,4)   | 30-35           |
| AGS (%)                      | 8,1 (1,9)    | 7-8             |
| AGM (%)                      | 11,9 (2,7)   | 15-20           |
| AGP (%)                      | 5,8 (1,7)    | 5               |
| DN Colesterol (mg/1000 kcal) | 120,8 (31,4) | 100 (<300 mg/d) |
| DN Fibra (g/1000 kcal)       | 10,7 (3,5)   | 14 (>35 g/d)    |

CFC: cuestionario de frecuencia de consumo; CHO: carbohidratos; AGS: ácidos grasos saturados; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; DN: densidad nutricional; d: día; DE: desviación estándar.

**Tabla 28: Ingesta media diaria de energía, perfil calórico, perfil lipídico y fibra del equipo de balonmano estimada a partir del cuestionario de frecuencia de consumo.**

Como media, los jugadores del Club Balonmano Valladolid reportaron consumir la cantidad de energía recomendada para su grupo de edad y sexo. En cuanto al perfil calórico, es adecuado para las proteínas y las grasas, aunque la ingesta de carbohidratos es algo reducida. El perfil de ácidos grasos es adecuado, excepto la ingesta de AGM, algo menor de los recomendado; mientras que el consumo de colesterol es excesivo, y la ingesta de fibra insuficiente.

La Tabla 29 recoge el resultado del análisis cuantitativo de la ingesta obtenido a partir de los registros alimentarios prospectivos de 3 días cumplimentados a lo largo del estudio.

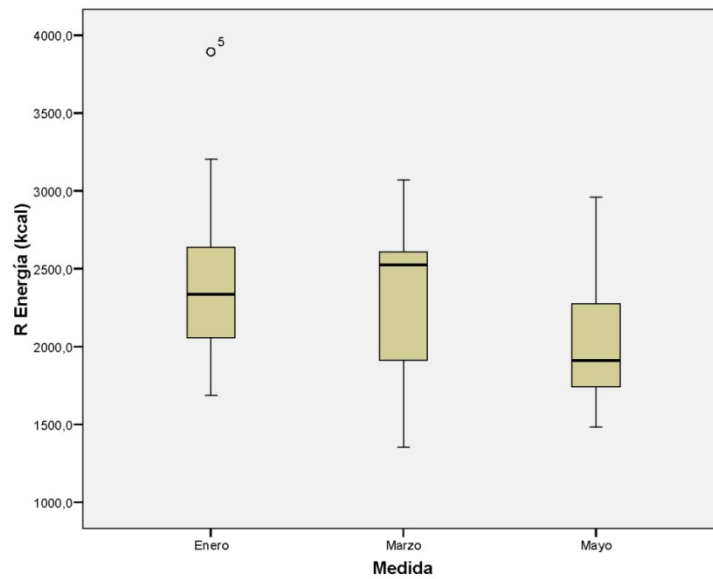
| VARIABLES                    | Estimado Registros de 3 días |                         |                  | Recomendado        |
|------------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------|
|                              | ENERO                        | MARZO                   | MAYO             |                    |
| Energía (kcal)               | 2404,1 (564) <sup>b</sup>    | 2266,4 (472,4)          | 2002,7 (385)     | 3000               |
| Proteínas (%)                | 19,1 (3,3)                   | 17,4 (2,5)              | 19,9 (2,8)       | 15                 |
| CHO (%)                      | 39,9 (7,5) <sup>a</sup>      | 47,3 (6,3) <sup>b</sup> | 40,7 (7,7)       | 50-55              |
| Grasas (%)                   | 39 (6,9)                     | 37,6 (4,9)              | 40,2 (6,2)       | 30-35              |
| AGS (%)                      | 9,8 (2,5)                    | 10,6 (2,9)              | 8,8 (7,6 – 14,3) | 7-8                |
| AGM (%)                      | 14,1 (4,5)                   | 13,5 (2,5)              | 13,1 (11,7 – 17) | 15-20              |
| AGP (%)                      | 6,2 (1,9)                    | 6,2 (2,1)               | 6,2 (1,8)        | 5                  |
| DN Colesterol (mg/1000 kcal) | 186,9 (80,2)                 | 145,7 (38,5)            | 205,5 (60,1)     | 100<br>(<300 mg/d) |
| DN Fibra (g/1000 kcal)       | 5,8 (1,4)                    | 8,2 (2,3)               | 6,1 (4,8 – 7,6)  | 14<br>(>35 g/d)    |

CHO: carbohidratos; AGS: ácidos grasos saturados; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGP: ácidos grasos poliinsaturados; DN: densidad nutricional.  
Media (DE); Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

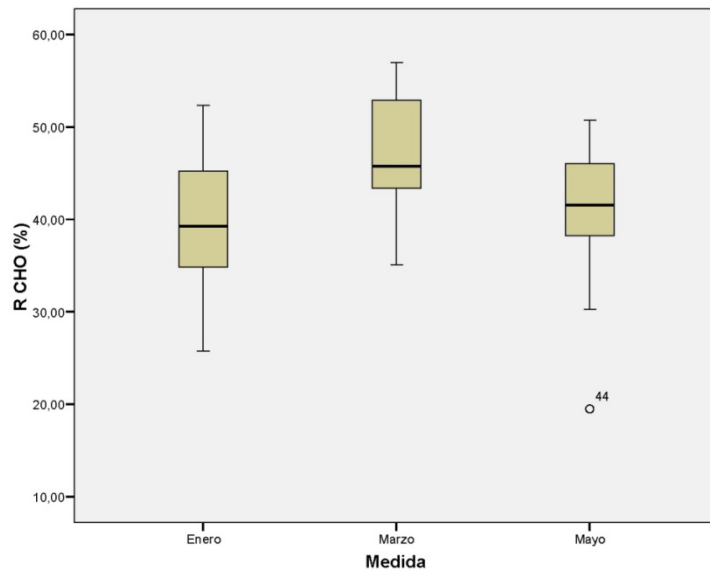
**Tabla 29: Ingesta media diaria de energía, perfil calórico, perfil lipídico y fibra del equipo de balonmano a lo largo del estudio estimada a partir de registros de tres días.**

Del análisis de estos registros de tres días se infiere que la energía consumida por el equipo, como promedio, es mucho menor de la recomendada en cualquiera de los tres momentos evaluados. La ingesta de proteínas y grasas es elevada, en detrimento del consumo de carbohidratos, que es muy reducido. Aunque el perfil de ácidos grasos está algo desajustado, no es muy llamativo, pero sí el excesivo consumo de colesterol en toda la temporada. Por otra parte, el aporte de fibra está muy por debajo de lo recomendado.

Al comienzo de la temporada los jugadores consumieron significativamente mayor cantidad de energía que al final del estudio (Figura 73). La mayor ingesta de carbohidratos se realizó en mitad de la temporada (Figura 74). No hubo diferencias estadísticamente significativas en el resto de las variables analizadas a lo largo del tiempo.



**Figura 73: Ingesta energética del equipo estimada a partir de registros dietéticos de tres días a lo largo del estudio.**



**Figura 74: Ingesta de carbohidratos del equipo estimada a partir de registros dietéticos de tres días a lo largo del estudio.**

La Tabla 30 refleja la ingesta de hierro, como nutriente de riesgo, y vitaminas y minerales con capacidad antioxidante estimada a partir de los registros de 3 días a lo largo del estudio.

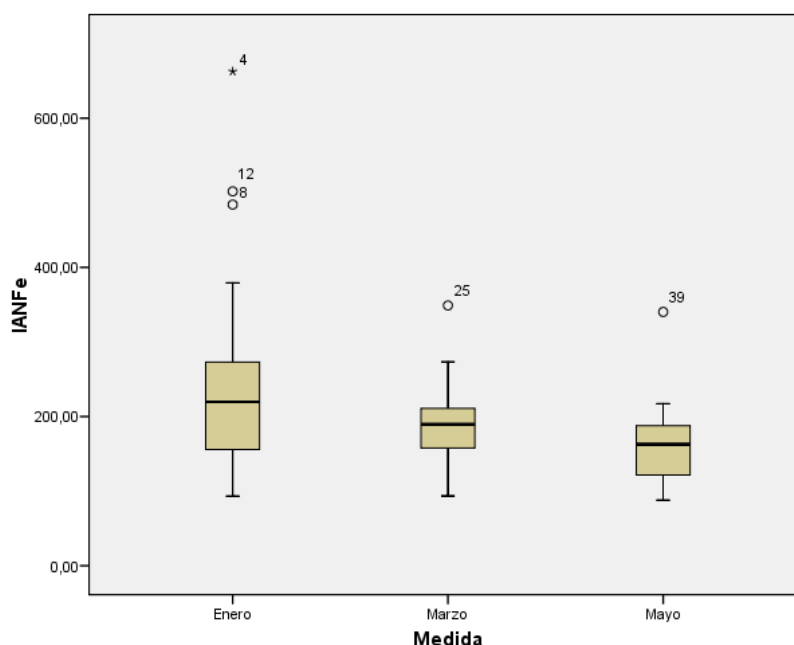
No se observaron diferencias estadísticamente significativas en estas variables a lo largo del estudio, excepto en el caso de hierro: al comienzo de la temporada la ingesta de hierro fue significativamente mayor que al final del estudio (Figura 75).

| VARIABLES  | IAN (%)                            |                       |                     |
|------------|------------------------------------|-----------------------|---------------------|
|            | ENERO                              | MARZO                 | MAYO                |
| Vitamina C | 195,2 (107,8)                      | 195,7 (145,4 – 419,8) | 190,1 (107,3)       |
| Vitamina A | 78,1 (46,7)                        | 56,2 (14,0)           | 68,4 (43,1 – 81,8)  |
| Vitamina E | 78,3 (64,1 – 153,8)                | 109,7 (41,0)          | 79,2 (74,0 – 134,0) |
| Zinc       | 80,4 (23,8)                        | 83,9 (28,8)           | 68,0 (24,3)         |
| Fe         | 219,8 (151,1 – 274,8) <sup>b</sup> | 190,9 (61,9)          | 163,8 (59,5)        |

IAN: índice de adecuación nutricional.

Media (DE); Mediana (P25-P75). <sup>a</sup>p<0,05 vs. marzo; <sup>b</sup>p<0,05 vs. mayo.

**Tabla 30: Ingesta media diaria de micronutrientes con capacidad antioxidante del equipo de balonmano a lo largo del estudio estimada a partir de registros de tres días.**



**Figura 75: Ingesta media diaria de hierro del equipo de balonmano a lo largo del estudio, estimada a partir de registros de tres días.**

# DISCUSIÓN

DISCUSIÓN



## 6 DISCUSIÓN

El objetivo de esta tesis fue estudiar las variaciones producidas a lo largo de la segunda mitad de una temporada deportiva en diversos factores que influyen en el rendimiento deportivo en un equipo profesional de balonmano en función de la posición de los jugadores.

El estudio se realizó en la temporada deportiva de invierno de 2007/2008 (de enero a junio de 2008), momento temporal en el que habitualmente se produce una mayor carga de trabajo (Espar, 2002). Las distintas pruebas exploratorias se realizaron en tres momentos de la temporada: al inicio de la reincorporación del equipo tras el descanso de las vacaciones de Navidad (mes de enero), en la mitad del ciclo (a mediados del mes de marzo), y al final de la temporada (últimos días de mayo).

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA TEMPORADA

La temporada deportiva de invierno engloba un tramo preparatorio en el mes de enero con trabajo de los distintos tipos de fuerza en función de la manifestación (Delgado, 1997) y en función del tipo de contracción (Matveev, 1992): 1) la fuerza resistencia mediante carrera de 45 minutos de duración e intensidad variable en días alternos durante dos semanas; 2) trabajo de fuerza isotónica explosiva en el gimnasio mediante series de carga progresiva del 60% al 80% de la fuerza máxima (previamente medida mediante un sencillo test inicial) sobre la musculatura del tronco y del tren superior e inferior; y 3) trabajo de lanzamiento a portería con balones “medicinales” de 1 kg de peso con suplementos de peso en forma de lastre corporal en muñecas, tobillos y cintura.

Respecto a las peculiaridades de los encuentros en relación con el esfuerzo psicofísico que se ha de realizar en este período de la temporada anual, en la liga ASOBAL (liga española) los partidos se distribuyen de igual forma que en la primera parte de la temporada, modificándose únicamente el lugar en el que se disputan los encuentros (se juega cada jornada en el mismo orden en el que se desarrolló la primera parte de la temporada, pero en el pabellón del equipo contrario al que se disputó). La liga europea (Recopa de Europa), al contrario que la liga española (que es una disputa simétrica), es una eliminatoria, por lo que los equipos contra los que se van jugando las distintas fases son más difíciles de batir en todos los órdenes, de modo que el esfuerzo para conseguir la victoria es mucho mayor que en los encuentros disputados en la primera parte de la temporada. Por último, la temporada de invierno también incluye la participación en la Copa del Rey, que es un torneo con fases eliminatorias en las que seis equipos han de irse eliminando entre sí en el transcurso de tres días, tratándose, por tanto, de una competición que se desarrolla de forma intensa en un periodo muy corto de tiempo. Concretamente, en la temporada de invierno el Club Balonmano Valladolid (BM Valladolid) disputó dos partidos amistosos en enero, 10

partidos de la liga ASOBAL y 4 de Recopa de Europa entre enero y marzo, y ocho partidos más entre los meses de abril y mayo (5 de liga ASOBAL, 2 de Recopa de Europa y 1 de Copa del Rey).

Además, en el momento en el que se inició el estudio (diciembre de 2007) el Club Balonmano Valladolid organizaba en su sede del Polideportivo Huerta del Rey la competición de la Copa ASOBAL, torneo que enfrenta a los tres primeros clasificados en la primera vuelta de esa temporada frente al equipo organizador. El BM Valladolid había realizado una importante inversión económica (Pindado, 2007) y de todo tipo de recursos para la organización del evento, lo que supuso un mayor grado de estrés psicológico del equipo para la consecución del torneo, dado que, además, desde ese año se implantó la norma de que el ganador del torneo obtendría plaza directa para disputar la *Champion's League* (razón de peso por la que el Club quiso organizar el torneo).

Por otra parte, el hecho de comenzar la segunda parte de la temporada conociendo la posición en la clasificación en la que el equipo se encontraba en la Liga ASOBAL (en el caso del BM Valladolid, la 6ª plaza) supuso un incremento de la tensión emocional del equipo, ya que fue preciso perfeccionar el juego para poder mejorar en la clasificación y así disputar competiciones europeas durante la siguiente temporada. Esto también acarreó implícitamente nuevas responsabilidades, ya que estar entre los primeros ocho equipos al finalizar la primera “vuelta” conllevaba automáticamente la participación en la Copa del Rey, con lo que ya se contaba desde ese momento.

Por tanto, durante el período de estudio los jugadores del BM Valladolid se encontraban sometidos a una importante carga deportiva (partidos amistosos, partidos de liga española, participación en la Copa del Rey y en la liga europea) y extradepportiva (presentaciones, actos de patrocinadores, participación en tertulias deportivas de radio y televisión, etc.) (Figuras 76 y 80), así como a un alto grado de cansancio psicofísico asociado a los diversos desplazamientos y participaciones semanales en actos relacionados con el Club (Figuras 77 y 79). A este respecto, la fatiga psicofísica y el gasto de recursos energéticos derivados de los desplazamientos fue considerable, ya que se realizaron más de 10.500 km en autobús (lo que supone más de 100 horas de viaje por carretera) y más de 25.000 km en avión (unas 30 horas de vuelo, sin contar las horas de espera para el embarque y recogida de equipajes, así como las invertidas en las distintas conexiones de los 12 vuelos precisados, las cuales duplicaban la duración del trayecto final) (Figura 78).



Figura 76: Visita a Bodegas Vizar  
. 19.02.2008



Figura 77: Visita a las Cortes de Cyl.  
26.02.2008



Figura 78: Tránsito de 8 horas de duración  
en el aeropuerto Domodédovo (Moscú).  
07.03.2008



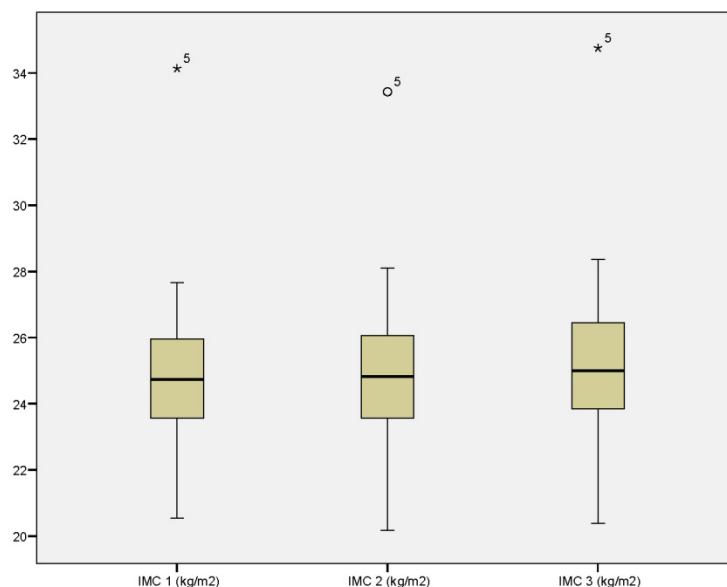
Figura 79: Campaña de donación de sangre.  
26.03.2008



Figura 80: Comida de equipo en el  
Castillo de Curiel (Valladolid) 06.05.2008

## 6.2 ANTROPOMETRÍA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO

Los valores obtenidos en el peso corporal y el índice de masa corporal (IMC) en el equipo fueron estadísticamente superiores en mayo respecto al comienzo del estudio (Tabla 12). No obstante, dichas variaciones no tuvieron relevancia clínica. Tampoco se evidenciaron diferencias significativas en la composición corporal (porcentajes de masa grasa y muscular) en los tres momentos valorados (Tabla 16). Cabe destacar que se observó un dato atípico de IMC en el sujeto número 5 (Figura 81), que se mantuvo constante a lo largo de todo el período de estudio. Esto se debe a que se trata de un jugador corpulento con un peso corporal en torno a los 125 kg que desarrolla su función en el grupo de los pivotes, por lo que su IMC le confiere unas propiedades idóneas para el desarrollo de su trabajo ya que entre sus funciones está la de conseguir arrollar y tirar al suelo a los defensas contrarios para poder lanzar a portería (Bárcenas y Román, 1991). Como ya se ha expuesto, las características antropométricas de los pivotes aúnan una menor altura que el grupo de centrales manteniendo un peso similar a estos (Srhoj et al., 2002), siendo muy superior en el caso del sujeto número 5 del presente estudio.



