

Trabajo Fin de Grado

Estudio de la composición corporal de jugadores profesionales de balonmano.

Autor/es

Raúl Yebra Gardeta

Director/es

Iva Marques Lopes – Área de Nutrición y Bromatología

Francisco Adrián Rubio Sánchez

Grado en Nutrición Humana y Dietética

Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte

Fecha presentación: 28-05-2024 / Curso 2023-2024

RESUMEN:

Una composición corporal adecuada en el deportista se relaciona con mejores resultados y marcadores de rendimiento. El presente trabajo académico consiste en la evaluación de la plantilla del Club Balonmano Huesca mediante un análisis antropométrico y de bioimpedancia eléctrica. Tras la realización de estos, se ha observado que los extremos se caracterizan por presentar valores no muy altos de altura, porcentaje graso y volumen muscular. Por otro lado, los pivotes cuentan con valores altos de masa corporal, masa muscular y grasa corporal. Sin embargo, los centrales tienen porcentajes de grasa bajos y buenos niveles de masa muscular. No obstante, los laterales tienen valores de altura y masa corporal altos, con una masa muscular alta y un bajo porcentaje graso. Por último, los porteros cuentan con una gran altura y porcentajes de grasa altos. En conclusión, podemos observar como los datos relacionados con la composición corporal son diferentes en las distintas posiciones de juego, pero, globalmente, los valores de la plantilla del Club Balonmano Huesca, se parecen a las referencias poblacionales establecidas en España. Sin embargo, son necesarios más estudios para poder caracterizar de manera más óptima e individualizada a los jugadores profesionales de balonmano.

AGRADECIMIENTOS:

En las presentes líneas quiero expresar mi agradecimiento, sobre todo, a mi tutora, Iva Marques, tanto por su dedicación como apoyo durante toda la elaboración del trabajo académico. Tu decisión de asumir la tutorización de un nuevo proyecto experimental con todo lo que conlleva, cuando inicialmente no estaba entre tus planes, es digno de agradecer y poner en valor. Además, tu vocación y conocimiento por este maravilloso campo, como es la nutrición, es inspirador para todos que queremos crecer en este. Estoy profundamente agradecido tanto por tu orientación, como por haber hecho posible este proyecto, y como no, por enseñarme y ayudarme tanto durante toda la carrera.

También me gustaría agradecer a Fran Rubio, mi cotutor, por su compromiso y contribución a mi trabajo de fin de grado. Tu involucramiento, experiencia en el balonmano, constante lectura y comentarios han sido importantes a la hora de desarrollar el presente estudio. Gracias, Fran.

Además, también me gustaría plasmar en estas líneas mi gratitud al Club Balonmano Huesca, por permitirme la oportunidad de llevar a cabo mi trabajo de fin de grado en su plantilla y haciendo uso de sus instalaciones. El apoyo e involucramiento del cuerpo técnico ha sido imprescindible para poder organizar las sesiones de mediciones y facilitar su realización. Gracias, José y Fernando.

Por último, quiero agradecer a todos los jugadores de la plantilla del Club Balonmano Huesca, quienes decidieron participar en este estudio, por su gran disponibilidad y aceptación del proyecto, obteniendo una participación del 94,11%. Gracias por haberlo hecho posible.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 El balonmano como deporte
- 1.2 La fisiología del balonmano
- 1.3 Composición corporal, somatotipo y somatocarta
- 1.4 Composición corporal y somatotipo en el balonmano
- 1.5 Composición corporal y somatotipo por posiciones en el balonmano
- 1.6 Técnicas actuales de evaluación de la composición corporal
- 1.7 Bioimpedancia como técnica de evaluación de la composición corporal
- 1.8 Antropometría como técnica de evaluación de la composición corporal

2. INTERÉS DEL TRABAJO REALIZADO

3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

4. METODOLOGÍA

- 4.1 Tipo de estudio
- 4.2 Criterios de inclusión y exclusión
- 4.3 Sujetos
- 4.4 Material
- 4.5 Procedimientos y técnicas empleadas
- 4.6 Aspectos éticos