**Figura 81: Variación del IMC del equipo de balonmano a lo largo del estudio.**

Con respecto a las diferencias en función de la posición de juego de los sujetos, tal como se esperaba, se observó que los pivotes fueron significativamente los jugadores más pesados (Tabla 13). Y, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas en el resto de los grupos, probablemente por el reducido tamaño muestral de cada uno, los extremos fueron los menos pesados y los laterales, junto con los pivotes, los más altos, lo que confirma las características morfológicas básicas

de los jugadores para la posición para la que son más aptos (Tabla 13). No se observaron diferencias significativas en el IMC en ninguno de los grupos, aunque el IMC de los porteros fue inferior al de los centrales, laterales y extremos, y el IMC de los pivotes fue el más elevado.

Las características de los jugadores del BM Valladolid fueron similares en edad, peso e IMC a las de las selecciones nacionales de Alemania, Francia e Islandia (Ghobadi & Rajabi, 2013). Con respecto a la talla, sólo la selección Española y la de Rusia se asemejaron a las del equipo, obteniéndose en esta variable valores inferiores a los que presentaron las selecciones de Alemania, Croacia, Dinamarca, Polonia y Bielorrusia (Ghobadi & Rajabi, 2013).

Los resultados globales obtenidos también se encuentran en relación con los hallados por otros autores, como Eston & Reilly (2001), quienes consideran que unos adecuados valores en la estatura y el peso corporal son fundamentales para obtener niveles óptimos en el lanzamiento (en los laterales), así como los hallados por Bayer (1987), Seco (1993) y García (García, Moreno y García-Fernández, 1991), quienes observaron que los mejores equipos de élite son aquellos en los que la media de la altura es mayor. También son esenciales valores de IMC más elevados, sobre todo en las situaciones de enfrentamiento uno a uno, por lo que resulta conveniente que el IMC de los pivotes sea mayor.

La Tabla 31 presenta una comparativa entre los valores de talla, peso e IMC obtenidos en el presente estudio en función de la posición con respecto a los datos de los jugadores del Campeonato del Mundo de 2013 de 24 nacionalidades (Ghobadi & Rajabi, 2013). Como se puede observar, a excepción de los extremos, los jugadores del BM Valladolid presentaron mayor estatura que los jugadores del Campeonato del Mundo de 2013. Con respecto al peso corporal, se observaron mayores valores en todos los grupos, excepto en los extremos y porteros, siendo este último grupo en el que las diferencias se encontraron más marcadas (más de 13 kg). Por último, en lo referente al IMC se observó una distribución similar entre ambos estudios, excepto en el caso del grupo de porteros (superior en los jugadores del Campeonato del Mundo de 2013) y el de los pivotes (superior en el BM Valladolid). A este respecto, es necesario considerar que en nuestro estudio el valor medio del IMC en el grupo de los pivotes se encuentra influenciado por el valor atípico del sujeto 5, por lo que resulta difícil compararlo con otros estudios (Massuça & Fragoso, 2015).

| VARIABLE                 | ESTUDIO              | CENTRAL | LATERAL | EXTREMO | PIVOTE | PORTERO |
|--------------------------|----------------------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Talla (cm)               | Campeonato del Mundo | 188,1   | 192,6   | 185     | 192,6  | 191,9   |
|                          | Balonmano Valladolid | 191,2   | 196,8   | 177,6   | 195,2  | 194,2   |
| Peso (kg)                | Campeonato del Mundo | 89,4    | 94,2    | 84,7    | 99,7   | 95,6    |
|                          | Balonmano Valladolid | 88,5    | 96,5    | 80,4    | 113,1  | 82      |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | Campeonato del Mundo | 25,3    | 25,4    | 24,7    | 26,9   | 26      |
|                          | Balonmano Valladolid | 24,3    | 24,5    | 25,7    | 29,9   | 22,5    |

IMC: índice de masa corporal.

**Tabla 31: Comparación de las principales variables antropométricas entre las selecciones participantes en el Campeonato del Mundo (n=409) y el presente estudio (n=19) en función de la posición de juego.**

Otros autores (Nikolaidis, Ingebrigtsen, Póvoas, Mossm & Torres-Luque, 2015) han reportado valores en estas variables más parecidos a los obtenidos en nuestro estudio, exceptuando el grupo de los centrales y laterales, que fueron incluidos en el mismo grupo en el estudio de Nikolaidis et al., por lo que no pueden ser comparados. En cambio, los datos obtenidos en el trabajo de Urban et al. (Urban, Kandráč & Táborický, 2011a), realizado en una muestra de 256 jugadores de balomano de 16 nacionalidades europeas pertenecientes a la *European Handball Federation* (EHF), muestran mayores diferencias con los de nuestro estudio en el peso y el IMC para las distintas posiciones (Tabla 32). En la elaboración de la tabla se han incluido los valores del Club BM Valladolid obtenidos en el mes de enero.

| VARIABLES                | ESTUDIO | CENTRAL | LATERAL | EXTREMO | PIVOTE | PORTERO |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| Peso (kg)                | Enero   | 88,8    | 96,7    | 80,2    | 114,5  | 82,9    |
|                          | Urban   | 82,7    | 91,6    | 79,7    | 93,9   | 89,3    |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | Enero   | 24,5    | 24,6    | 25,4    | 30,3   | 22,4    |
|                          | Urban   | 21,7    | 25,4    | 24,6    | 26     | 24,7    |

IMC: Índice de Masa Corporal

**Tabla 32: Comparación del peso e IMC del Club BM Valladolid en enero y de los jugadores del estudio de Urban (Urban et al. 2011a).**

En cuanto a otros parámetros antropométricos, lo más destacable fue el valor de la circunferencia del brazo de los jugadores en función de la posición ocupada (Tabla 15). Esta medida se asocia con el volumen desarrollado por los músculos bíceps

braquial y tríceps braquial. Como era esperable, las diferencias más notables se encontraron entre el grupo de los pivotes y el de los porteros. Esto se debe a que los pivotes, por su función defensiva, deben desarrollar esta musculatura mediante el entrenamiento de la fuerza resistencia, mientras que los porteros la ejercitan en forma de fuerza explosiva (sin desarrollar un crecimiento en volumen –hipertrofia-) para ganar velocidad de reacción en sus extremidades y mejorar así su función de interceptación del balón (Chirosa, L.J., Chirosa, I. y Pandial, 1998). En el estudio de Urban (Urban et al, 2011b) se observan similitudes en los valores de la circunferencia del brazo con los de todos los grupos de nuestro estudio, excepto en los porteros, que presentaron mayores valores que los del BM Valladolid.

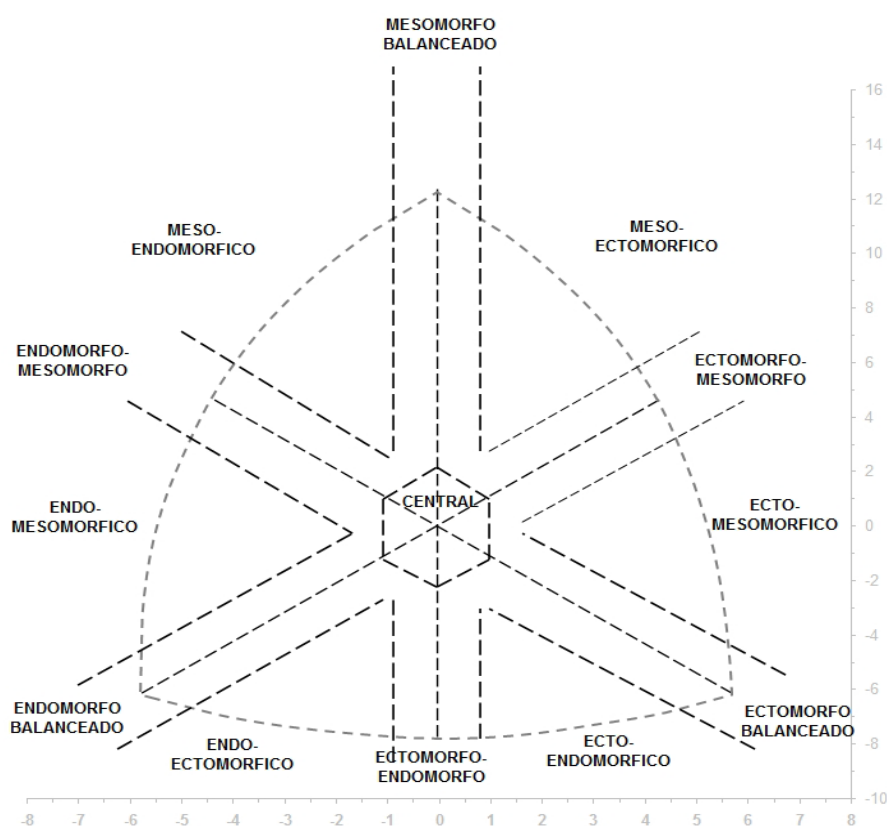
No se observaron diferencias significativas en la composición corporal (valores relativos) de los jugadores en función de la posición de juego, aunque, de nuevo, los pivotes fueron los que mayor porcentaje de peso graso presentaron. Tampoco hubo diferencias en la composición corporal a lo largo de la temporada en ninguno de los grupos. Los valores obtenidos de masa magra, masa muscular y masa grasa en nuestro equipo también son similares a los de los equipos de Portugal, Islandia y Eslovenia (Urban, 2011a).

No obstante, a pesar de que la composición corporal fue similar en todos los grupos (excepto en los pivotes), en la somatocarta se evidenciaron diferencias significativas en los componentes endomorfia, mesomorfia y ectomorfia en función de la posición y del momento de medición en todos los grupos (Figuras 41 a 45).

Para la categorización de los somatotipos, se dividen las áreas de la somatocarta siguiendo los criterios de Carter (Carter, 2002) (Figura 82):

1. Mesomórfico balanceado: el mesomorfismo es dominante y el endomorfismo y ectomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5).
2. Meso-ectomórfico: el mesomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el endomorfismo.
3. Ectomorfo-mesomorfo: el ectomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5), siendo el endomorfismo menor.
4. Ecto-mesomórfico: el ectomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el endomorfismo.
5. Ectomórfico balanceado: el ectomorfismo es dominante, el endomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5).
6. Ecto-endomórfico: el ectomorfismo es dominante, siendo el endomorfismo mayor que el mesomorfismo.
7. Ectomorfo endomorfo: el endomorfismo y el ectomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5), siendo el mesomorfismo menor.
8. Endo-ectomórfico: el endomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el mesomorfismo.

9. Endomórfico-balanceado: el endomorfismo es dominante y el ectomorfismo y mesomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5).
10. Endo-mesomórfico: el endomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el ectomorfismo.
11. Endomorfo-mesomorfo: el endomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5), siendo el ectomorfismo menor.
12. Meso-endomórfico: el mesomorfismo es dominante y el endomorfismo es mayor que el ectomorfismo.
13. Central: ningún componente difiere en más de 1 unidad respecto a los otros dos, resultante en calificaciones 2, 3 ó 4.



**Figura 82: Representación en la somatocarta de las categorías de Carter (Carter, 2002).**

De acuerdo con los criterios de Carter, los jugadores del equipo BM Valladolid se situaron globalmente en las categorías 10-13, es decir, endo-mesomórfico-central. No obstante, tras la realización de los cálculos del somatotipo y la tabulación de los resultados en función de la posición (Tabla 19), se encontraron diferencias estadísticamente significativas en algunos grupos. Concretamente, en los extremos se observó un desarrollo creciente endomorfo-mesomorfo (Figura 43); y en el grupo de los pivotes (Figura 44) se evidenció un incremento en el componente mesomórfico a partir de marzo y un ligero aumento de la endomorfia en mayo, que fueron debidos a la

ganancia de masa muscular observada a partir de marzo (sin diferencias entre marzo y mayo) y a la progresiva ganancia de masa grasa que se produjo durante toda la temporada de invierno. El grupo de los porteros fue el que mayor variación presentó en el somatotipo a lo largo del estudio, mejorando las cualidades desde la situación basal del mes de enero hasta marzo (con un aumento en el componente mesomórfico) y empeorando al final de la temporada (con una disminución del componente mesomórfico y un aumento del endomórfico) (Figura 45). Estas variaciones en la somatocarta de los porteros fueron acordes con las modificaciones observadas en la composición corporal a lo largo del estudio, ya que se en este grupo se produjo una ganancia de masa muscular y masa grasa en marzo, y una posterior disminución de masa muscular sin cambios significativos en la masa grasa entre marzo y mayo (Tabla 17). Ello pudo deberse a que el grupo de porteros es el que menos trabajo de pesas (trabajo de hipertrofia y tonificación -fuerza resistencia-) realiza en el gimnasio, ya que dedican ese tiempo a trabajar la fuerza explosiva, dada su especialización deportiva. Por último, en los centrales y laterales no se observaron diferencias significativas en la somatocarta a lo largo de la temporada deportiva, situándose ambos grupos la zona del somatotipo central (Figuras 41 y 42).

No se han encontrado muchos estudios en los que se evalúe la somatocarta de equipos profesionales de balonmano. El grupo de Urban (Urban, Kandrác & Táboršký, 2010) publicó la somatocarta de los jugadores de la Copa de Europa sub20 (M20 ECh) del campeonato del año 2010 (Figura 83), con resultados muy diferentes de los obtenidos en el presente trabajo. Por otra parte, en la Figura 84 se expone la somatocarta resultante de los datos reportados por dos grupos españoles. El estudio de Canda et al. (Canda, 2012) fue realizado en el Centro de Medicina del Deporte de la Subdirección General de Deporte y Salud del Consejo Superior de Deportes de Madrid e incluyó una muestra de 1250 jugadores masculinos españoles de alto nivel de distintas especialidades deportivas, quince de ellos de balonmano. El grupo de Pons (Pons et al., 2015), del Centro de Alto Rendimiento (CAR) de San Cugat (Barcelona), analizó exclusivamente a un grupo de 17 jugadores de balonmano de alto nivel. Como se muestra en la Figura 84, los resultados obtenidos por estos autores son similares a los de la Copa de Europa sub20 del campeonato del año 2010 (Figura 83) (Urban, Kandrác & Táboršký, 2010) y diferentes a los observados en los jugadores del BM Valladolid (Figura 40).

Para la interpretación de estos resultados es necesario considerar las diferencias en la edad de los diferentes grupos: en el Club BM Valladolid la edad media de los jugadores fue de 27 años (rango: 23 a 35 años), mientras que el estudio de Urban et al. se basa en un grupo con edades comprendidas entre los 19 y los 20 años (Urban, 2010), el de Canda et al. en una muestra con una edad media de 23.6 años, y el de Pons et al. en un grupo de balonmanistas con una media de edad de 21.9 años. A pesar de que el nivel de especialización sea el mismo en estos equipos (equipos de élite), las diferencias en la edad dificultan la comparativa entre ambos grupos. Hubiera sido muy interesante poder realizar comparativas del BM Valladolid con otros equipos de semejantes características en cuanto al somatotipo global del equipo, pero, como ya se ha indicado, no se han encontrado artículos al respecto.

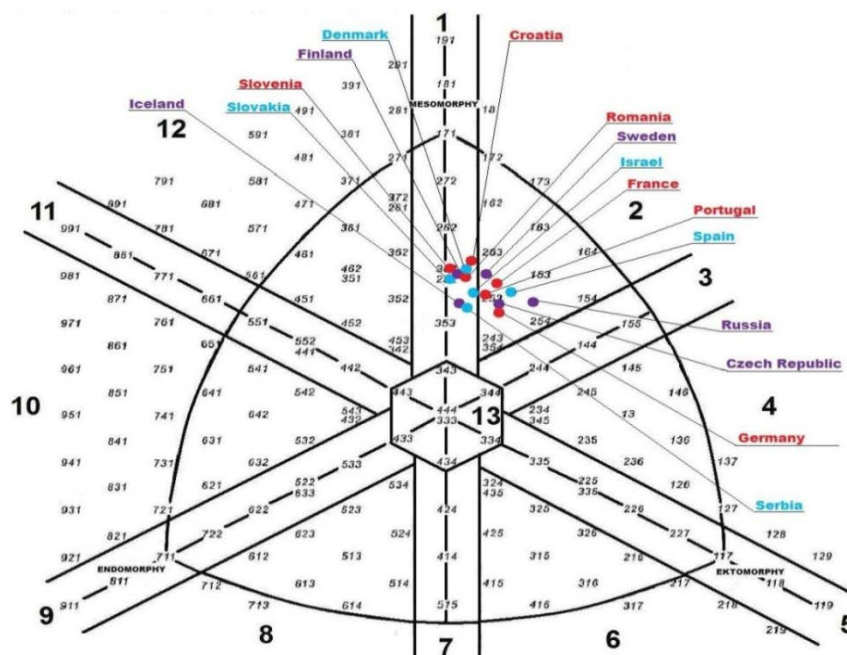


Figura 83: Medias de los somatotipos de los equipos nacionales participantes en el M20 ECh (tomado de Urban et al., 2010).

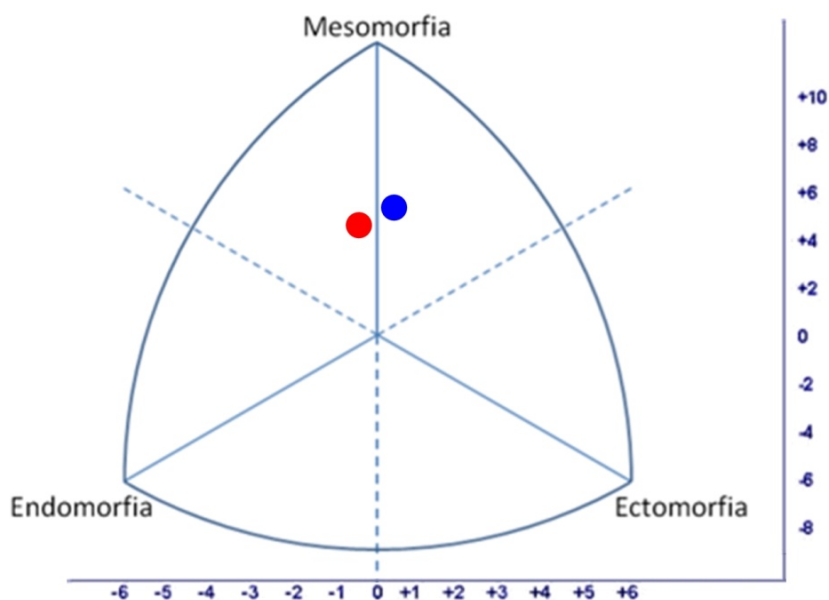
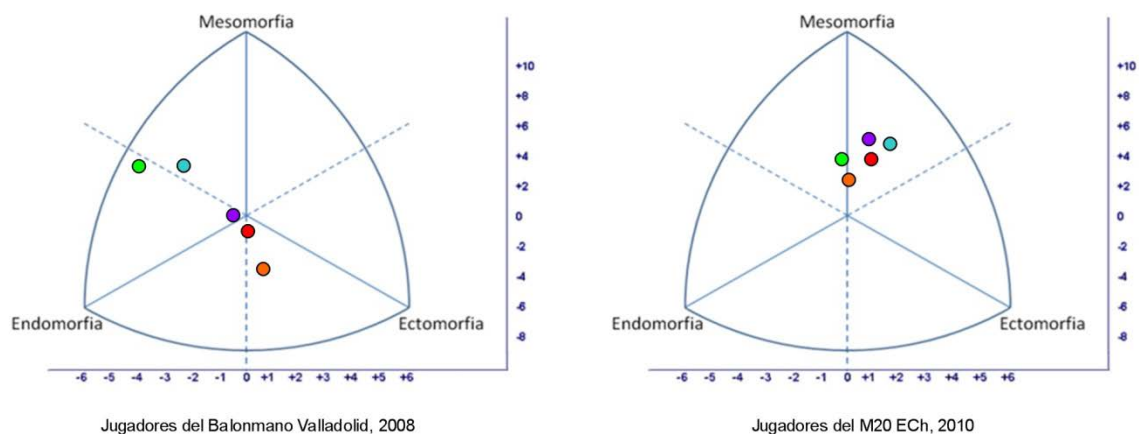


Figura 84: Somatocarta de una gran muestra de jugadores españoles de alto nivel de distintas especialidades deportivas (Canda, 2012) (azul) frente a la de un grupo de jugadores de balonmano (Pons et al., 2015) (rojo).

Por último, como se puede observar en la Figura 85, las características del somatotipo de los jugadores del Club BM Valladolid en función de la posición de juego también

fueron muy diferentes de las de los jugadores europeos (Urban, Kandrác & Táboršký, 2011c), grupo que presenta un somatotipo mesomórfico balanceado y meso-ectomórfico. Como ya se ha comentado, las diferencias observadas entre ambos equipos están relacionadas con las diferencias en la edad, ya que los jugadores europeos pertenecen a la categoría sub20, por lo que presentan somatotipos con predominio de las dimensiones longitudinales y musculares, mientras que en el estudio actual la mayor abundancia de componente adiposo relativo genera una dispersión en los datos.



**Figura 85: Somatocarta de los jugadores del estudio de Urban (2011c) y de los del BM Valladolid en función de la posición de juego: centrales (morado), laterales (rojo), extremos (celeste), pivotes (verde) y porteros (naranja).**

No obstante, independientemente de la edad, cabe destacar que las características antropométricas y de somatotipo observadas en los jugadores del BM Valladolid no son muy diferentes de las características antropométricas teóricas propias de cada una de las posiciones (Srhoj et al., 2002; Urban et al., 2011b), que son las que se muestran a continuación:

- Centrales: morfotipo mesomórfico atlético con talla alta. Los centrales del CBM Valladolid tienen una talla de 191,2 cm (la talla más baja después de los extremos) y son los que presentan un mayor porcentaje de masa muscular (>51%). Su morfotipo es central; probablemente las diferencias con los jugadores de otros estudios puedan atribuirse a la talla.
- Laterales: mayor talla, mayor envergadura (distancia entre pulpejos de 3º dedo de ambas manos con brazos en cruz) y mayor diámetro óseo. Los laterales del CBM Valladolid son los jugadores más altos (196,8 cm) y, lógicamente, tienen también mayor envergadura.
- Extremos: menor talla, menor peso y menor porcentaje graso. En el presente trabajo, los extremos son los que tienen menor talla (177,6 cm) y menor peso. Sin

embargo, el porcentaje de masa grasa aumentó discretamente en marzo (sin cambios en el peso).

- Pivotes: mayor peso, mayor masa grasa y mayor volumen. Estas son las características que presentan los pivotes del CBM Valladolid.
- Porteros: mayores longitudes y circunferencias óseas. Talla alta. Los porteros del CBM Valladolid presentan una talla elevada (194,2 cm).

### **6.3 DINAMOMETRÍA ISOCINÉTICA**

En la planificación de los estudios isocinéticos se valoró realizar una intervención en el mes de marzo, igual que el resto de pruebas que completan el estudio. Tras las distintas explicaciones al cuerpo técnico y a los jugadores, se decidió descartar la segunda intervención (en el mes de marzo) para no sobrecargar de trabajo a la plantilla de jugadores por dos razones fundamentales: 1) la realización del test isocinético conlleva suspender los entrenamientos del equipo al menos durante 24 horas, lo que produciría una demora muy importante en una fase de la temporada en la que se estaba desarrollando un ritmo de competición muy elevado (dos partidos semanales); y 2) los jugadores tenían recelos frente a la realización de la prueba por el posible daño que ésta les pudiera ocasionar en base a la sensación de sobrecarga muscular tras la prueba o a la aparición de los bloqueos del brazo isocinético que se generaban por el movimiento no armónico impelido por el jugador en el mismo (habitualmente asociado a una incorrecta técnica en la realización del ejercicio).

Del total de los datos obtenidos mediante las distintas valoraciones isocinéticas se escogieron los referentes a la fuerza (fuerza máxima y media de fuerza máxima), a la potencia y a la fatiga. Para poder realizar comparaciones entre los distintos participantes en el estudio, las variables en relación a la fuerza máxima fueron corregidas en función del peso (Méndez & del Valle, 2003).

No se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables de la dinamometría isocinética a lo largo del estudio para el global del equipo. Ello podría llevar a pensar que no aparecieron modificaciones en cuanto al desarrollo de las distintas características de la mecánica muscular durante el transcurso de estos cinco meses. No obstante, los diagramas de caja evidenciaron que, a pesar de que estadísticamente no hubo diferencias significativas, en algunos casos existió una considerable dispersión de los valores, como en las variables de fuerza, especialmente en la fuerza máxima a 90° corregida por el peso y en la media de la fuerza máxima a 90° corregida por el peso (Figuras 46 y 49).

A la hora de interpretar los resultados es necesario considerar que éstos se encuentran estrechamente relacionados con el trabajo de fuerza en el gimnasio. A este respecto, el primer estudio isocinético (enero de 2008) se realizó inmediatamente después de un periodo de dos semanas en las que se habían realizado tres sesiones

semanales de potenciación muscular (fuerza explosiva y fuerza resistencia) y dos sesiones semanales de trabajo con balón medicinal y carrera con lastre. El ajuste individualizado de la carga muscular dependiendo del test previo de pesas en las sesiones de potenciación consiguió homogeneizar el nivel óptimo para todo el grupo. Sin embargo, el trabajo grupal de pesas no se realizó entre febrero y mayo, dejando que el jugador decidiese la realización o no del trabajo en gimnasio (dependiendo de otros muchos factores, como la sensación de fatiga o el cansancio del jugador, los minutos disputados en partidos, etc.). Ello puede explicar el aumento en la dispersión de los datos observada en la exploración realizada en el mes de mayo, lo que a su vez dificulta la obtención de significación estadística en las diferencias encontradas entre ambas exploraciones.

Con respecto a la evaluación de la fuerza en las pruebas isocinéticas, Méndez et al. (Méndez, 2003) observaron que los valores isocinéticos relacionados con la fuerza en los atletas lanzadores son mayores que en los saltadores y velocistas. En su estudio, los saltadores y lanzadores mejoraron o mantuvieron la fuerza a lo largo de la temporada, mientras que en los velocistas disminuyó. Rannou et al. (Rannou, Prioux, Zouhal, Gratas-Delamarche & Delamarche, 2001) encontraron similitudes entre los jugadores de balonmano y los velocistas a nivel fisiológico, concluyendo que en los primeros la velocidad primaba sobre la resistencia.

Diversos autores consideran que es necesario continuar el entrenamiento de fuerza durante la temporada de competición para mantener el nivel adquirido previamente (Mero & Komi, 1994; Tidow, 1995). Los datos observados en nuestro estudio permiten ratificar lo anteriormente señalado con respecto a lo que ocurre con la fuerza y la fatiga en el equipo a lo largo del estudio, ya que el abandono del entrenamiento específico de la fuerza durante el transcurso del trabajo conlleva a la disminución progresiva de la misma y al aumento de los niveles de fatiga.

En cuanto a los resultados de la dinamometría isocinética en función de la posición de juego, se observaron diferencias estadísticamente significativas para la fatiga a 90 grados en el mes de enero (Figura 51), siendo los centrales los que mayor resistencia a la fatiga presentaron y los porteros los que se fatigaban con mayor facilidad. Estas diferencias están intrínsecamente relacionadas con el tipo de trabajo muscular y el metabolismo energético que desarrollan ambos grupos (Rannou et al., 2001); los porteros precisan movimientos explosivos basados en el metabolismo anaeróbico, mientras que los centrales (entre los que se engloban las funciones de “subir” y “bajar” el campo de forma continua) realizan un trabajo de resistencia basado en el metabolismo aeróbico (Nikolaidis & Ingebrigtsen, 2013).

Por otra parte, en la valoración evolutiva se hallaron diferencias significativas en los resultados referentes a la fuerza máxima a 150 grados corregida por el peso magro en los laterales (Tabla 22). Ello podría estar relacionado con las modificaciones encontradas en el estudio antropométrico en relación al porcentaje del peso magro, ya que, mientras que en los demás grupos existe una diferencia en el porcentaje de peso magro no superior al 0,4% entre el mes de enero y mayo, en el grupo de los laterales las diferencias aumentaron hasta un 1,1% (siendo casi significativas,  $p=0.055$ ).

Por último, a pesar de que estadísticamente sólo se encontraron diferencias significativas con respecto a la fuerza en el grupo de los laterales, los diagramas de caja sí evidenciaron que la media de la fuerza máxima a 150° disminuyó en mayo en todas las posiciones de juego (Figura 52). Este hecho está en consonancia con los postulados de Méndez (Méndez, 2003) y Rannou (Rannou, 2001) anteriormente explicados, basados en las observaciones fisiológicas de Mero (Mero, 1992) y Tidow (Tidow, 1995) con respecto a lo que ocurre con la fuerza, haciéndose patente que al dejar de trabajar de forma específica la fuerza durante el transcurso del estudio, esta va disminuyendo.

#### **6.4 VALORACIÓN BIOQUÍMICA Y HEMATOLÓGICA**

Los valores bioquímicos y hematológicos de los jugadores fueron clínicamente normales a lo largo de la temporada, con pequeñas variaciones significativas (pero sin relevancia clínica) en los hematíes, la hemoglobina, el hematocrito, el VCM, los distintos tipos de leucocitos (excepto eosinófilos y basófilos), los valores de la A1CMHbC, el índice de dispersión plaquetaria y la VSG.

Cabe destacar que las variaciones en el recuento de hematíes, el hematocrito y la hemoglobina siguieron el mismo patrón, observándose los valores más bajos a principio de la temporada (enero de 2008) y los más altos en marzo de 2008, descendiendo posteriormente pero sin llegar a los valores iniciales. Este patrón es acorde con la carga de ejercicio que presentaron los jugadores a lo largo de la temporada, ya que el período más intenso en cuanto a volumen de entrenamiento y competición se desarrolló de enero a finales de marzo de 2008, lo que pone de manifiesto que se produjo una adaptación fisiológica al ejercicio. Los resultados observados se ven apoyados por los postulados de López Chicharro (López Chicharro et al., 2006), quien afirmó que, en el caso del balonmano, la principal vía energética es la anaeróbica, lo que implica la existencia de alteraciones del hematocrito y la hemoglobina (Schumacher et al., 2002). Otro factor implicado son las variaciones estacionales (invierno-verano; justamente el periodo estudiado), que pueden ser importantes en los valores de hemoglobina, llegando a generar diferencias de hasta el 4% en relación con la temperatura ambiente.

Por otra parte, el hierro, como cofactor fundamental para el funcionamiento de los procesos enzimáticos desarrollados en la mitocondria (Pérez Ruiz, 2006), juega un papel clave en el rendimiento deportivo. Las variaciones del hierro total tienen una gran importancia sobre la serie roja, ya que éste forma parte de la hemoglobina, mioglobina, citocromos, peroxidasas y catalasas. La cantidad total de hierro en el cuerpo es de cuatro a cinco gramos, de los que el 65% está en forma de hemoglobina y el 15-30% se almacena en las células del sistema retículo endotelial y en las células del parénquima hepático formando la ferritina (hierro en depósito). En la muestra

estudiada se observó una escasa disminución de la sideremia en marzo y un ligero aumento en el mes de mayo que no llegó a alcanzar los valores obtenidos al inicio de la temporada de invierno. Estas ligeras variaciones, aunque no tuvieron relevancia clínica, pueden reflejar el efecto de la suplementación con hierro oral durante tres meses que se realizó en los deportistas en los que se sospechaba que podría darse una deficiencia del hierro. A este respecto es necesario considerar el elevado tiempo que se precisa para que las cifras de sideremia aumenten, lo que explica la recuperación parcial de los valores al final del estudio. No obstante, la ferritina fue significativamente menor en mayo que en enero, por lo que las elevadas demandas de hierro asociadas a las pérdidas de este mineral por el alto nivel de trabajo físico durante el ejercicio finalmente no fueron contrarrestadas convenientemente con la suplementación exógena del mismo. Además, los valores de hemoglobina corpuscular media (HbCM) también fueron disminuyendo a lo largo de la temporada en consonancia con la disminución de ferritina.

Otra diferencia significativa fue la que se produjo en los valores del índice de dispersión plaquetaria (PDW o ADP) (Figura 57), que aumentaron levemente en marzo y volvieron a disminuir en mayo, aunque sin alcanzar los valores observados en el mes de enero. En otros trabajos (López Chicharro y Lucía Mulas, 2006) se ha observado que el tamaño plaquetario se ve incrementado en respuesta al ejercicio, disminuyendo o estabilizándose una vez adaptado el sujeto al mismo. En el caso del CBM Valladolid, dada la pequeña variación en el aumento y disminución de esta serie hematológica, no se puede asegurar que las alteraciones producidas en el PDW se deban a una adaptación fisiológica. No obstante, el patrón observado es el mismo que el reportado por López Chicharro et al. (López Chicharro y Lucía Mulas, 2006).

En cuanto a los parámetros bioquímicos, cabe destacar las modificaciones observadas en las concentraciones plasmáticas de urea y de la enzima creatinfosfoquinasa (CPK o CK). La concentración de urea en sangre también aumentó significativamente en el mes de marzo (Figura 62), habiéndose observado unos valores de urea de 42.8 mg/dl en enero, 44.8 mg/dl en marzo y 40.5 mg/dl en mayo. Los niveles de urea en sangre están relacionados con la ingesta proteica y el metabolismo muscular, ya que la urea es un producto del catabolismo proteico (Bassini-Cameron, Monteiro, Gomes, Werneck-de-Castro & Cameron, 2008). En este sentido, dado que la ingesta de proteínas fue inferior en el mes de marzo con respecto al mes de enero y de mayo (Tabla 29), el aumento en la urea refleja un aumento del catabolismo proteico en los jugadores del CBM Valladolid a mediados de la temporada. De hecho, los valores observados a lo largo de toda la temporada se encuentran en el rango de 40–50 mg/dl, lo que indica sobrecarga o entrenamiento límite (Orrego, Nicot & Jaramillo, 1999).

La concentración plasmática de la enzima creatinfosfoquinasa (CPK o CK), al igual que la de la urea, también constituye un marcador biológico del estado de fatiga (Calderón, Benito, Meléndez & González, 2006), del daño muscular y de la recuperación post-ejercicio (Virus & Virus, 2003). Como era esperable, las modificaciones en los valores de la concentración plasmática de CPK siguieron el mismo patrón que el de la urea a lo largo del período de estudio, encontrándose la

mayor concentración de CPK a mediados de temporada (Tabla 24), que fue el período en el que más competiciones se disputaron. Los valores observados en la muestra de estudio (255 UI/L en enero, 316.5 UI/L en marzo y 150 UI/L en mayo) fueron similares a los reportados por Fallon (Fallon & Boston, 2001) en una muestra de futbolistas en la que se encontró una concentración de CPK de 315 UI/L tras un microciclo de entrenamiento de carga alta, 151 UI/L tras un microciclo de recuperación, y alrededor de 200 UI/L tras un microciclo de entrenamiento de carga moderada.

Por último, el análisis del *status* antioxidante del equipo reveló que, a pesar de que la capacidad antioxidante total del plasma no se modificó significativamente a lo largo del estudio, sí se produjeron variaciones en las concentraciones plasmáticas de diversos nutrientes antioxidantes. Concretamente, a mediados de la temporada se produjo un pequeño descenso en los niveles del caroteno b, retinol palmitato, tocoferol d, y de las vitaminas A y C, mientras que al final de la temporada se observó un aumento considerable en la concentración plasmática de dichos nutrientes con respecto a los valores iniciales. Estas modificaciones ponen de manifiesto el efecto de la suplementación nutricional con antioxidantes y vitaminas a la que fueron sometidos los integrantes del equipo a partir de la primera semana del mes de febrero y hasta el final de la temporada.

## **6.5 VALORACIÓN PSICOLÓGICA**

Como ya se ha comentado, el control del estrés mejoró significativamente al final de la temporada (Figura 69), mientras que la mejora en la cohesión de equipo se produjo ya desde la mitad de la temporada (Figura 70). También se observó un aumento en la puntuación global del test psicológico a lo largo del estudio (Figura 71). Aunque no se encontraron diferencias significativas con el tiempo en la subescala que valora la motivación de los jugadores, se observó que aumentaba en marzo, pero se redujo al final de la temporada (Figura 72).

Con respecto al control del estrés, tras el inicio de la segunda parte de la temporada con la disputa de los primeros partidos en enero, los jugadores comenzaron a poner en marcha sus recursos psicológicos con respecto a la mejora de la confianza en su juego, la concentración y el control de las situaciones de tensión.

El aumento de la puntuación en el mes de marzo de las subescalas relativas a la motivación global y la cohesión del equipo está claramente relacionado con el desarrollo de los resultados deportivos en ese momento de la temporada, ya que a finales del mes de marzo de 2008 se habían conseguido un total de 12 victorias en los 16 partidos disputados hasta entonces, lo que supone un 75% de partidos ganados. Además, en ese momento de la temporada existía un buen ambiente de trabajo, sin problemas deportivos o extradeportivos que pudieran interferir con el desarrollo del

equipo. El aliciente de continuar jugando la Recopa de Europa también reforzó el ánimo de los jugadores.

Resulta interesante observar cómo las puntuaciones de estas dos subescalas se reducen en el último mes del estudio. Ello pudo deberse a la eliminación del equipo de la competición europea y de la Copa del Rey a mediados del mes de abril, y a la imposibilidad de mejorar el puesto en la clasificación de la liga española desde principios del mes de mayo. En este contexto, los objetivos deportivos (conseguir los mejores resultados en todas las competiciones en las que se participa) dejaron de tener una importancia primordial, ya que no iban a poder ser obtenidos.