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- 5.1 Medidas generales de los jugadores
- 5.2 Composición corporal por antropometría y somatotipo con distinción de posiciones
 - 5.2.1 Extremo
 - 5.2.2 Pivote
 - 5.2.3 Central
 - 5.2.4 Lateral
 - 5.2.5 Portero
- 5.3 Somatocarta con distinción de posiciones
- 5.4 Composición corporal por bioimpedancia con distinción de posiciones
- 5.5 Comparación posiciones con la literatura científica disponible
- 5.6 Comparación con valores de referencia

6. LIMITACIONES DEL TRABAJO

7. FORTALEZAS DEL TRABAJO

8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

9. CONCLUSIONES

10. BIBLIOGRAFÍA

11. ANEXOS

LISTA DE ABREVIATURAS

FC: frecuencia cardíaca
FC máx: frecuencia cardíaca máxima
M: metros
Min: minutos
%: porcentaje
Lat/min: latidos por minuto
ACT: agua corporal total
MR: masa residual
MM: masa muscular
% GC: porcentaje de grasa corporal
% MM: porcentaje de masa muscular
PC: peso corporal
MMT: masa muscular total
MC: masa corporal
CAR: Centro de Alto Rendimiento SantCugat
BADA: Club Balonmano Huesca
ΣPC: sumatorio de pliegues cutáneos
DT: desviación estándar
X: media
Km: kilometros
Mmol/l: milimoles por litro
MG: masa grasa
MLG: masa libre de grasa
Cm: centímetros
Kg: kilogramos
IMC: índice de masa corporal
TC: tomografía computarizada
RMN: resonancia magnética nuclear
DXA: doble absorciometría de rayo
PDA: pletismografía desplazada de aire
TOBEC: conductividad eléctrica corporal total
NIR: reactancia en el infrarrojo cercano
R: resistencia
Xc: reactancia
Z: impedancia corporal
BIA: bioimpedancia o impedancia bioeléctrica
KHz: kilohercio
ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry
CEICA: Comité Ético de Investigación de la Comunidad de Aragón
CUSTOS: Unidad Protección de Datos Universidad de Zaragoza
UNIZAR: Universidad de Zaragoza

Nº: número

n: muestra total

Mm: milímetros

MO: masa ósea

≠: diferente

1. INTRODUCCIÓN

1.1 EL BALONMANO COMO DEPORTE

El balonmano, conocido también con el término “handball”, se sitúa en el séptimo puesto de los deportes con mayor número de jugadores/as federados/as durante el pasado año 2018, muy por detrás, con una gran diferencia, de deportes como fútbol, baloncesto, caza o golf entre otros (1). Es una disciplina deportiva que consiste en el enfrentamiento entre dos equipos, cada uno compuesto por siete jugadores (seis jugadores de campo y un portero), con el objetivo de anotar más goles que el oponente y, por tanto, conseguir la victoria en el encuentro. Se trata de un deporte de mucho contacto, ya que este ejercido dentro de las normas está permitido. Así pues, es un deporte en el que tanto la potencia muscular como la velocidad, la agilidad, la masa muscular y la precisión son algunas de las variables de rendimiento más importantes a tener en cuenta.

Los partidos de balonmano se llevan a cabo en una pista de dimensiones reglamentarias de 40 metros (m) de longitud por 20 m de ancho, las porterías se encuentran en los extremos de las pistas, alcanzando una longitud de 2 m de largo por 3 m de ancho, y situadas dentro de áreas de seis metros de extensión (2). Los encuentros, que tienen una duración total de 60 minutos (min), se dividen en dos períodos de juego de 30 min cada uno, intercalados por un tiempo de descanso de una duración de 10 min. No obstante, también existen los tiempos muertos, que hay 3 por cada equipo durante el partido y un máximo de 2 por cada parte.

Durante el transcurso del partido, se permiten cambios de jugadores de manera ilimitada. En el contexto táctico y estructural del balonmano, se identifican diferentes posiciones dentro del equipo, tales como: portero, lateral, extremo, pivote y central. Sin embargo, cada una de las posiciones requiere de unas características y funciones a desarrollar diferentes. No obstante, hay que resaltar que existen jugadores especialistas en defensa o en ataque y únicamente juegan en estas fases del juego para luego cambiar y que entre otro jugador; incluso según qué jugadores pueden atacar de una posición, pero defender en otra.