Además de esto, es necesario considerar otros factores influyentes en la disminución de la motivación de los jugadores. Entre ellos cabe destacar: 1) la concurrencia del cansancio psicofísico; 2) la aparición de ofertas laborales por parte de otros equipos (habitualmente durante el mes de marzo y abril); y 3) el temor por parte de los jugadores que no habían tenido ofertas deportivas antes de la finalización del contrato sin renovación del mismo para la siguiente temporada. A este respecto, en algunos casos los jugadores que tienen la certeza de cambio de equipo no desarrollan su juego de la misma manera en la que lo hacían antes de las ofertas, dependiendo de si todavía no están cerradas (incrementarían la motivación en el juego para demostrar sus posibilidades) o de si ya lo están (disminuyen su rendimiento por temor a posibles lesiones que compliquen su marcha del equipo).

Esta situación generó un cambio en el ambiente del vestuario a finales de la temporada, haciendo más individualista al jugador y perdiéndose los valores de cohesión de equipo y de juego conjunto. Es por ello que algunos autores subrayan la importancia del apoyo a la motivación en las últimas fases de la temporada (Healy et al, 2014).

Se han publicado varios artículos en España o en países hispano-hablantes en los que se utiliza el cuestionario CPRD con alguna modificación en el ámbito del fútbol (Lavarello Salinas, 2005; Pacheco y Gómez, 2005), el piragüismo y la natación (Mahamus, Tuero y Márquez, 2005), o incluso en el pádel (Ruiz Barquín y Lorenzo García, 2008). También se han encontrado un buen número de artículos en publicaciones anglosajonas sobre el mismo tema, aplicándose el cuestionario a deportes tan variopintos como el tenis de mesa o el fútbol americano (Cox & Yoo, 1995). En todos ellos se narran los resultados encontrados en un momento determinado de la temporada, y son muy pocos en los que se comentan los resultados de los distintos cuestionarios realizados a lo largo de la temporada, presentándose en los trabajos exclusivamente los resultados de la media de los mismos. Por esta razón, no ha sido posible comparar la evolución de las distintas variables estudiadas en el equipo del CBM Valladolid con otros grupos deportivos.

## **6.6 ANÁLISIS DE LA INGESTA DIETÉTICA**

El análisis de la ingesta dietética se realizó mediante un cuestionario de frecuencia de consumo (CFC) y un registro dietético de tres días, siendo ambos métodos válidos para este objetivo. El CFC es uno de los métodos de análisis de ingesta más utilizados en la actualidad, ya que permite obtener información del modelo de consumo habitual a largo plazo en poblaciones grandes sin alterar el patrón de consumo habitual de los sujetos valorados (Serra, Román & Ribas, 2001). El registro dietético ha sido considerado tradicionalmente como método de referencia para validar otros métodos de análisis de la ingesta dietética (Johnson, R.K, 2002) por su mayor precisión (especialmente los registros de doble pesada) y por la ausencia de sesgos relacionados con la memoria de los sujetos valorados (Martín-Moreno & Gorgojo, 2007).

Los resultados obtenidos en nuestro estudio fueron discordantes en función del método de análisis de ingesta dietética utilizado. De acuerdo con el CFC, los jugadores del CBM Valladolid presentaron una ingesta energética acorde con los requerimientos establecidos para su grupo de edad y sexo, una ingesta proteica y de grasas adecuada, y una ingesta de hidratos de carbono (HCO) ligeramente por debajo de las recomendaciones. En cambio, los resultados obtenidos a partir de los registros dietéticos de 3 días realizados a lo largo de la temporada indicaban una ingesta energética considerablemente inferior a los requerimientos, con un aporte de proteínas y de grasas elevados y un aporte de HCO muy por debajo de las recomendaciones y del obtenido a partir del CFC. Con ambos métodos se observó que la densidad nutricional del colesterol y de la fibra eran inadecuadas, aunque los resultados obtenidos a partir de los registros dietéticos de 3 días se alejaron más de las recomendaciones.

La sobreestimación del aporte energético a partir del CFC observada en nuestro estudio ha sido hallada en otros trabajos en los que se ha observado que este cuestionario tiende a sobreestimar la ingesta en comparación con los recordatorios y/o registros dietéticos (Fernández-Ballart et al., 2010; Mullie, Clarys, Hulens & Vansant, 2009). No obstante, la ingesta energética y nutricional hallada en nuestro estudio a partir del CFC es similar a la observada en un estudio reciente realizado por Molina-López et al. (Molina-López et al., 2013), en el que se analizó la ingesta dietética de un equipo profesional de balonmano mediante varios recordatorios dietéticos de 72 horas realizados a lo largo de una temporada deportiva. Lun et al., en un estudio prospectivo en el que se analizó la ingesta dietética mediante un registro dietético de 3 días en una muestra de 324 atletas de élite canadienses (201 hombres), también obtuvieron resultados similares a los encontrados en el BM Valladolid a partir del CFC en cuanto al aporte energético (2918 y 3046 Kcal en los atletas canadienses y en los jugadores del BM Valladolid, respectivamente) y al perfil calórico (aporte correcto de proteínas y de grasas, y bajo en HCO) (Lun, Erdman & Reimer, 2009).

Por otra parte, diversos autores han indicado que existen diferencias metodológicas sutiles en la evaluación de la dieta de los atletas y no atletas, que, cuando se tienen en cuenta, pueden aumentar sustancialmente la calidad del análisis de la ingesta y

optimizar los resultados de las intervenciones dietéticas en la población deportista. En este sentido, se ha sugerido que la subestimación de la ingesta dietética es habitual entre los atletas cuando se utilizan registros dietéticos de 3 días, ya que los deportistas suelen infraestimar el tamaño de las raciones y olvidan registrar los picoteos, la ingesta de líquidos, y de suplementos nutricionales (Magkos & Yannakoulia, 2003).

Teniendo en cuenta lo expuesto, y considerando que los jugadores del CBM Valladolid no solo no perdieron peso a lo largo de la temporada, sino que lo aumentaron ligeramente (aunque sin relevancia clínica) y también aumentó ligeramente el porcentaje de grasa corporal, se puede afirmar que, en el presente estudio, los resultados del CFC fueron más exactos que los de los registros dietéticos de 3 días. Además, los CFC fueron realizados por personal cualificado, mientras que los registros de 3 días fueron autoadministrados. Además, el primer registro se realizó durante las vacaciones de Navidad, época del año en la que no se suele seguir una ingesta regular ni una alimentación equilibrada; y el segundo registro se realizó en plena temporada de viajes, tanto europeos, como nacionales. En algunos casos los días registrados coincidieron con algún viaje, cuando no se realiza una ingesta ordenada ni equilibrada.

Por último, la determinación de la ingesta de los micronutrientes con capacidad antioxidante y del hierro (nutriente de riesgo en población deportista) sólo se realizó a partir de la información obtenida con los registros dietéticos, ya que no se recomienda el uso de los CFC con este objetivo (Lee & Nieman, 2007). Cabe destacar que, a pesar de que la ingesta energética fue baja con este método, el aporte diario de vitamina C y de hierro fue dos veces superior al aporte dietético recomendado a lo largo del estudio, a excepción del el hierro al final de la temporada, que fue 1.6 veces superior. Los únicos nutrientes en los que se observó un mayor riesgo de ingesta inadecuada (aporte inferior al 80% de la ingesta recomendada) fueron la vitamina A a lo largo de toda la temporada, la vitamina E al inicio y al final de la temporada, y el zinc al final de la temporada. No obstante, a excepción del aporte de vitamina A a mediados de la temporada (56.2% de la ingesta recomendada), el riesgo de inadecuación de ingesta del resto de los nutrientes fue bajo, ya que en todos ellos el aporte dietético se aproximaba al 80% de la ingesta recomendada. Además, teniendo en cuenta las limitaciones expuestas del registro dietético, posiblemente el aporte de micronutrientes fue adecuado en los jugadores del BM Valladolid a lo largo del estudio si se tiene en cuenta que el consumo de alimentos fue superior al anotado en los registros dietéticos.



# CONCLUSIONES



## 7 CONCLUSIONES

1. No se produjeron cambios significativos en el peso, el IMC ni la composición corporal en el equipo a lo largo del estudio.
2. Las variables antropométricas evaluadas, los datos de composición corporal y la somatocarta de los deportistas que juegan en distintas posiciones en el Club Balonmano Valladolid (centrales, laterales, extremos, pivotes y porteros) confirmaron las características morfológicas básicas de los jugadores para la posición para la que eran más aptos.
3. A lo largo del estudio se produjeron pequeñas variaciones en la somatocarta de los jugadores extremos, pivotes y porteros, en consonancia con los ligeros cambios en la composición corporal y con el trabajo físico realizado durante la temporada.
4. Se ha observado una ligera disminución de la fuerza y la potencia y un aumento en la fatiga a lo largo del estudio, posiblemente asociada al abandono del entrenamiento desde el mes de enero, lo que confirma la necesidad de continuar el entrenamiento de fuerza y resistencia a la fatiga durante la temporada de competición para mantener el nivel adquirido previamente.
5. Las variables bioquímicas y hematológicas de los jugadores fueron clínicamente normales a lo largo del estudio, y no se produjeron cambios relevantes, excepto un aumento al final del estudio de la concentración plasmática de algunos antioxidantes (caroteno b, tocoferol d, vitamina A y vitamina C), resultado de la suplementación pautada.
6. La dieta que siguieron los jugadores del equipo estudiado fue energéticamente adecuada, aunque ligeramente baja en carbohidratos y deficitaria en fibra, ácidos grasos monoinsaturados, vitamina A, vitamina E y zinc; con un aporte excesivo de colesterol, vitamina C y hierro.
7. La puntuación de las distintas subescalas del cuestionario Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD), especialmente las referentes al control del estrés, la cohesión de equipo y la motivación, reflejaron los resultados deportivos, la marcha del equipo y las expectativas de los jugadores a lo largo de la temporada.



# REFERENCIAS



## 8 REFERENCIAS

- Achten, J. & Jeukendrup, A.E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, 7, 17-38.
- Ajmani, R.S. et al. (2003). Oxidative stress and hemorheological changes induced by acute treadmill exercise. *Clinical Hemorheologic Microcirculation*, 28(1), 29-40.
- Albert, M., (1995). *Eccentric muscle training on sports and orthopaedics* (1ª ed.). New York: Churchill Livingstone.
- Allen, D.G., Lamb, G.D. & Westerblad, H. (2008). Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, 88(1), 287-332.
- Alonso Alfonso, J., Molina Melero, A. y Vargas Corzo, C. (2006). *Sustancias que pueden mejorar el rendimiento deportivo. Ayudas ergogénicas* (1ª ed.). Sevilla: Junta de Andalucía.
- Andrade, E., Garrido, J., Arce, C., Torrado, J. & Francisco, C.D. (2013). Versión breve en español del cuestionario POMS para deportistas adultos y población general. *Revista de psicología del deporte*, 22, 95-102.
- Anshel, M.H. (1991). *Dictionary of the Sport and Exercise Sciences*. Champaign: Human Kinetics.
- Arsac, L.M., Belli, A. & Lacour, J.R. (1996). Muscle function during brief maximal exercise: accurate measurements on a friction-loaded cycle ergometer. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 74(1-2), 100-106.
- Aymard, A.L., Aranda, C., Di Carlo, M.B. (2013). Estudio de parámetros bioquímicos en jugadores de fútbol de élite. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 47(1), 101-111.
- Bae, Y.S., Kang, S.W. & Seo, M.S. (1997). Epidermal growth factor (EGF)-induced generation of hydrogen peroxide. Role in EGF receptormediated tyrosine phosphorylation. *Journal of Biological Chemistry*, 272(1), 217-221.
- Balzopoulos V., Brodie D.A. (1989). Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Medicine*, 8, 101-16.
- Barbero, J.C., Granda-Vera, J., Calleja-González, J., & Del Coso, J. (2014). Physical and physiological demands of elite team handball players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(3), 921-933.
- Bárcenas González, D. y Román Seco, J.D. (1991). *Balonmano : técnica y metodología*. Madrid : Gymnos, D.L.

- Bassini-Cameron, A., Monteiro, A., Gomes, A., Werneck-de-Castro, J.P. & Cameron, L. (2008). Glutamine protects against increases in blood ammonia in football players in an exercise intensity-dependent way. *British Journal of Sports Medicine*, 42(4), 260-266.
- Bayer, C. (1987). *Técnica del Balonmano La Formación del Jugador* (1ª). Barcelona: Editorial Hispano Europea SA. 1987.
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., Weippert, M., Fuhrmann, J., Wegner, K., Skripitz, R., Bader, R. & Bruhn, S. (2015). Caffeine-induced increase in voluntary activation and strength of the quadriceps muscle during isometric, concentric and eccentric contractions. *Scientific reports*, 5.
- Belza, A., Toubro, S. & Astrup, A. (2009). The effect of caffeine, green tea and tyrosine on thermogenesis and energy intake. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(1), 57-64.
- Benzie, I.F.F. & Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70-6.
- Bishop, D. (2010). Dietary Supplements and Team-Sport Performance. *Sports Medicine*, 40(12), 995-1017.
- Bon, M. (2001). Quantified evaluation of loading and monitoring of heart rate of handball players in a match. *Doctoral thesis, University of Ljubljana, Faculty of Sport, Ljubljana*.
- Boraita, A. (2004). La práctica deportiva mejora el perfil lipídico plasmático, pero ¿a cualquier intensidad? *Revista Española de Cardiología*, 57, 495-498.
- Borms, J., Ross, W.D., Duquet, W. & Carter, J.E.L. (1986). Somatotypes of world class body builders. En: J.A.P. Day, *Perspectives in kineanthropometry*, Champaign III: Human Kinetics, 81-90.
- Bowers, R.W. & Fox, E.L. (1992). *Sports physiology*. Wisconsin: C. Brown Publishers.
- Brazo Sayavera, J., barrientos Vicho, G., Olcina Camacho, G.J., Muñoz Marín, D., Timón Andrada, R., Mainar Mariño, M. (2010). Análisis de la ingesta de líquidos en jóvenes atletas. *Cultura, ciencia y deporte*, 5, 34.
- Broenkhof, F. (1976). The performance pyramid. A model for measuring physical performance. En: F. Broenkhof (Eds.), *Physical education and the sciences*. Oregon.

- Buceta, J.M. (1996). La intervención psicológica para la optimización del rendimiento deportivo. En J. Gil y M.A. Delgado (Eds.) *Psicología y pedagogía de la actividad física y el deporte*. Madrid: Siglo XXI.
- Buceta, J.M. (1998). *Psicología del entrenamiento deportivo*. Madrid: Dykinson.
- Buford, T.W., Kreider, R.B., Stout, J.R., Greenwood, M., Campbell, B., Spano, M., Ziegenfuss, T., Lopez, H., Landis, J. & Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Creatine Supplementation and Exercise. *International Society Of Sports Nutrition*, 4(6).
- Burke, L. (1999). Nutrition for sport: getting the most out of training. *Australian Family Physician*, 28, 561-567.
- Burke, L. (2007). Field-based team sports. In L. Burke (ed.), *Practical Sports Nutrition* (pp. 185-219). Champaign: Human Kinetics Publishers.
- Burke, L., Hawley, J.A., Wong, S.H.S. & Jeukendrup, A.E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 17-27.
- Cadenas, E. (1997). Basic mechanisms of antioxidant activity. *Biofactors*, 6, 391-397.
- Calderón, J., Benito, P., Meléndez, A. & González, M. (2006). Control biológico del entrenamiento de resistencia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*; 2(2), 65-87.
- Canda, A.S. (2012). *Variables antropométricas de la población deportista española*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Carter, L. (1982). *Physical Structure of Olympic Athletes. Part I. The Montreal Olympic Games Anthropological Project*. Basel: Karger.
- Carter, L. (1984). *Physical Structure of Olympic Athletes. Part II. Kinanthropometry of Olympic Athletes*. Basel: Karger.
- Carter L., Heath B.H. (1990) Somatotyping: development and implications. *Cambridge Studies in Biological Anthropology* (Volume 5). Cambridge: Cambridge University Press.
- Carter, L. (1996). Somatotipo. En: Norton, K. Olds, T. eds. *Anthropometrica*. (pp. 99-115). University of New South Wales Press, Sydney, Australia.

- Carter, L. (2002). The Heath-Carter Anthropometric Somatotype (Instruction manual). Extraído el 6 de Julio de 2014 de <http://www.somatotype.org>
- Cavagna, G.A. (1977). Storage and utilization of elastic energy in skeletal muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 5, 89.
- Chamorro, M. (1993). Antecedentes históricos de la cineantropometría. Estandarización de las medidas antropométricas. En F. Esparza Ros (1ª ed.), *Manual de Cineantropometría* (pp. 17–33). Pamplona: Colección de Monografías de Medicina del Deporte FEMEDE.
- Chan, K.M. y Maffulli, N. (1997). *Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation*. HongKong: Williams and Williams.
- Chartrand, J.M., Jowdy, D.P. & Danish, S.J. (1992). The Psychological Skills Inventory for Sports: psychometric characteristics and applied implications. *Journal of sport & exercise psychology*, 14, 405-413.
- Chevion, S., Moran, D.S., Heled, Y., Shani, Y., Regev, G., Abbou, B., Berenshtein, E., Stadtman, E.R. & Epstein, Y. (2003). Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(9):, 119-123.
- Chiroso, L. J., Chiroso, I. y Padial, P. (1998). Planificación y secuenciación de un modelo de entrenamiento integrado dentro del juego complejo del balonmano. *Lecturas: Educación física y deporte. Revista digital*. 3(11). Buenos Aires.
- Chiroso, L.J., Chiroso, I.J., Padial, P. y Pozo, A. (1999). Efecto del suplemento oral de creatina a jugadores de Balonmano para la mejora del salto. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 5, 25-34.
- Clarke, H. H. (1976). *Application of measurement to health and physical education*. Englewood: Prentice-Hall Inc.
- Clarys, J.P., Martin, A.D. & Drinkwater, D.T. (1984). Gross tissue weights in the human body by cadaver dissection. *Human Biology*, 56, 456-73.
- Climent Barberá, J.M. (2001). El ejercicio terapéutico. En J.M. Climent Barberá (1ª ed.), *Historia de la rehabilitación médica. De la física terapéutica a la reeducación de inválidos* (pp. 45-77). Barcelona: Edika Med.
- Clow, A. & Hucklebridge, F. (2001). The impact of psychological stress in immune function in athletic population. *Exercise Immunol.*, 7, 5-17.
- Cooper, C.E., Volvaard, N.B., Choueiri, T. & Wilson, M.T. (2002). Exercise, free radicals and oxidative stress. *Biochemical Society Transactions*. 30(2), 280-285.

- Córdova Martínez, A. (2006). Respuestas y adaptaciones hematológicas: serie blanca e inmunidad. En J.L. López Chicharro y A. Fernández (3ª ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 295–308). Buenos Aires - Madrid: Médica Panamericana.
- Cox, R.H. & Yoo, H.S. (1995). Playing position and psychological skill in American football. *Journal of Sport Behavior*, 18(3), 183-194.
- Cruz, M.M., Garay, B.C.C., Guillén, M., Pujadas, E.A., González, I. & Castillo, C. (2008). *Evaluación de la potencia anaeróbica con métodos dinámicos e isocinéticos en voleibolistas venezolanas, preparación especial*. Extraído el 10 de enero de 2010 de: <http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/843/Articulo%20Bepsi%202.pdf>
- Cruz, E., Saavedra, J.M., Pino, J. y Escalante, Y. (2006). Estrés oxidativo en los deportes de resistencia: implicaciones para el nadador de larga distancia. *Archivos de medicina del Deporte*, 23(112), 255-263.
- Cruz, R.S., de Aguiar, R.A., Turnes, T., Guglielmo, L.G., Beneke, R. & Caputo, F. (2015). Caffeine affects time to exhaustion and substrate oxidation during cycling at maximal lactate steady state. *Nutrients*, 7(7), 5254-5264.
- Da Silva, V.L., Messias, F.R., Zanchi, N.E., Gerlinger-Romero, F., Duncan, M.J. & Guimarães-Ferreira, L. (2015). Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(5), 383-389.
- Daneshjoo, A., Mokhtar, A., Rahnama, N., & Yusof, A. (2013). The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. *Biology of Sport*, 30(4), 281–288.
- Dantas, E.H., Bouzas Marins, J.C. & Zamora Navarro, S. (2000). Variaciones del sodio y potasio plasmáticos durante el ejercicio físico: factores asociados. *Apunts: Educación física y deportes*, 62, 48-57.
- Dapcich, V., Salvador, Castell, G., Ribas Barba, L., Pérez Rodrigo, C., Aranceta Bartrina, J. y Serra Majem, L.I. (2004). *Guía de la alimentación saludable*. Madrid: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC).
- De Rose, E.H. & Guimaraes, A.C. (1980). A model for optimization of somatotype in young athletes. En: Ostin, M., Buenen, G., Simons, J.: *Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press.
- Décombaz, J., Reinhardt, P., Anantharaman, K., von Glutz, G. & Poortmans, J.R. (1979). Biochemical changes in a 100 km run: Free amino acids, urea, and creatinine. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 41(1), 61-72.

- Delamarche, P., Gratas, A., Beillot, J., Dassonville, J., Rochcongar, P., & Lessard, Y. (1987). Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *International journal of sports medicine*, 8(1), 55-59.
- Delgado, M. (1997). *Entrenamiento físico-deportivo y alimentación. De la infancia a la edad adulta*. Barcelona: Paidotribo.
- Dill, D.B., Braithwaite, K. & Adams, W.C. (1974). Blood volume of middle-distance runners: Effect of 2,300m altitude and comparison with nonathletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 6(17).
- Dillard, C.J., Litov, R.E., Savin, W.M., Dumelin, E.E. & Tappel, A.L. (1978). Effects of exercise, vitamin E, and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation. *Journal of Applied Physiology*, 45, 927-932.
- Doupe, J., Ferguson, M.H. & Hildes, J.A. (1957). Seasonal fluctuations in blood volume. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 35, 203-213.
- Drinkwater, D.T. & Ross, W.D. (1980). Anthropometric fractionation of body mass. In M. Ostyn, G. Beunen, and P. Simons (Ed.). *Kinanthropometry II* (pp.178 – 89). Baltimore: University Park Press.
- Drinkwater, D.T. (1984). *An anatomically derived method for the anthropometric estimation of human body composition*. Unpublished. Doctoral Dissertation. Simon Fraser University BC. Canadá.
- Drinkwater, D.T., Martin, A.D. & Ross, W.D. (1985). Validation by cadaver dissection of Matiegka's equations for the anthropometric estimation of anatomic body composition in adult humans. In *Perspectives in Kinnanthropometry*. Champaign: Human Kinetics.
- Durnin, J., Womersley, J. (1974). *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. British Journal of Nutrition, 32, 77-97.
- Durstine, J.L., Haskell, W.L. (1994). Effects of exercise training on plasma lipids and lipoproteins. In *Exercise and Sport Sciences Reviews* (pp. 477-521). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Ehlenz, H., Grosser, M., Zimmermann, E. (1990). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Martínez Roca.
- Espar, X. (2002). La planificación del entrenamiento en Balonmano. En Moreno Blanco, F., Moreno Rodríguez, J.A., Lebrón Gómez, M.A. (Comp.) *Comunicaciones técnicas*, 219. Madrid: Real Federación Española de Balonmano.

- Esparza Ros, F. (comp.) (1993). *Manual de Cineantropometría* (1ª ed.). Pamplona: Colección de monografías de medicina del deporte. FEMEDE. 1993.
- Eston, R. & Reilly, T. (2001). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual: Tests, procedures and data* (1ª). London: Routledge. 2001.
- Evans, W.J. (2000). Vitamin E, vitamin C, and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 647-652.
- Fallon, K. & Boston, T. (2001). The acute phase response and exercise: court and field sports. *British Journal of Sports Medicine*; 35, 170-173.
- Farrell, M., Richards, J.G. (1986). Analysis of the reliability and validity of the Kinetic Communicator exercise device. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18(1), 44-49.
- Faulkner, J. (1968). Physiology of swimming and diving. En H. Falls. *Exercise Physiology*. Baltimore: Academic Press.
- Fernández-Ballart, J.D., Piñol, J.L., Zazpe, I., Corella, D., Carrasco, P., Toledo, E. & Martín-Moreno, J.M. (2010). Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *British journal of nutrition*, 103(12), 1808-1816.
- Fernández Solá, J. & Grau Junyent, J.M. (1990). Significado clínico de los valores séricos de creatincinasa y sus isoenzimas. *Medicina clínica*, 94(18), 708-710.
- Fernández Vaquero, A. (2006). Sistemas energéticos en el ejercicio. En J.L. López Chicharro y A. Fernández (3ª ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 183–221). Buenos Aires - Madrid: Médica Panamericana.
- Finkel, T. & Holbrook, N. (2000). Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. *Nature*, 408, 239-247.
- Fleck, S.J., Smith, S.L., Craib, M.W., Denahan, T., Snow, R.E. & Mitchell, M.L. (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6(2), 120-124.
- Fleet, J.C. & Cashman, K.D. (2003). Conocimientos actuales sobre nutrición (8ª ed.). Washington DC: OPS/OMS e Instituto Internacional de Ciencias de la Vida. *Publicación científica y técnica*, 8(592), 318-319.
- Fundación Mapfre. (2007). Dinamometría isocinética. *Patología del Aparato Locomotor*, 5(1), editorial.

- Garces, G., Milutinovic, L., Medina, J., Garavote, P. y Guerado, E. (2002). Normative database of cervical strength in a normal population. *Med. Sci. Sport Exer.*, Mar 34(3), 464-70.
- García, L.A., Moreno, M.A. y García, J.G. (1990). Análisis del XII campeonato del mundo de balonmano. *Real Federación Española de Balonmano*. 1991.
- Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of World-Class Elite Handball Players According to the Playing Position: Reports From Men's Handball World Championship. *Journal of Human Kinetics*, 39, 213–220.
- Ghosh, S.K., Chakraborti, T., Banerjee, A.B., Roychoudhury, S. & Chakraborti, S. (1996). Role of hydroxyl radical in superoxide induced microsomal lipid peroxidation: Protective effect of anion channel blocker. *Journal of Biosciences*, 21, 35–43.
- Gimeno, F., Buceta, J.M. y Pérez-Llantada, M. (2001). El cuestionario "Características Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo" (C.P.R.D.): Características psicométricas. *Análise Psicológica*, 1(XIX), 93-133.
- Goldfarb, A.H. (1999). Nutritional antioxidants as therapeutic and preventive modalities in exercise-induced muscle damage. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24(3), 249-266.
- González Calvo, G. y García López, D. (2012). Ejercicio físico y radicales libres, ¿es necesaria una suplementación con antioxidantes? *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12 (46), 369-388.
- González Gross, M. (2006). Implicaciones nutricionales en el ejercicio. En J.L. López Chicharro y A. Fernández (3ª ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 240–278). Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana.
- González Ravé, J.M., Juárez, D., Rubio Arias, J.A., Clemente Suarez, V.J., Martínez Valencia, M. A. & Abian Vicen, J. (2014). Isokinetic Leg Strength and Power in Elite Handball Players. *Journal of Human Kinetics*, 41, 227–233.
- Graulich, M. (2003). El sacrificio humano en Mesoamérica. *Arqueología mexicana*, 63(11), 16-21.
- Green, A.L., Hultman, E., Macdonald, I.A., Sewell, D.A. & Greenhaff, P.L. (1996). Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *American Journal of Physiology*, 271, 821-826.
- Groussard, C., Machefer, G., Rannou, F., Faure, H., Zouhal, H., Sergent, O., Chevanne, M., Cillard, J. & Gratas-Delamarche A. (2003). Physical fitness and plasma non-enzymatic antioxidant status at rest and after a wingate test. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(1), 79-92.

- Guzmán López, S. y Cedillo Salazar, F.R. (2014). *Fundamentos para el ejercicio de la medicina. Guía para el examen de residencias médicas*. México, D.F.: El Manual Moderno.
- Hänggi, J., Langer, N., Lutz, K., Birrer, K., Mérillat, S., & Jäncke, L. (2015). Structural brain correlates associated with professional handball playing. *PLoS ONE*, 10(4), 124-222.
- Hawley, J. & Burke, L. (1998). *Peak Performance: Training and Nutritional Strategies for Sport*. St. Leonards, NSW: Allen & Unwin.
- Healy, L.C., Ntoumanis, N., Veldhuijzen van Zanten, J.J. & Paine, N. (2014). Goal striving and well-being in sport: the role of contextual and personal motivation. *Journal of Sport Exercise Psychology*, 36(5), 446-459.
- Heath, B.H. & Carter, J.E.L. (1967). *A modified somatotype method*. *American Journal of Physical Anthropology*, 27, 57-74.
- Henriksen, E.J. & Saengsirisuwan, V. (2003). Exercise training and antioxidants: relief from oxidative stress and insulin resistance. *Exercise & Sports & Science*, 31(2), 79-84.
- Hernández-Torres, R.P., Ramos-Jiménez, A.R., Gómez-Gómez, E., Muñoz-Daw, M.J., Torres-Durán, P.V., Mascher, D., Posadas-Romero, C., Juárez-Oropeza, M.A. (2007). Modificación en los indicadores plasmáticos del metabolismo de lípidos y glucosa, en respuesta a dos tipos de ejercicio aeróbico en población físicamente activa. *Revista de educación bioquímica*, 26(3), 83-92.
- Hinderer, S.R. & Hinderer, K.A. (1993). Quantitative methods of evaluation. En J.A. DeLisa, *Rehabilitation medicine* (pp. 96-121). *Principles and practice*. Philadelphia: Lippincott.
- Holway, F.E. & Spriet, L.L. (2011). Sport-specific nutrition: Practical strategies for team sports. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), 115-125.
- Hoppeler, H. & Vogt, M. (2001). Muscle tissue adaptations to hypoxia. *The Journal of Experimental Biology*, 204(18), 3133-3139.
- Huesa Jiménez, F. (2000a). Medición de fuerza. Bosquejo histórico. Aparatos isocinéticos en el mercado. En F. Huesa Jiménez (1 ed.), *Isocinéticos: metodología y utilización* (pp. 35-42). Madrid: Mapfre.
- Huesa Jiménez, F. (2000b) Obtención e interpretación de datos en la prueba isocinética. En F. Huesa Jiménez (1 ed.), *Isocinéticos: metodología y utilización* (pp. 49-61). Madrid: Mapfre.

- Huesa Jiménez, F., García Díaz, J. y Vargas Montes, J. (2005). Dinamometría isocinética. *Rehabilitación*, 39(6), 288-296.
- Hurst, D.K. (2005). *Lecciones desde el green*. Barcelona: Urano.
- Institute of Medicine of the National Academies (IMNA): Food and Nutrition Board. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fibre, fat fatty acids, cholesterol, protein and amino acids*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- International Handball Federation (IHF). (2007). Regulations for IHF Competitions. Extraído el 14 de febrero de 2013 de: [http://www.ihf.info/upload/Manual/IHF\\_STATUTS\\_CHAP\\_05\\_GB.pdf](http://www.ihf.info/upload/Manual/IHF_STATUTS_CHAP_05_GB.pdf)
- International Olympic Committee (IOC). (2015). HANDBALL: History of Handball at the Olympic Games. *Olympic Studies Centre*. Extraído el 13 de abril de 2015 de: [http://www.olympic.org/Assets/OSC%20Section/pdf/QR\\_sports\\_summer/Sports\\_Olympiques\\_handball\\_eng.pdf](http://www.olympic.org/Assets/OSC%20Section/pdf/QR_sports_summer/Sports_Olympiques_handball_eng.pdf)
- Ji, L.L. (2002). Exercise-induced modulation of antioxidant defense. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 959, 82-92.
- Johnson, P. (2002). Antioxidant enzyme expression in health and disease: effects of exercise and hypertension. *Comparative Biochemistry and Physiology – Toxicology & Pharmacology*, 133(4), 493-505.
- Johnson, R.K. (2002). Dietary intake - how do we measure what people are really eating? *Obesity research*, 10(11), 63-68.
- Juhn, M. S. (2003). Popular sports supplements and ergogenic aids. *Sports Med.*, 33(12), 921-939.
- Kerksick, C., Harvey, T., Stout, J., Campbell, B., Wilborn, C., Kreider, R., Kalman, D., Ziegenfuss, T., Lopez, H., Landis, J., Ivy, J.L. & Antonio, J. (2008). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 5(17).
- Kerr, D.A. (1988). *An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, muscle, bone and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years*. Simon Fraser University.
- Khassaf, M., McArdle, A., Esanu, C., Vasilaki, A., McArdle, F., Griffiths, R.D., Brodie, D.A. & Jackson, M.J. (2003). Effect of vitamin C supplements on antioxidant defence and stress proteins in human lymphocytes and skeletal muscle. *Journal of Physiology*, 549(Pt 2), 645-652.
- Knez, W.L., Coombes, J.S. & Jenkins, D.G. (2006). Ultra-endurance exercise and oxidative damage: implications for cardiovascular health. *Sports Medicine*, 36, 429-41.

- Konig, D., Wagner, K.H., Elmadfa, I. & Berg, A. (2001). Exercise and oxidative stress: significance of antioxidants with reference to inflammatory, muscular, and systemic stress. *Exerc Immunol Rev*, 7, 108-133.
- Kormanovski, A., Molotla, E., Licea, J., Padilla, E.L., & Chávez, B.Z. (2006). Relación de lesiones musculares y niveles de creatincinasa en jugadores de fútbol americano en México. *Acta Ortopédica Mexicana*, 20(2), 59-63.
- Kreider, R.B., Wilborn, C.D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A.L., Collins, R., Cooke, M., Earnest, C.P., Greenwood, M., Kalman, D.S., Kerksick, C.M., Kleiner, S.M., Leutholtz, B., Lopez, H., Lowery, L.M., Mendel, R., Smith, A., Spano, .M, Wildman, R., Willoughby, D.S., Ziegenfuss, T.N. & Antonio, J. (2010). ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(7).
- Krotkiewski, M., Gudmundsson, M., Backström, P., & Mandroukas, K. (1982). Zinc and muscle strength and endurance. *Acta Physiologica Scandinavica*, 116(3), 309-311.
- Larson, L.A. & Michelman, H. (1973). *International Guide to Fitness and Health*. New York: Crown Publishers, Inc.
- Laurent, D., Schneider, K.E., Prusaczyk, W.K., Franklin, C., Vogel, S.M., Krssak, M., Petersen, K.F., Goforth, H.W. & Shulman, G.I. (2000). Effects of caffeine on muscle glycogen utilization and the neuroendocrine axis during exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85, 2170-2175.
- Lavarello Salinas, J. (2005). Estudio comparativo de los niveles medidos por el CPRD entre dos grupos etáreos de las divisiones menores de dos equipos de fútbol de primera división. *efdeportes.com. Revista Digital*, 10( 84). Extraído el 8 de mayo de 2015, de <http://www.efdeportes.com/efd84/cprd.htm>
- Lazarus, R. y Folkman, S. (1986). *Estrés y procesos cognitivos*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Lee, Y.J., Galoforo, S.S. & Berns, C.M. (1998). Glucose deprivationinduced cytotoxicity and alterations in mitogen-activated protein kinase activation are mediated by oxidative stress in multidrug-resistant human breast carcinoma cells. *Journal of Biological Chemistry*, 273(9), 5294-5299.
- Lee, R. & Nieman, D.C. (2007). *Nutritional Assessment: Measuring Diet*. New York: McGraw-Hill.
- Lemon, P.W. (1987). Protein and exercise: update 1987. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(5), 179-190.
- León, A.S., & Sánchez, O.A. (2001). Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(6), 502-515.

- Lin, X. Zhang, X., Guo, J., Roberts, C.K., McKenzie, S., Wu, W.C., Liu, S. & Song, Y. (2015). Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Heart Association*, 4(7).
- Locke, E. y Latham, G. (1984). Establecimiento de Objetivos. En Weinberg y Gould, *Fundamentos de Psicología del deporte y el Ejercicio físico*. Barcelona: Ariel.
- López Chicharro, J.L. y Lucía Mulas, A. (2006). Respuestas y adaptaciones hematológicas: plaquetas, sistema de coagulación y fibrinólisis. En J.L. López Chicharro y A. Fernández (3ª ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 309–320). Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana.
- López-López, I.S., Jaenes-Sánchez, J.C. y Cárdenas-Vélez, D. (2013). Adaptación para futbolistas (CPRD-F) del cuestionario “características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo” (CPRD). *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 13(2), 21-30.
- López Mojares, L.M. (2006). Diabetes *mellitus* y ejercicio físico. En J.L. López Chicharro y A. Fernández (3ª ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 906–920). Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana.
- López Walle, J.M. (2007). *Evaluación de las habilidades psicológicas en el deporte*. México: Facultad de Organización Deportiva. Universidad Autónoma de Nuevo León
- Lukaski, H.C. (2000). Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. *The American journal of clinical nutrition*, 72(2), 585-593.
- Lukaski, H.C. (2004). Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*, 20(7), 632-644.
- Lun, V., Erdman, K.A., & Reimer, R.A. (2009). Evaluation of nutritional intake in Canadian high-performance athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19(5), 405-411.
- Magkos, F. & Yannakoulia, M. (2003). Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 6(5), 539-549.
- Mahamud, J., Tuero, C. y Márquez, S. (2005). Características psicológicas relacionadas con el rendimiento: comparación entre los requerimientos de los entrenadores y la percepción de los deportistas. *Revista de Psicología del Deporte*, 14(2), 237-251.
- Mahoney, M.J., Gabriel, T.J., & Perkins, T.S. (1987). Psychological skills and exceptional athletic performance. *The Sport Psychologist*, 1, 181-199.