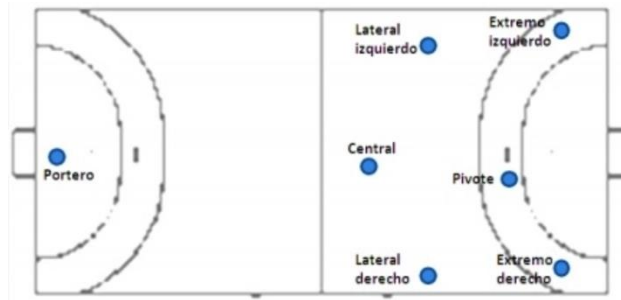


Figura 1. Posición ofensiva de los jugadores de balonmano en el campo (3).

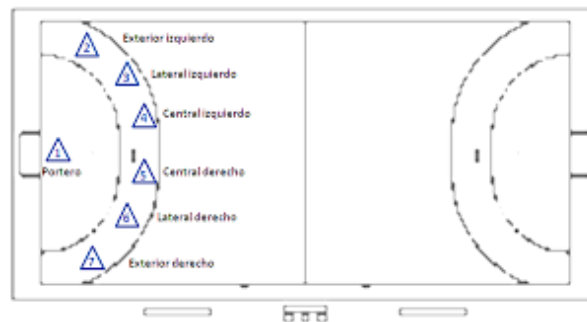


Figura 2. Posición defensiva de los jugadores de balonmano en el campo (4)

El portero, se ubica dentro del área y tiene la responsabilidad exclusiva de proteger la portería, interceptando los lanzamientos del equipo rival y por ende evitando goles contrarios pudiendo utilizar cualquier parte de su cuerpo. Tiene prohibido salir del área con el balón en la mano, sin embargo, la puede tocar fuera del área si recibe un pase de un compañero. Las funciones de un portero son muy diferentes a las de otros jugadores, entre las que destacan la realización de paradas y el constante estado de alerta frente a los tiros del equipo rival (5). Estos deben tener reflejos rápidos y una óptima capacidad de reacción, además de una visión periférica sólida y una comprensión de las tácticas ofensivas para poder competir a un alto nivel.

Los extremos, posicionados estratégicamente en la cancha durante las jugadas ofensivas, se despliegan en las esquinas del terreno de juego, aguardando la oportunidad de recibir el balón y ejecutar tiros certeros. Destacan también como los jugadores altamente involucrados en contraataques, realizando la mayor cantidad de sprints y cubriendo distancias más largas. No obstante, estos también están involucrados en

jugadas defensivas, siendo responsables de contribuir al bloqueo y a la intercepción de pases del rival, estando normalmente en las zonas exteriores de la defensa, aunque en ocasiones pueden defender en zonas laterales o en el avanzado en caso de defensa 5:1 (5). En suma, son jugadores que se caracterizan por ser veloces y muy ágiles, además de ser capaces de realizar tiros precisos desde ángulos agudos.

Los laterales, ubicados en las franjas laterales del campo, desempeñan un papel crucial en la fase ofensiva al realizar lanzamientos y asistencias a sus compañeros, junto con el central son los que llevan el peso de las acciones tácticas del equipo y en muchas ocasiones finalizan con lanzamientos exteriores o penetraciones, así como asistencias a los extremos y pivotes. A su vez, destacan por cubrir distancias más largas a alta intensidad y participar con frecuencia en situaciones de contraataque. También, son importantes en la fase defensiva, ya que deben ser fuertes tanto en la marca como frenando a los rivales, es decir, siendo fuertes en el uno contra uno en defensa, en la que suelen ocupar las zonas centrales debido a su altura y fuerza (5).