- Mahoney, M. J. (1988). *The psychological skills inventory for sports (R-5)*. Goleta. CA: Health Science Systems.
- Mahoney, M.J. (1989). Psychological predictors of elite and non-elite performance in Olympic weightlifting. *International Journal of Sport Psychology*, 20, 1-12.
- Manchado, C., Hoffmann, E., Valdivielso, F.N. & Platen, P. (2007). Physiological demands in female handball – demands and heart rate during matches of the German National Team. *Dt Z Sportmed*, 58(10), 24-29.
- Manchado, C. & Platen, P. (2011). Time-motion analysis and physiological demands in international women's team handball. In EHF Scientific Conference 2011. *Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches)*. Vienna, Austria.
- Matáix Verdú, J. (2009). *Tabla de Composición de Alimentos*, 5ª ed. Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Matiegka, J. (1921). The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, 4, 223-30.
- Martin, E.A. (ed.) (2010). *Concise Medical Dictionary (Oxford Quick Reference)*. Oxford: Oxford University Press.
- Martín Escudero, P. (2011). Ejercicio físico y alteraciones analíticas. *Apuntes de la Escuela profesional de medicina de la educación física y el deporte*. Madrid: Universidad Complutense.
- Martín-Moreno, J.M., Boyle, P., Gorgojo, L., Maisonneuve, P., Fernández-Rodríguez, J.C., Salvini, S. (1993). Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *International Journal of Epidemiology*, 22(3), 512-519.
- Martín-Moreno, J.L. & Gorgojo, L. (2007). Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Revista Española de Salud Pública*, 81, 507-518.
- Martínez González-Moro, I. (2006). Generalidades sobre la dinamometría isocinética, *Recursos y documentación sobre fitness y salud*, 43, 1-14.
- Martínez-Sanz, J.M. & Urdampilleta, A. (2012). Necesidades nutricionales y planificación dietética en deportes de fuerza. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 29, 95-114.
- Martínez-Sanz, J.M., Urdampilleta, A. y Mielgo-Ayuso, J. (2013). Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *European Journal of Human Movement*, 30, 37-52.

- Massuça, L. & Fragoso, I. (2015). Morphological Characteristics of Portuguese Handball Players. *Collegium Antropologicum*, 39, 109–118.
- Matveev, L. (1992). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Moscú: Ed. Ráduga. 1993.
- Maughan, R.J., Depiesse, F. & Geyer, H. (International Association of Athletics Federations). (2007). The use of dietary supplements by athletes. *Journal of Sports Sciences*, 1, 103-113.
- Maughan, R.J. & Shirreffs, S.M. (2011). IOC Consensus Conference on Nutrition in Sport, 25-27 October 2010, International Olympic Committee, Lausanne, Switzerland. *Journal of Sports Science*, 29.
- Mayhew, T.P., Rothstein, J.M. (1994). Performance Characteristics of the Kin-Com dynamometer. *Physical Therapy*, 74 (II).
- McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J. & McKenna, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13, 387-397.
- McNair, D.M., Lorr, M. & Droppleman, L.F. (1992). *Revised Manual for the Profile of Mood States*. San Diego, CA: Educational and Industrial Testing Service.
- Méndez Suárez, B. y del Valle Soto, M. (2003). Valoración de la musculatura flexoextensora de la rodilla a lo largo de una temporada deportiva. *Archivos de medicina el deporte*, 20(93), 10-21.
- Mero, A., Komi, P.V. (1994). EMG, force and power analysis of sprint specific strength exercises. *Journal of Appliance Biomechanics*, 10(1).
- Michalsik, L.B., Aagaard, P. & Madsen, K. (2011). Match performance and physiological capacity of male elite team handball players. In EHF Scientific Conference 2011. *Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches)*. Vienna, Austria.
- Mikkelsen, F. & Olesen, M.N. (1976). *Handbold*. Stockholm: Trygg-Hansa.
- Molina-López, J., Molina, J.M., Chiroso, L.J., Florea, D., Sáez, L., Jiménez, J., Planells, P., Pérez de la Cruz, A & Planells, E. (2013). Implementation of a nutrition education program in a handball team; consequences on nutritional status. *Nutrición Hospitalaria*, 28(4), 1065-1076.
- Moncef, C., Said, M., Olfa, N. & Dagbaji, G. (2012). Influence of Morphological Characteristics on Physical and Physiological Performances of Tunisian Elite Male Handball Players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(2), 74–80.

- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2013). Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española (revisadas 2013). En O. Moreiras (16ª ed.). *Tablas de Composición de Alimentos* (pp. 247-250). Madrid: Pirámide.
- Mujika, I. & Burke, L.M. (2010). Nutrition in team sports. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 57, 26-35.
- Mullie, P., Clarys, P., Hulens, M., & Vansant, G. (2009). Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire among military men. *Military medicine*, 174(8), 852-856.
- Musaiger, A. O., Ragheb, M. A., & Al-Marzooq, G. (1994). Body composition of athletes in Bahrain. *British Journal of Sports Medicine*, 28(3), 157–159.
- NHANES. CDC. Anthropometry Procedures Manual, 2007.
- National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). (2007). CDC. *Anthropometry Procedures Manual*. Hyattsville (Maryland).
- Nelson, D. & Hardy, L. (1990). The development of an empirically validated tool for measuring psychological skill in sport. *Journal of Sports Sciences*, 8, 71.
- Nikolaidis, M.G., Protosygellou, M.D., Petridou, A., Tsigilis, N. & Mougios, V. (2003). Hematologic and biochemical profile of juvenile and adult athletes of both sexes: Implications for clinical evaluation. *International Journal of Sports Medicine*, 24(7), 506-11.
- Nikolaidis, P.T. & Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and Physiological Characteristics of Elite Male Handball Players from Teams with a Different Ranking. *Journal of Human Kinetics*, 38, 115–124.
- Nikolaidis, P.T., Ingebrigtsen, J., Póvoas, S.C., Moss S. & Torres-Luque, G. (2015). Physical and physiological characteristics in male team handball players by playing position - Does age matter? *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 55(4), 297-304. Epub 2014 Oct 10.
- Norton, K. & Olds, T. (2002). *Antropometrica: A text book of body measurement for sports and health courses*. Sydney: University of New South Wales Press.
- Nu Sen, C.K. (2001). Antioxidants in exercise nutrition. *Sports Medicine*, 31(13): 891-908.
- Nunally, J.C. (1978). *Psychometric theory*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Nunes, L.A., Gandra, P.G., Alves, A.A., Kubota, L.T. & de Macedo, D.V. (2006). Adequacies of skin puncture for evaluating biochemical and hematological blood parameters in athletes. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 16, 418-21.

- Olympic.org. (2015). Handball equipment and history. Extraído el 20 de abril de 2015 de: <http://www.olympic.org/handball-equipment-and-history?tab=history>
- Oliveira S.L., Diniz, D.B. & Amaya-Farfan, J. (2003). Carbohydrate-energy restriction may protect the rat brain against oxidative damage and improve physical performance. *British Journal of Nutrition*, 89(1), 89-96.
- Oman J. (1997). La isocinética en la rehabilitación. En W.E. Prentice, *Técnicas de rehabilitación en la medicina deportiva* (pp.94-126). Barcelona: Paidotribo.
- Orrego, M.L., Nicot, G. & Jaramillo, H.M. (1999). La urea como marcador bioquímico del entrenamiento deportivo. *Revista Antioqueña de Medicina Deportiva y Ciencias Aplicadas al Deporte y a la Actividad Física*, 2(1), 32-38.
- Osternig LR. (2000). Assessing human performance. En L.E. Brown (1ª ed.), *Isokinetics in human performance* (pp. 77-96). Champaign, IL (UE): Human Kinetics.
- Ostrow, A.C. (1996). Directory of Psychological Tests in the sport and Exercise Sciences. *Fitness Information Technology, inc.*, USA.
- Pacheco, M.P y Gómez, J. (2005). Características psicológicas y rendimiento deportivo. un estudio en jugadores bolivianos de fútbol profesional. *Ajayu*, III(2).
- 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. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 15, 245-258.
- Palacios, N., Manonelles, P., Blasco, R., Franco, L., Gaztañaga, T., Manuz, B. & Villegas, J.A. (Grupo de Trabajo sobre nutrición en el deporte de la Federación Española de Medicina del Deporte). (2012). Ayudas ergogénicas nutricionales para las personas que realizan ejercicio físico. Documento de Consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 29(1), 6-80.
- Parnabas, V., Parnabas, J. y Parnabas, A.M. (2005). The Level of Cognitive Anxiety and Sport Performances among Handball Players. *The International Journal of Indian Psychology*, 2, 9-15.
- Pedersen, B.K. (1997). *Exercise immunology*. Austin: R.G. Landers.
- Pérez Guillorme, A.C. y Gerona Salaet, T. (2002). Cuestionario de Orientación Competitiva. En C. Pérez y T. Gerona (1ª ed.), *Psicología aplicada al balonmano* (pp. 141–165). Badalona: Paidotribo (2008).
- Pérez Guillorme, A.C. y Gerona Salaet, T. (2008). *Psicología aplicada al balonmano*. Badalona: Paidotribo.

- Pérez Guisado J. (2008) Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consumo proteico. *Apunts. Medicina de l'sport*, 159, 142-152.
- Pérez Ruiz, M. (2006). Respuestas y adaptaciones hematológicas: serie roja. En J.L. López Chicharro y A. Fernández (3ª ed.), *Fisiología del ejercicio* (pp. 281–294). Buenos Aires–Madrid: Médica Panamericana.
- Pett, L.B. & Ogilvie, B.A. (1957). The report on Canadian average weights, heights and skinfolds. *Canadian Bulletin of Nutrition*, 5, 1–81.
- Petersen, E.W., Ostrowski, K., Ibfelt, T., Richelle, M., Offord, E., Halkjaer-Kristensen, J. & Pedersen, B.K. (2010). Effect of vitamin supplementation on cytokine response and on muscle damage after strenuous exercise. *American Journal of Physiology - Cell Physiology*, 280(6), 1570-1575.
- Pettersson, J., Hindorf, U., Persson, P., Bengtsson, T., Malmqvist, U., Werkström, V., & Ekelund, M. (2008). Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 65(2), 253–259.
- Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Zaltas, E., Jeukendrup, A.E. (2010). Oxidation of solid versus liquid CHO sources during exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(11), 2030-2037.
- Pincemail, J., Lecomte, J., Castiau, J.P., Collard, E., Vasankari, T., Cheramy-Bien, J.P. & Defraigne, J.O. (2000). Evaluation of autoantibodies against oxidized LDL and antioxidant status in top soccer and basketball players after 4 months of competition. *Free Radical Biology and Medicine*, 28(4), 559-565.
- Pindado, M.A. (2007). Dionisio Miguel lamenta la escasa venta de entradas de la Copa Asobal. Extraído el 12 de octubre de 2014, de <http://elnortedecastilla.es/20071218/deportes/mas-balonmano/dionisio-miguel-lamenta-escasa-20071218.html>
- Planas Vilà, M. y Pérez-Portabella Maristany, C. (2000). Evaluación clínica del estado nutricional. En: J. Salas-Salvadó, A. Bonada, R. Trallero y M.E. Saló. *Nutrición y dietética clínica* (pp. 69-80). Barcelona: Ediciones Doyma.
- Pons, V., Riera, P., Galilea, A., Drobnic, F., Banquells, M. y Ruiz, O. (2015). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts Medicina de l'Esport*.
- Popham, A.E. (1946). *The Drawings of Leonardo da Vinci*. New York: Jonathan Cape.

- Póvoas, S. C., Seabra, A.F., Ascensão, A.A., Magalhães, J., Soares, J.M., & Rebelo, A.N. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.
- Póvoas, S.C., Ascensão, A.A., Magalhães, J., Seabra, A.F., Krstrup, P., Soares, J.M., & Rebelo, A.N. (2014). Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 430-442.
- Powers S. y Lennon S. (1999). Analysis of cellular responses to free radicals: focus on exercise and skeletal muscle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58, 1025-1033.
- Prendergast, B.D. & George, C.F. (1993). Drug-induced rhabdomyolysis--mechanisms and management. *Postgraduate medical journal*, 69(811), 333.
- Price, M., Halabi, K. (2005). The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. *Journal of Sports Sciences* 23, 835-42.
- Quetelet, A. (1842). *A treatise on man and the development of his faculties*. Edinburgh: W. and R. Chambers.
- Ramírez-Montes C.A. y Osorio J.H. (2013). Uso de la cafeína en el ejercicio físico: ventajas y riesgos. *Revista de la facultad de medicina de Bogotá*, 6, 459-468.
- Rannou F., Prioux J., Zouhal H., Gratas-Delamarche A. & Delamarche P. (2001). Physiological profile of handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 349-353.
- Real Federación Española de Balonmano (RFEBM). (2015). Normativa sobre el campeonato estatal de división de honor masculina: competiciones ASOBAL. *Área de competiciones y actividades de la RFEBM*. Extraído el 12 de agosto de 2015 de <http://www.rfeb.net/upload/descargas/2%20DHM%20ASOBAL.pdf>
- Rennie, M.J., Edwards, R.H.T., Krywawych, S., Davies, C.T.M., Halliday, D., Waterlow, J.C. & Millward, D. (1981). Effect of Exercise on Protein Turnover in Man. *Clinical Science*, 61(5), 627-639.
- Rocha, M.S.L. (1975). Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivo de anatomia e antropologia*, 1, 445.
- Roche, A.F., Siervogel, R.M., Chumlea, W.M. & Webb, P. (1981). Grading body fatness from limited anthropometric data. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34, 2831-2839.
- Rodriguez, N.R., Di Marco, N.M. & Langley, S. (2009). Position of the American dietetic association, dietitians of Canada, and the American college of sports

medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the American Dietetic Association*, 109(3), 509-527.

- Romo, I., (2002). Los jugadores de balonmano «se parecen» mucho a los velocistas. En <http://www.elmundo.es/salud/2002/463/1010768896.html>
- Ross, W.D., Hebbelinck, M., Van Gheluwe, B. and Lemmens, M.L. (1972). Kinanthropométrie et l'appréhension de l'erreur de mesure. *Kinanthropologie*, 4, 23-4.
- Ross, W.D. Kinanthropometrie: an emerging scientific technology. (1978a). En: Lanry F, Orban W.A.R. (editores). *Biomechanics of Sports and Kinanthropometry*, 6, 269-288.
- Ross, W.D., Brown, S.R., Hebbelic, M. y Faulkner, R.A. (1978b). Kinanthropometry terminology and landmarks. In: R. Shepard & H. Lavalley (editors), *Physical Fitness Assessment* (pp. 44-50). Springfield, Illinois.
- Ruiz, J.R., Mesa, J.L., Mingorance, I., Rodríguez-Cuartero, A., Castillo, M.J. (2004). Deportes con alto nivel de estrés físico afectan negativamente al perfil lipídico plasmático. *Revista Española de Cardiología*, 57(6), 499-506.
- Ruiz Barquín, R. y Lorenzo García, O. (2008). Características psicológicas en los jugadores de pádel de alto rendimiento. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 3(2).
- Rushall, B.S. (1990). A tool for measuring stress tolerance in elite athletes. *Journal of Applied Sport Psychology*, 2(1), 51-66.
- Sacheck, J.M. & Blumberg, J.B. (2001). Role of vitamin E and oxidative stress in exercise. *Nutrition*, 17(10), 809-814.
- Saltin, B., Gollnick, P.D., Eriksson, B.O., Pielh, K. (1971). Metabolic and circulatory adjustments at onset of maximal work. En: A. Gilbert, & P. Guille. *Onset of exercise* (pp. 63-76). Toulouse: University of Toulouse Press.
- Sánchez, A.D., Saavedra, J.M., Feu, S., Domínguez, A.M., de la Cruz, E., García, A. y Escalante, Y. (2007). Valoración de la condición física general de las selecciones extremeñas de balonmano en categorías de formación. *e-balonmano.com: Revista Digital Deportiva*, 3(1), 9–20.
- Santos, D., Dawson, J., Matias, C., Rocha, P., Minderico, C., Allison, D., Sardinha, L. & Silva, A. (2014). Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PLoS ONE*, 9(5).
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J.M., & Croisier, J.L. (2009). Explosive Strength Imbalances in Professional Basketball Players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39–47.

- Schrodtt, B. (2011). Team Handball. *The Canadian Encyclopedia*. Vancouver: Historica-Dominion Institute.
- Schumacher, Y.O., Schmid, A., Grathwohl, D., Bültermann, D. & Berg A. (2002). Hematological indices and iron status in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 869-875.
- Scientific Committee on Food. (2006). Report on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen. Extraído el 27 de septiembre de 2015 de: [http://ec.europa.eu/food/safety/docs/labelling\\_nutrition-special\\_groups\\_food-sportspeople-out64\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/safety/docs/labelling_nutrition-special_groups_food-sportspeople-out64_en.pdf)
- Seco, J.D.R. (1993). Ideas para un juego de ataque moderno y atractivo. En *Documentos en balonmano*. Madrid: INEF, Universidad Politécnica de Madrid.
- Serra Majem, L., Román, B. & Ribas, L. (2001). Metodología de los estudios nutricionales. *Actividad Dietética*, 12, 180-185.
- Sheldon, W.H., Dupertuis, C.W. & McDermott, E. (1954). *Atlas of Men. A guide for somatotyping the adult male at all ages*. New York: Gramercy Publishing Company.
- Sibila, M. & Pori, P. (2009). Position-related differences in selected morphological body characteristics of top-level handball players. *Collegium Antropologicum*, 33, 1079-86.
- Sies, H. (1986). Biochemistry of oxidative stress. *Angewandte Chemie*, 25: 1058-1071.
- Silicani, F.A. & Quiroga, J. (2002). La variación de los pliegues cutáneos post-actividad aeróbico. *Facultad de Ciencias de la motricidad y el deporte*. Universidad abierta interamericana. Rosario, Argentina.
- Siri, W.E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozec, J. Henschel, A. eds. *Techniques for measuring body composition*. (pp. 223-4). Washington DC: National Academy of Sciences, Natural Resources Council.
- Sjogren, M.H., & Schiffer (2007). Transaminase Levels and Vigorous Exercise. *Gastroenterology & Hepatology*, 3(12), 913-914.
- Smith, J.C., Stephens, D.P., Hal, E.L., Jackson, A.W. & Earnest, C.P. (1998). Effect of oral creatine ingestion on parameters of the work rate-time relationship and time to exhaustion in high intensity cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 77(4), 360-365.