El central, ubicado en la posición central del campo, es el eje del equipo y se puede definir como la extensión del entrenador en el campo, mandando las jugadas ofensivas. Ejerce la función de orquestador del juego, dirigiendo los ataques y posicionando estratégicamente a sus compañeros. Es el encargado de marcar las jugadas, colocar a los jugadores y señalar desde dónde deben comenzar los ataques estáticos. En defensa suelen estar en posiciones laterales, aunque también se les coloca en las zonas exteriores. Además, en defensa, colabora activamente con el marcaje y es muy importante a la hora de recuperar posesiones contrarias. Esta posición destaca por cubrir las distancias totales más extensas, además de realizar la mayoría de acciones a una alta intensidad. (5).

El pivote desempeña un papel importante dentro de la defensa rival, enfrentando la portería y a los oponentes; empujando, resistiendo, tirando y girando con los oponentes, generando tensiones estáticas y movimientos dinámicos intensos y rápidos (6) Además, se sitúa entre los defensores rivales, procurando generar espacios a través de bloqueos y aprovechar oportunidades de lanzamiento cercanas a la portería contraria. Los pivotes son responsables de internarse en la muralla defensiva y abrir huecos donde sea posible, aunque también destacan como goleadores cuando reciben un buen pase y se giran con velocidad hacia la portería. A nivel defensivo suelen ser jugadores que ocupan las zonas centrales junto a los laterales. También, ayudan en la función de frenar el ataque y a cumplir con la marca cercana al área, siendo así jugadores con un papel importante a la hora de defender.

Las interacciones físicas y los enfrentamientos uno contra uno varían según las posiciones dentro del juego, y son actividades que demandan un alto nivel de energía, es decir, se caracterizan por realizar gran cantidad de acciones a alta intensidad (5). En el campo, son los pivotes quienes experimentan el mayor número de contactos y participan en la mayoría de los duelos, por eso se conocen como jugadores con una gran robustez (7).

Tabla 1. Número y tipo de acciones realizadas por los jugadores de balonmano durante las partes de un partido dependiendo de su posición (8).

| Game actions | Game total | | | First half vs. second half | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|---------------|----------------------------|-------------------|------------|------------|-------------------|------------|
| | Wings | Backcourt players | Pivots | Wings | Backcourt players | Pivots | Wings | Backcourt players | Pivots |
| Jumps | 8.2 ± 2.9†‡ | 19.1 ± 5.2‡ | 14.0 ± 3.9†§ | 3.8 ± 1.4 | 4.4 ± 2.2 | 9.7 ± 4.1 | 9.4 ± 2.5 | 7.7 ± 3.1 | 6.2 ± 2.4 |
| Throws | 4.3 ± 1.8† | 10.3 ± 4.4‡ | 5.4 ± 2.1† | 1.7 ± 1.0 | 2.6 ± 2.1 | 5.0 ± 3.0 | 5.3 ± 2.2 | 2.8 ± 1.5 | 2.6 ± 1.7 |
| Stops in the attack | 7.7 ± 4.0†‡ | 19.0 ± 5.1 | 14.0 ± 4.2§ | 4.4 ± 2.7 | 3.3 ± 2.5 | 11.0 ± 3.2 | 8.0 ± 3.0 | 7.0 ± 3.2 | 7.0 ± 2.5 |
| Stops in the defense | 11.7 ± 4.1‡ | 19.2 ± 1.0 | 22.7 ± 8.8§ | 5.8 ± 3.6 | 5.9 ± 2.5 | 10.4 ± 6.8 | 8.8 ± 4.2 | 12.3 ± 4.5 | 10.4 ± 5.4 |
| Total stops | 19.1 ± 6.9†‡ | 38.2 ± 9.2 | 36.8 ± 11.1§ | 10.2 ± 4.3 | 8.9 ± 4.4 | 21.4 ± 6.1 | 16.8 ± 5.1 | 19.4 ± 7.1 | 17.4 ± 5.4 |
| Changes of direction in the attack | 7.4 ± 3.7†‡ | 19.0 ± 5.1‡ | 13.1 ± 3.3†§ | 4.4 ± 2.4 | 3.0 ± 2.5 | 11.0 ± 3.3 | 8.0 ± 3.1 | 6.4 ± 2.0 | 6.7 ± 2.5 |
| Changes of direction in the defense | 11.2 ± 4.4‡ | 19.2 ± 10.0 | 22.0 ± 9.3§ | 5.7 ± 3.7 | 5.5 ± 2.7 | 10.4 ± 6.9 | 8.8 ± 4.3 | 11.4 ± 5.3 | 10.6 ± 5.2 |
| Total changes of direction | 18.4 ± 6.7†‡ | 37.9 ± 9.2 | 35.4 ± 11.1§ | 9.9 ± 4.2 | 8.5 ± 4.6 | 21.0 ± 6.1 | 16.9 ± 5.2 | 18.2 ± 6.8 | 17.2 ± 5.5 |
| One-on-one situations in the attack | 1.6 ± 1.1‡ | 6.3 ± 3.7‡ | 16.8 ± 10.3†§ | 1.1 ± 1.0 | 0.5 ± 0.7 | 3.5 ± 2.5 | 2.8 ± 2.8 | 8.7 ± 3.9 | 8.1 ± 6.9 |
| One-on-one situations in the defense | 4.1 ± 2.5†‡ | 12.9 ± 6.6 | 19.3 ± 8.9§ | 1.9 ± 2.0 | 2.2 ± 1.2 | 8.1 ± 4.5 | 4.8 ± 2.6 | 10.0 ± 4.7 | 9.3 ± 4.7 |
| Total one-on-one situations | 5.6 ± 2.3†‡ | 18.9 ± 6.6‡ | 36.4 ± 16.2†§ | 3.1 ± 2.0 | 2.5 ± 1.3 | 11.3 ± 5.0 | 7.6 ± 4.0 | 18.0 ± 7.9 | 17.6 ± 9.0 |