- Smith, R.E., Schutz, R.W., Smoll, F.L., & Ptacek, J.T. (1995). Development and validation of a multidimensional measure of sport-specific psychological skills: The Athletic Coping Skills Inventory-28. *Journal of sport and exercise psychology*, 17, 379-398.
- Snow, R.J., Mckenna, M.J., Selig, S.E., Kemp, J., Stathis, C.G. & Zhao, S. (1998). Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. *European Journal of Applied Physiology* 84(5), 1667-1673.
- Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC). (2011). Objetivos nutricionales para la población española. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 17(4), 178-99.
- Sokmen, B., Armstrong, L.E., Kraemer, W.J., Casa, D.J., Dias, J.C., Judelson, D.A., Maresh, C.M. (2008). Caffeine use in sports: Considerations for the athlete. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 978-986
- Sosa, P.I. & Oliver, J.F. (2011). Competitive anxiety and stress in young handball players. In EHF Scientific Conference 2011. *Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches)*. Vienna, Austria.
- Srhoj, V., Marinovi, M. & Rogulj, N. (2002). Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Collegium Antropologicum*, 26(1), 219–227.
- Stachenfeld, N.S., Marck, G.W., Dipietro, L., Morocco, I.S., Jozsi, A.C. & Nadel, E.R. (1998). Regulation of blood volume during training in post-menopausal women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 92-98.
- Stearns, R.L., Emmanuel, H., Volek, J.S. & Casa, D.J. (2010). Effects of ingesting protein in combination with carbohydrate during exercise on endurance performance: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2192-2202.
- Steenge, G.R., Simpson, E.J., Greenhaff, P.L. (2000). Protein-and carbohydrate-induced augmentation of whole body creatine retention in humans. *Journal of Applied Physiology*, 89, 1165-1171.
- Stone, N.M., & Kilding, A.E. (2009). Aerobic conditioning for team sport athletes. *Sports Medicine*, 39(8), 615-642.
- Tackett, J., Reynolds, A. S., & Dickerman, R. D. (2008). Enzyme elevations with muscle injury: know what to look for!. *British journal of clinical pharmacology*, 66(5), 725-725.
- Tarnopolsky, M.A., Gibala, M., Jeukendrup, A.E. & Phillips, S.M. (2005). Nutritional needs of elite endurance athletes. Part I: Carbohydrate and fluid requirements. *European Journal of Sport Science*, 5, 3-14.

- TECE, S.A. (2007). *Técnicas isocinéticas en la rehabilitación*. VII congreso de la sociedad cubana de bioingeniería. La Habana 2007.
- Terrados Cepeda, N., Mora Rodríguez, R. & Padilla Magunacelaya, S. (2004). *La Recuperación de la Fatiga del Deportista*. Madrid: Editorial Gymnos.
- Terrados Cepeda, N., Calleja González, J. & Schelling, X. (2011). Bases fisiológicas comunes para deportes de equipo. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(2), 84-88.
- Thill, E. (1983). *Questionnaire de personnalité pour sportifs: QPS*. ECPA: Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Tidow G. (1995). Muscular adaptations induced by training and detraining: a review of biopsy studies. *New studies in athletics*, 10, 47-64.
- Tiidus, P.M. & Houston, M.E. (1995). Vitamin E status and response to exercise training. *Sports Medicine*, 20(1), 12-23.
- Tokunaga, M. (1999). Questionnaires and Diagnostic Methods for Athlete's Psychological Competitive Abilities and Psychological States Before and During Competition. *Health Sciences*, 21, 107-117.
- Tonkonogi, M., Walsh, B., Svensson, M. & Sahlin, K. (2000). Mitochondrial function and antioxidative defence in human muscle: effects of endurance training and oxidative stress. *Journal of Physiology*, 528(2), 379-388.
- Torres-Luque, G., Hernández-García, R. y Garatachea, N. (2011). Variaciones antropométricas a lo largo de un periodo competitivo en judokas de élite. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 24(7), 203-215.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.
- Tutko, T.A., Lyon, L.P., & Ogilvie, B.C. (1969). *Athletic motivation inventory*. San Jose, CA: Institute for the Study of Athletic Motivation.
- Úbeda, N., Palacios Gil-Antuñano, N., Montalvo Zenarruzabeitia, Z., García Juan, B., García, Á., & Iglesias-Gutiérrez, E. (2010). Hábitos alimenticios y composición corporal de deportistas españoles de élite pertenecientes a disciplinas de combate. *Nutrición Hospitalaria*, 25(3), 414-421.
- Urban, F., Kandrác, R. & Táborský, F. (2010). Anthropometric Profiles and Somatotypes of National Teams at the 2010 Men's 20 European Handball Championship. Extraído el 7 de marzo de 2014 de [http://home.eurohandball.com/ehf\\_files/Publikation/WP\\_Anthropometric%20Profiles%20and%20Somatotypes%20of%202010%20ECh%20%20Mens%20Teams.pdf](http://home.eurohandball.com/ehf_files/Publikation/WP_Anthropometric%20Profiles%20and%20Somatotypes%20of%202010%20ECh%20%20Mens%20Teams.pdf)

- Urban, F., Kandráč, R. & Táboršký, F. (2011a). Position-related anthropometric profiles of top level handball players. Extraído el 5 de marzo de 2014 de [http://home.eurohandball.com/ehf\\_files/Publikation/WP\\_Position-Related%20Anthropometric%20Profiles%20of%20Top%20Level%20Handball%20Players.pdf](http://home.eurohandball.com/ehf_files/Publikation/WP_Position-Related%20Anthropometric%20Profiles%20of%20Top%20Level%20Handball%20Players.pdf)
- Urban, F., Kandráč, R. & Táboršký, F. (2011b). Position-related changes in anthropometric profiles of topmale handball players: 1980 and 2010. In: EHF Scientific Conference 2011. *Science and Analytical Expertise in Handball (Scientific and practical approaches)*. Vienna, Austria.
- Urban, F., Kandráč, R. & Táboršký, F. (2011c). Position-Related categorization of somatotypes in top level handball players. Extraído el 7 de marzo de 2014 de [http://home.eurohandball.com/ehf\\_files/Publikation/WP\\_Position-Related%20Categorization%20Of%20Somatotypes%20In%20Top%20Level%20Handball%20Players.pdf](http://home.eurohandball.com/ehf_files/Publikation/WP_Position-Related%20Categorization%20Of%20Somatotypes%20In%20Top%20Level%20Handball%20Players.pdf)
- Urdampilleta, A., Martínez-Sanz, J.M., Lopez-Grueso, R. (2013). Valoración bioquímica del entrenamiento: herramienta para el dietista-nutricionista deportivo. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 17(2), 73-83.
- Urdampilleta, A., López-Grueso, R., Martínez-Sanz, J.M. & Mielgo-Ayuso, J. (2014). Parámetros bioquímicos básicos, hematológicos y hormonales para el control de la salud y el estado nutricional en los deportistas. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 18(3), 155-171.
- Valero Cabello, E. (2011). *Antropometría*. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Gobierno de España.
- Vassilakopoulos ,T. Karatza, M.H., Katsaounou, P., Kollintza, A., Zakynthinos, S. & Roussos, C. (2003). Antioxidants attenuate the plasma cytokine response to exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology* 94(3), 1025-32.
- Venderley, A.M. & Campbell, W.W. (2006). Vegetarians diets: Nutritional considerations for athletes. *Sports Medicine*, 36(4), 293-305.
- Vesovic, D., Borjanovic, Sm, Markovic, S. & Vidakovic, A. (2002). Strenuous exercise and action of antioxidant enzymes. *Medicina del Lavoro*, 93(6), 540-50.
- Vierordt, H. (1890). Der Massenwachstein der Korper organe des Menschen. *Archive fur Anatomie and Physiologie, Anatomie Abth. Suppl. Bd.* 62-85.
- Vierordt, H. (1906). *Anatomische, physiologische and physikalische Daten un Tabellen*. Berlin: Jeha, G. Fisher.
- Vila, H., Ferragaut, C., Abrales, J.A., Rodríguez, M. y Argudo, F.M. (2010). Caracterización antropométrica en jugadores de élite de waterpolo. *Revista*

*Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(40), 652-653.

- Villa, J.G. (2001). Valoración nutricional del deportista. En: J. González y J. Villa (ed). *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte* (pp. 255-301). Madrid: Síntesis.
- Villegas García, J. A., & Zamora Navarro, S. (1991). Necesidades nutricionales en deportistas. *Archivos de medicina del deporte*, 8(30).
- Villegas García, J., Becerro, J., Rocamora, M. & Zamora, S. (1995). Termorregulación en relación con el ejercicio en ambientes cálidos. *Medicina Aeroespacial y Ambiental*, 3, 122-132.
- Viru, A., Viru, M. (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo* (1ª ed). Badalona (Barcelona): Paidotribo.
- Wang, Z.M., Pierson, R.N. & Heymsfield, S.B. (1992). The five models: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19-28.
- Wang, Z.M., Heshka, S., Pierson, R.N. & Heymsfield, S.B. (1995). Systematic organization of body composition methodology: overview with emphasis on component-based methods. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61, 457-65.
- Warburton, D.E., Haykowsky, M.N.J., Kinney, H.A., Blackmore, D., Teo, K.K., Taylor, D.A., McGavock, J. & Jumen D.P. (2004). Blood volume expansion and cardiorespiratory function: effects of training modality. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 991-1000.
- Wagenmakers, A.J. (1997). Muscle amino acid metabolism at rest and during exercise: role in human physiology and metabolism. *Exercise and sport sciences reviews*, 26, 287-314.
- Wagner, H., Finkenzeller, T., Würth, S. & von Duvillard, S.P. (2014). Individual and Team Performance in Team-Handball: A Review. *Journal of Sports Science and Medicine*; 13, 808-816.
- Wilmore, J.H. & Costill, D.L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del Deporte*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Williams, M.H. (2005). *Nutrición para la salud, condición física y deporte*. (7ª ed.). New York: McGraw Hill Interamericana. 2006.

- Willoughby, D.S., Stout, J.R. & Wilborn, C.D. (2007). Effects of resistance training and protein plus amino acid supplementation on muscle anabolic, mass, and strength. *Amino Acids*, 32, 467-477
- World Health Organization (WHO). (1995). *Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry*. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO Technical Report Series.
- World Health Organization (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1). (2001). *Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad*. Extraído el 22 de septiembre de 2015 de [http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin\\_es.pdf](http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf)
- World Health Organization (WHO). (2006). *Clasificación internacional para adultos de bajo peso, sobrepeso y obesidad en relación al IMC*. Extraído el 15 de abril de 2015 de [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html)
- Würch, A. (1974). La femme et le sport. *Médecine Sportive Francaise*, 4(1).
- XVI Juegos Panamericanos. (2009). Deportes Panamericanos – Balonmano. *Guadalajara 2011*. Extraído el 2 de febrero de 2009 de: [http://www.guadalajara2011.org.mx/esp/03\\_deportes/deportes\\_origen\\_historia.asp?id\\_dep=4](http://www.guadalajara2011.org.mx/esp/03_deportes/deportes_origen_historia.asp?id_dep=4)
- Zastsiorsky, V.M. (2006). Intensity of strength training. Facts and Theory: Russian and Eastern European Approach. *National Strength and Conditioning Association*, 14, 46-57.



# ANEXOS

## 9 ANEXOS

### **ANEXO 1: Cuestionario Característica Psicológicas Relacionadas con el Rendimiento Deportivo (CPRD).**

CLUB BALONMANO DE VALLADOLID  
.... DE ..... DE 2008

**IMPORTANTE:** las respuestas de este cuestionario servirán única y exclusivamente para el estudio y la mejora de las aptitudes deportivas de cada jugador de forma individualizada. NUNCA dichas respuestas se usarán en detrimento del jugador ni podrán mostrarse a terceros.

1er APELLIDO: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_  
2º APELLIDO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/1.9\_\_\_\_

. CATEGORÍA ASOBAL

. PUESTO DE JUEGO

---

. NÚMERO DE VECES INTERNACIONAL:

. NÚMERO DE AÑOS DURANTE LOS QUE HA PERMANECIDO EN LA MÁXIMA CATEGORÍA: \_\_\_\_\_

. NÚMERO DE AÑOS QUE, DE FORMA CONTINUADA, VIENE USTED PRACTICANDO SU DEPORTE: \_\_\_\_\_

. ¿CUÁLES HAN SIDO LOS MAYORES ÉXITOS INDIVIDUALES Y COLECTIVOS QUE HA CONSEGUIDO?:

(ACONTECIMIENTO Y ÉXITO)

(AÑO)

# INSTRUCCIONES:

Conteste, por favor, a cada una de las siguientes cuestiones, indicando en qué medida se encuentra de acuerdo con ellas.

Como podrá observar existen seis opciones de respuesta, representadas cada una de ellas por un círculo. Elija la que desee, según se encuentre más o menos de acuerdo, marcando con una cruz el círculo correspondiente.

En el caso de que no entienda lo que quiere decir exactamente alguna de las preguntas, marque con una cruz el círculo de la última columna.

| PREGUNTAS                                                    | TOTALMENTE EN<br>DESACUERDO                                                                                                         | TOTALMENTE<br>DE ACUERDO | NO<br>ENTIENDO        |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. Me encuentro muy nervioso antes de un partido importante. | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |

Esta respuesta significaría que no se está de acuerdo con el enunciado, aunque no totalmente en desacuerdo.

|                                                        |                                                                                                                                     |                       |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 2. Me motivan más los partidos que los entrenamientos. | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|

Esta respuesta significaría que uno se encuentra a mitad de camino entre "totalmente en desacuerdo" y "totalmente de acuerdo" con el enunciado.

|                                                                            |                                                                                                                                     |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 3. Suelo reponer electrolitos al finalizar una competición (o un partido). | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|

Esta respuesta significaría que no se entiende lo que quiere decir exactamente el enunciado.

| PREGUNTAS                                                                                                                                    | TOTALMENTE EN<br>DESACUERDO                                                                                   | TOTALMENTE DE<br>ACUERDO | NO<br>ENTIENDO        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. Suelo tener problemas concentrándome mientras compito.                                                                                    | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 2. Mientras duermo, suelo "darle muchas vueltas" a la competición (o el partido) en la que voy a participar.                                 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 3. Tengo una gran confianza en mi técnica.                                                                                                   | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 4. Algunas veces no me encuentro motivado por entrenar.                                                                                      | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 5. Me llevo muy bien con otros miembros del equipo.                                                                                          | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 6. Rara vez me encuentro tan tenso como para que mi tensión interfiera negativamente en mi rendimiento.                                      | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 7. A menudo ensayo mentalmente lo que debo hacer justo antes de comenzar mi participación en un partido.                                     | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 8. En la mayoría de los partidos confío en que lo haré bien.                                                                                 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 9. Cuando lo hago mal, suelo perder la concentración.                                                                                        | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 10. No se necesita mucho para que disminuya mi confianza en mí mismo.                                                                        | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 11. Me importa más mi propio rendimiento que el rendimiento del equipo (más lo que tengo que hacer yo que lo que tiene que hacer el equipo). | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 12. A menudo estoy "muerto de miedo" en los momentos anteriores al comienzo de mi participación en un partido.                               | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 13. Cuando cometo un error me cuesta olvidarlo para concentrarme rápidamente en lo que tengo que hacer.                                      | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |

| PREGUNTAS                                                                                                                                              | TOTALMENTE EN<br>DESACUERDO                                                                                   | TOTALMENTE DE<br>ACUERDO | NO<br>ENTIENDO        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 14. Cualquier pequeña lesión o un mal entrenamiento puede debilitar mi confianza en mí mismo.                                                          | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 15. Establezco metas (u objetivos) que debo alcanzar y normalmente las consigo.                                                                        | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 16. Algunas veces siento una gran ansiedad mientras estoy jugando un partido.                                                                          | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 17. Durante mi actuación en un partido, mi atención parece fluctuar una y otra vez entre lo que tengo que hacer y otras cosas.                         | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 18. Me gusta trabajar con mis compañeros de equipo.                                                                                                    | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 19. Tengo frecuentes dudas respecto a mis posibilidades de hacerlo bien en un partido.                                                                 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 20. Gasto mucha energía intentando estar tranquilo antes de que comience un partido.                                                                   | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 21. Cuando comienzo haciéndolo mal, mi confianza baja rápidamente.                                                                                     | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 22. Pienso que el espíritu de equipo es muy importante.                                                                                                | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 23. Cuando practico mentalmente lo que tengo que hacer, me "veo" haciéndolo como si estuviera observándome en un monitor de televisión.                | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 24. Generalmente, puedo seguir jugando con confianza, aunque se trate de una de mis peores actuaciones.                                                | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 25. Cuando me preparo para jugar un partido, intento imaginarme, desde mi propia perspectiva, lo que veré, haré o notaré cuando la situación sea real. | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |

| PREGUNTAS                                                                                                                                                                             | TOTALMENTE EN<br>DESACUERDO                                                                                              | TOTALMENTE DE<br>ACUERDO         | NO<br>ENTIENDO |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| 26. Mi confianza en mí mismo es muy inestable.                                                                                                                                        | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 27. Cuando mi equipo pierde me encuentro mal con independencia de mi rendimiento individual.                                                                                          | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 28. Cuando cometo un error en un partido me pongo muy ansioso.                                                                                                                        | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 29. En este momento, lo más importante en mi vida es hacerlo bien en mi deporte.                                                                                                      | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 30. Soy eficaz controlando mi tensión.                                                                                                                                                | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 31. Mi deporte es toda mi vida.                                                                                                                                                       | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 32. Tengo fe en mí mismo.                                                                                                                                                             | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 33. Suelo encontrarme motivado por superarme día a día.                                                                                                                               | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 34. A menudo, pierdo la concentración durante la competición como consecuencia de las decisiones de los árbitros que considero desacertadas y van en contra mía o de mi equipo.       | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 35. Cuando cometo un error durante un partido suele preocuparme lo que piensen otras personas como el entrenador, los compañeros de equipo o alguien que esté entre los espectadores. | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 36. El día anterior a una competición me suelo encontrar demasiado nervioso o preocupado.                                                                                             | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 37. Suelo marcarme objetivos cuya consecución depende de mí al 100%, en lugar de objetivos que no dependen sólo de mí.                                                                | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |
| 38. Creo que la aportación específica de todos los miembros de un equipo es sumamente importante para la obtención del éxito del equipo.                                              | <div><input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/></div> | <div><input type="radio"/></div> |                |

| PREGUNTAS                                                                                                                                                             | TOTALMENTE EN<br>DESACUERDO                                                                                   | TOTALMENTE DE<br>ACUERDO | NO<br>ENTIENDO        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 39. No merece la pena dedicar tanto tiempo y esfuerzo como yo le dedico al deporte.                                                                                   | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 40. En las competiciones suelo animarme con palabras, pensamientos o imágenes.                                                                                        | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 41. A menudo pierdo la concentración durante un partido por preocuparme o ponerme a pensar en el resultado final.                                                     | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 42. Suelo aceptar bien las críticas e intento aprender de ellas.                                                                                                      | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 43. Me concentro con facilidad en aquello que es lo más importante en cada momento de una competición.                                                                | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 44. Me cuesta aceptar que se destaque más la labor de otros miembros del equipo que la mía.                                                                           | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 45. Cuando finaliza un partido analizo mi rendimiento de forma objetiva y específica (es decir, considerando hechos reales y cada apartado del partido por separado). | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 46. A menudo pierdo la concentración en el partido a consecuencia de la actuación o los comentarios poco deportivos de los adversarios.                               | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 47. Me preocupan mucho las decisiones que respecto a mí pueda tomar el entrenador durante un partido.                                                                 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 48. No ensayo mentalmente, como parte de mi plan de entrenamiento, situaciones que debo corregir o mejorar.                                                           | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 49. Durante los entrenamientos suelo estar muy concentrado en lo que tengo que hacer.                                                                                 | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 50. Suelo establecer objetivos prioritarios antes de cada sesión de entrenamiento y de cada partido.                                                                  | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |

| PREGUNTAS                                                                                                                              | TOTALMENTE EN<br>DESACUERDO                                                                                   | TOTALMENTE DE<br>ACUERDO | NO<br>ENTIENDO        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 51. Mi confianza en el partido depende en gran medida de los éxitos o fracasos en las competiciones anteriores.                        | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 52. Mi motivación depende en gran medida del reconocimiento que obtengo de los demás.                                                  | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 53. Las instrucciones, comentarios y gestos del entrenador suelen interferir negativamente en mi concentración durante la competición. | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 54. Suelo confiar en mí mismo aun en los momentos más difíciles de un partido.                                                         | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |
| 55. Estoy dispuesto a cualquier esfuerzo por ser cada vez mejor.                                                                       | <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> |                          | <input type="radio"/> |

POR FAVOR, COMPRUEBE SI HA CONTESTADO A TODAS LAS  
PREGUNTAS ANTERIORES CON UNA SOLA RESPUESTA.