*Values are presented as mean ± SD.

†Significantly different ($p \leq 0.05$) from backcourt players.

‡From pivots.

§From wings.

||Significantly different ($p \leq 0.05$) from the first half of the match.

En suma, desde una perspectiva fisiológica, como se puede comprobar en las líneas anteriores, el balonmano se caracteriza por ser un deporte sumamente dinámico y veloz, donde se entrelazan habilidades técnicas, físicas y tácticas. La rapidez de juego, marcada por cambios constantes de dirección, precisos lanzamientos y movimientos explosivos, demanda a los jugadores una excelente condición física, agilidad, coordinación y trabajo en equipo.

Además, el contacto físico entre los jugadores, especialmente evidente en la disputa por el balón y en la defensa de la portería, añade un elemento de intensidad y desafío táctico al deporte. Así pues, el balonmano emerge como un deporte completo y exigente, donde la destreza técnica y la estrategia táctica se combinan.

1.2 LA FISIOLOGÍA DEL BALONMANO

En la relación a la fisiología del presente deporte, hay que destacar los esfuerzos intermitentes, como movimientos de aceleración y deceleración como en el fútbol, que son bastante habituales, llegando a recorrer hasta 4 km por partido, dependiendo de la posición ocupada en el campo (9,10), Además, Souhail, Castagna, Mohamed, Younes y Chamari (2010) confirman que la FC del jugador de balonmano permanece por encima del 85% del máximo durante un promedio del 83% del tiempo de juego, dejando en evidencia así la alta intensidad del balonmano.

Así pues, durante la práctica de este deporte, se alterna tanto movimientos de alta como de baja intensidad, además de movimientos especiales como pueden ser contactos, saltos o lanzamientos, entre otros (Hasan, Reilly, Cable, & Ramadan, 2007; Gorostiaga, Granados, Ibáñez, González-Badillo, & Izquierdo, 2006), pudiendo llegar a superar una FC de 160 lat/min (11). No obstante, también hay que destacar la presencia de movimientos como desplazamientos laterales o carreras hacia atrás, los cuales son movimientos que requieren de bastante energía y un mayor desgaste. (12)