## **ANEXO 2: Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos\*.**

Apellidos \_\_\_\_\_  
Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_  
Código \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

### **INSTRUCCIONES DE CUMPLIMENTACIÓN**

**Por favor, lea detenidamente estas instrucciones antes de comenzar a rellenar el cuestionario.**

Este cuestionario sirve para analizar con qué frecuencia (cuántas veces al día, a la semana, al mes, al año) come o bebe los distintos tipos de alimentos que aparecen en el cuestionario. Debe intentar responder pensando en el último año (haciendo un promedio).

Completar el cuestionario correctamente le llevará algún tiempo, por lo que debe hacerlo cuando tenga tiempo para ello, despacio y tranquilo, sentado en un lugar en el que no le molesten. Lo mejor es rellenar todo el cuestionario seguido, empezando por la primera página y siguiendo, en orden, hasta la última.

Es muy importante que complete la frecuencia de consumo de TODOS los alimentos de la lista, sin dejar ninguno en blanco. Y que sea lo más exacto posible en las respuestas, así que deberá estar concentrado y pensarlas bien. Por favor, indique en la casilla correspondiente el número de veces que consume cada alimento.

Al escribir el número de veces que comes un alimento, debe tener en cuenta no sólo las veces que come ese alimento solo, sino también cuando lo come combinado con otros; por ejemplo, el pollo de un segundo plato, el de la paella, el de las croquetas, etc. También tiene que intentar ajustar las cantidades de alimentos que come a las cantidades de alimentos que indica la segunda columna. Por ejemplo, si todos los días toma dos tazones grandes de leche (en el desayuno y la cena), y cada uno corresponde a dos tazas de leche, en la columna de la izquierda debe poner 4, en lugar de 2.

En el caso de alimentos de temporada (alimentos que se comen sólo unos meses al año, como sandía o gazpacho en verano, fabada en invierno...) intente calcular el consumo medio al año. Por ejemplo, si toma sandía dos veces por semana durante el verano (3 meses), serían 24 veces al año (2 veces por semana x 4 semanas x 3 meses = 24) o, lo que es lo mismo, dos veces al mes.

**Muchas gracias por su colaboración.**

\*Martín-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernández-Rodríguez JC, Salvini S, and Willett WC. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. Int J Epidemiol 1993; 22 (3): 512-519.

VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO  
DE UN EQUIPO DE BALONMANO DE ÉLITE  
Fernando Ramos Sánchez

| ALIMENTOS<br>I. LÁCTEOS                                                       | TAMAÑOS<br>DE RACIÓN | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |           |             |     |     |        |     |     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                               |                      | Nunca<br>o casi<br>nunca            | Al<br>mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                               |                      |                                     | 1-3       | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 1. Leche entera                                                               | 1 taza, 200<br>cc    |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 2. Leche semidesnatada                                                        |                      |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 3. Leche descremada                                                           |                      |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 4. Leche condensada                                                           | 1 cucharada          |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 5. Nata o crema de<br>leche                                                   | 1/2 taza             |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 6. Batidos de leche                                                           | 1 vaso, 200<br>cc    |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 7. Yogurt entero                                                              | unidad, 125<br>g     |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 8. Yogurt descremado                                                          |                      |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 9. Petit suisse                                                               | unidad, 55 g         |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 10. Requesón o<br>cuajada                                                     | 1/2 taza             |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 11. Queso en<br>porciones o cremoso                                           | porción, 25 g        |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 12. Otros quesos:<br>curados, semicurados<br>(Manchego, Bola,<br>Emmental...) | 50 g                 |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 13. Queso blanco o<br>fresco (Burgos,<br>cabra...)                            | tarrina, 50 g        |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 14. Natillas, flan,<br>puding                                                 | unidad, 130<br>cc    |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |
| 15. Helados                                                                   | 1 cucurucho          |                                     |           |             |     |     |        |     |     |    |

| II. HUEVOS, CARNES, PESCADOS<br>(un plato o ración de 100-150 g, excepto cuando se indique otra cosa) | TAMAÑOS DE RACIÓN | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                                                       |                   | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                                                       |                   |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 16. Huevos de gallina                                                                                 | Unidad            |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 17. Pollo o pavo <b>con</b> piel                                                                      | 1 ración o pieza  |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 18. Pollo o pavo <b>sin</b> piel                                                                      |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 19. Carne de ternera o vaca                                                                           | 1 ración          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 20. Carne de cerdo                                                                                    |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 21. Carne de cordero                                                                                  |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 22. Conejo o liebre                                                                                   |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 23. Hígado (ternera, cerdo, pollo)                                                                    |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 24. Otras vísceras (sesos, riñones, mollejas)                                                         |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 25. Jamón serrano o paletilla                                                                         | 1 loncha, 30 g    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 26. Jamón York, jamón cocido                                                                          |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 27. Carnes procesadas (salchichón, chorizo.                                                           | 50 g              |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO  
DE UN EQUIPO DE BALONMANO DE ÉLITE  
Fernando Ramos Sánchez

|                                                                                |                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| morcilla, mortadela, salchichas, butifarra, sobrasada)                         |                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 28. Patés, foie-gras                                                           | 25 g                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29. Hamburguesa, albóndigas                                                    | una, 50 g<br>3 unidades                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30. Tocino, bacón, panceta                                                     | 50 g                                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31. Pescado blanco: mero, lenguado, besugo, merluza, pescadilla...             | 1 plato, pieza o ración                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32. Pescado azul: sardinas, atún, bonito, caballa, salmón                      | 1 plato, pieza o ración 130 g            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33. Pescados salados: bacalao, mejillones...                                   | 1 ración, 60 g en seco                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 34. Ostras, almejas, mejillones y similares                                    | 6 unidades                               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 35. Calamares, pulpo, chipirones, jibia, sepia                                 | 1 ración, 200 g                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 36. Crustáceos: gambas, langostinos, cigalas, etc.                             | 4-5 piezas, 200 g                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 37. Pescados y mariscos enlatados al natural (sardinas, anchoas, bonito, atún) | 1 lata pequeña o media lata normal, 50 g |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 38. Pescados y mariscos en aceite (sardinas, anchoas, bonito, atún)            |                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| III. VERDURAS Y HORTALIZAS (un plato o ración de 200 g, excepto cuando se indique otra cosa) | TAMAÑOS DE RACIÓN  | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                                              |                    | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                                              |                    |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 39. Acelgas, espinacas                                                                       |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 40. Col, coliflor, brócoles                                                                  |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 41. Lechuga, endivias, escarola                                                              | 100 g              |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 42. Tomate crudo                                                                             | unidad, 150 g      |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 43. Zanahoria, calabaza                                                                      | 100 g              |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 44. Judías verdes                                                                            |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 45. Berenjenas, calabacines, pepinos                                                         |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 46. Pimientos                                                                                | 150 g              |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 47. Espárragos                                                                               |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 48. Gazpacho andaluz                                                                         | 1 vaso, 200 g      |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 49. Otras verduras (alcachofa, puerro, cardo, apio)                                          |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 50. Cebolla                                                                                  | media unidad, 50 g |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 51. Ajo                                                                                      | 1 diente           |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 52. Perejil, tomillo, laurel,                                                                | una pizca          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO  
DE UN EQUIPO DE BALONMANO DE ÉLITE  
Fernando Ramos Sánchez

|                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| orégano, etc.                    |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 53. Patatas fritas comerciales   | 1 bolsa, 50 g   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 54. Patatas fritas caseras       | 1 ración, 150 g |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 55. Patatas asadas o cocidas     |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 56. Setas, níscolos, champiñones |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| IV. FRUTAS (una pieza o ración)                         | TAMAÑOS DE RACIÓN          | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |            |             |     |     |        |     |     |    |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                         |                            | Nunca o casi nunca                  | Al mes 1-3 | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                         |                            |                                     |            | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 57. Naranja, pomelo, mandarinas                         | Una<br>Uno<br>dos          |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 58. Plátano                                             | Uno                        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 59. Manzana o pera                                      | Una                        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 60. Fresas/fresones                                     | 6 unidades, 1 plato postre |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 61. Cerezas, picotas, ciruelas                          | 1 plato de postre          |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 62. Melocotón, albaricoque, nectarina                   | una                        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 63. Sandía                                              | 1 tajada, 200-250 g        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 64. Melón                                               |                            |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 65. Kiwi                                                | 1 unidad, 100 g            |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 66. Uvas                                                | un racimo, 1 plato postre  |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 67. Aceitunas                                           | 10 unidades                |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 68. Frutas en almíbar o en su jugo                      | 2 unidades                 |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 69. Dátiles, higos secos, uvas-pasas, ciruelas-pasas    | 150 g                      |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 70. Almendras, cacahuets, avellanas, pistachos, piñones | 30 g                       |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 71. Nueces                                              |                            |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |

| V. LEGUMBRES Y CEREALES<br>Un plato o ración (150 g) | TAMAÑOS DE RACIÓN      | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |            |             |     |     |        |     |     |    |
|------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                      |                        | Nunca o casi nunca                  | Al mes 1-3 | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                      |                        |                                     |            | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 73. Lentejas                                         | 1 plato, 150 g cocidas |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 74. Alubias pintas, blancas o negras                 |                        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 75. Garbanzos                                        |                        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 76. Guisantes, habas                                 |                        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |
| 77. Pan blanco, pan de molde                         | 3 rodajas, 75 g        |                                     |            |             |     |     |        |     |     |    |

|                                                        |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 78. Pan negro o integral                               |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 79. Cereales desayuno                                  |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 80. Cereales integrales: muesli, copos avena, all-bran | 30 g            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 81. Arroz blanco                                       |                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 82. Pasta: fideos, macarrones, espaguetis, otras       | 60 g en crudo   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 83. Pizza                                              | 1 ración, 200 g |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| VI. ACEITES Y GRASAS<br>Una cucharada sopera o porción individual.<br>Para freír, untar, mojar en el pan, para aliñar, o para ensaladas, <b>utilizas en total:</b> | TAMAÑOS DE RACIÓN        | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                                                                                                                    |                          | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                                                                                                                    |                          |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 84. Aceite de oliva                                                                                                                                                | una cucharada sopera     |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 85. Aceite de oliva extra virgen                                                                                                                                   |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 86. Aceite de oliva de orujo                                                                                                                                       |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 87. Aceite de maíz                                                                                                                                                 |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 88. Aceite de girasol                                                                                                                                              |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 89. Aceite de soja                                                                                                                                                 |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 90. Mezcla de los anteriores                                                                                                                                       |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 91. Margarina                                                                                                                                                      | porción individual, 12 g |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 92. Mantequilla                                                                                                                                                    |                          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 93. Manteca de cerdo                                                                                                                                               | 10 g                     |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

| VII. BOLLERÍA Y PASTERÍA                                                       | TAMAÑOS DE RACIÓN  | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                                |                    | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                                |                    |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 94. Galletas tipo maría                                                        | 4-6 unidades, 50 g |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 95. Galletas integrales o de fibra                                             |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 96. Galletas con chocolate                                                     | 4 unidades, 50 g   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 97. Repostería y bizcochos hechos en casa                                      | 50 g               |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 98. Croissant, ensaimada, pastas de té u otra bollería industrial comercial... | uno, 50 g          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 99. Donuts                                                                     | uno                |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 100. Magdalenas                                                                | 1-2 unidades       |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 101. Pasteles                                                                  | uno, 50 g          |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 102. Churros, porras y                                                         | 1 ración, 100      |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO  
DE UN EQUIPO DE BALONMANO DE ÉLITE  
Fernando Ramos Sánchez

---

|                                      |                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| similares                            | g                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 103. Chocolates y bombones           | 30 g                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 104. Cacao en polvo, cacaos solubles | 1 cucharada de postre |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 105. Turrón                          | 1/8 barra, 40 g       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 106. Mantecados, mazapán             | 90 g                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| VIII. MISCELÁNEA                                                          | TAMAÑOS DE RACIÓN         | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                           |                           | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                           |                           |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 107. Croquetas, buñuelos, empanadillas, precocinados                      | una                       |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 108. Sopas y cremas de sobre                                              | 1 plato                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 109. Mostaza                                                              | una cucharadita de postre |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 110. Mayonesa comercial                                                   | 1 cucharada sopera, 20 g  |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 111. Salsa de tomate frito, ketchup                                       | 1 cucharadita             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 112. Picante: tabasco, pimienta, pimentón                                 | una pizca                 |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 113. Sal                                                                  | una pizca                 |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 114. Mermeladas                                                           | 1 cucharadita             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 115. Azúcar                                                               |                           |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 116. Miel                                                                 |                           |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 117. Snacks distintos de patatas fritas: gusanitos, palomitas, maíz, etc. | 1 bolsa, 50 g             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 118. Otros alimentos de frecuente consumo ( <b>especificar</b> ):         |                           |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

VALORACIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DEPORTIVO  
DE UN EQUIPO DE BALONMANO DE ÉLITE  
Fernando Ramos Sánchez

| XI. BEBIDAS                                                                      | TAMAÑOS DE RACIÓN  | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                                  |                    | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                                  |                    |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 119. Bebidas carbonatadas con azúcar: bebidas con cola, limonadas, tónicas, etc. | 1 botellín, 200 cc |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 120. Bebidas carbonatadas bajas en calorías, bebidas light                       |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 121. Zumo de naranja natural                                                     | 1 vaso, 200 cc     |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 122. Zumos naturales de otras frutas                                             |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 123. Zumos de frutas en botella o enlatados                                      | 200 cc             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 124. Café descafeinado                                                           | 1 taza, 50 cc      |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 125. Café                                                                        |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 126. Té                                                                          |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 127. Mosto                                                                       | 100 cc             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 128. Vaso de vino rosado                                                         | 100 cc             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 129. Vaso de vino moscatel                                                       | 50 cc              |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 130. Vaso de vino tinto joven, del año                                           | 100 cc             |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 131. Vaso de vino tinto añejo                                                    |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 132. Vaso de vino blanco                                                         |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 133. Vaso de cava                                                                |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 134. Cerveza                                                                     | 1 jarra, 330 cc    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 135. Licores, anís o anisetes...                                                 | 1 copa, 50 cc      |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 136. Destilados: whisky, vodka, ginebra, coñac                                   |                    |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

Si durante el año pasado tomó vitaminas y/o minerales (incluyendo calcio) o productos dietéticos especiales (salvado, aceite de onagra, leche con ácidos grasos omega-3, flavonoides, etc.), por favor indique la marca y la frecuencia con que los tomó:

| MARCAS DE LOS SUPLEMENTOS DE VITAMINAS O MINERALES O DE LOS PRODUCTOS DIETÉTICOS | TAMAÑOS DE RACIÓN | CONSUMO MEDIO DURANTE EL AÑO PASADO |        |             |     |     |        |     |     |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------|-------------|-----|-----|--------|-----|-----|----|
|                                                                                  |                   | Nunca o casi nunca                  | Al mes | A la semana |     |     | Al día |     |     |    |
|                                                                                  |                   |                                     | 1-3    | 1           | 2-4 | 5-6 | 1      | 2-3 | 4-6 | >6 |
| 137.                                                                             |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 138.                                                                             |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 139.                                                                             |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |
| 140.                                                                             |                   |                                     |        |             |     |     |        |     |     |    |

### **PREGUNTAS ADICIONALES**

1. ¿Está haciendo dieta o la ha hecho en el último año?
2. ¿Tiene o ha tenido en el último año alguna enfermedad importante? ¿Cuál?
3. ¿Hay algún alimento que consuma frecuentemente y que no esté en el listado?  
¿Cuál o cuáles?

### **OBSERVACIONES**

### ANEXO 3: Registro alimentario (a repetir en 3 días).

#### REGISTRO ALIMENTARIO (Diario)

| Código:<br>Fecha de realización:                                                |              |              |                      |            |              |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|----------------------|------------|--------------|
| DÍA (1/2/3)                                                                     | Ingredientes | Tipo y marca | Forma de preparación | Cantidades | Hora y lugar |
| DESAYUNO                                                                        |              |              |                      |            |              |
| MEDIA MAÑANA                                                                    |              |              |                      |            |              |
| COMIDA<br>Primer plato<br><br>Segundo plato<br><br>Pan<br>Postre<br><br>Bebidas |              |              |                      |            |              |
| DÍA 1                                                                           | Ingredientes | Tipo y marca | Forma de preparación | Cantidades | Hora y lugar |
| MERIENDA                                                                        |              |              |                      |            |              |
| CENA<br>Primer plato<br><br>Segundo plato<br><br>Pan<br>Postre<br><br>Bebidas   |              |              |                      |            |              |
| RECENA                                                                          |              |              |                      |            |              |
| PICOTEOS,<br>COMIDAS Y<br>BEBIDAS<br>ENTRE HORAS                                |              |              |                      |            |              |



# **PUBLICACIONES DE ESTA TESIS**



## 10 PUBLICACIONES DE ESTA TESIS

- Ramos-Sánchez, F.; Camina-Martín, M.A.; Alonso-de-la-Torre, S.R.; Redondo-del-Río, P. y de-Mateo-Silleras, B. (201x) Composición corporal y somatotipo por posición de juego en balonmano profesional masculino / Body Composition and Somatotype in Professional Men's Handball According To Playing Positions. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. X (X) pp. xx. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/\\_\\*](http://cdeporte.rediris.es/revista/_*). Pendiente de publicación / In press.