El metabolismo aeróbico es el principal protagonista, además de intercalarse con el metabolismo anaeróbico cuando las acciones de alta intensidad lo demandan (9). No obstante, se ha demostrado con gran evidencia científica que la demanda del sistema de aporte energético anaeróbico láctico en jugadores de balonmano es elevada para la realización de las acciones de tipo explosivas y breve duración (13), tales como: lanzamientos, saltos, aceleraciones, etc (Cerdeño de la Cruz, Iván, 2018), llegando a observarse valores de lactato de 4.9 mmol/l (14). Además, otras investigaciones también han demostrado la gran e importante capacidad glucolítica de los jugadores de balonmano (15, 16)

1.3 COMPOSICIÓN CORPORAL, SOMATOTIPO, SOMATOCARTA

Wang et al. (1992) definen la composición corporal como el estudio de la biología humana que se centra en la medición in vivo de las diversas partes del cuerpo, así como en las formas en que se relacionan y cambian como resultado de una variedad de factores.

Los modelos de composición corporal ofrecen una variedad de tipos. El primer modelo en aparecer fue el modelo de dos compartimentos. Este toma en cuenta dos compartimentos a nivel molecular: la masa de

grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG), manteniendo las características químicas y la densidad de ambos. Debido a la evolución del modelo bicompartimental, se crearon otros modelos que organizaban el cuerpo en distintos compartimentos, como el modelo de tres compartimentos (MG, MLG y ACT) o el modelo de cuatro compartimentos (MG, MO, ACT y MR). El modelo multicompartimental, el más importante y conocido, establece niveles de composición corporal diferentes y sus respectivos compartimentos. También se clasifica en varios niveles, como podemos corroborar en la siguiente figura.

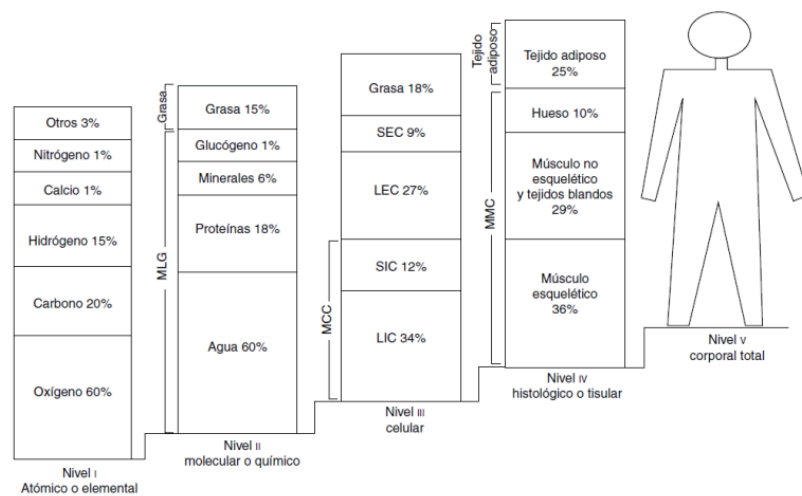


Figura 3: Modelo multicompartimental o de los 5 niveles de composición corporal

Adaptada de Tojo R, Leis R. Obesidad infantil. Factores de riesgo y comorbilidades. En: Serra L, Aranceta J, editores. Obesidad infantil y juvenil. Estudio en Kid. Barcelona: Masson; 2001. (17)

Aunque se abordan por separado, tanto la cineantropometría, como el análisis de la composición corporal y el somatotipo están estrechamente relacionados. El análisis de la composición corporal examina la morfología externa del individuo, pero considerando su composición y la predominancia de varios tejidos y sistemas, mientras que la cineantropometría se enfoca en identificar los componentes fundamentales que conforman la masa corporal (18)

El somatotipo fue propuesto por primera vez por Sheldon (1940) pero modificado por otros como Parnell (1985) o Heath y Carter (1967), se refiere a una forma fotográfica del perfil del atleta en tres partes (ISAK, 2001; Ros, 1991), lo cual nos puede ayudar para valorar la forma y la composición corporal del deportista. Mesomorfia, endomorfia y ectomorfia son las tres características que definen el somatotipo de

un deportista. Estos incluyen diversas características físicas que determinan la constitución de una persona. Las formas corporales redondeadas son conocidas como endomorfismo, que se refiere a la adiposidad relativa. Por otro lado, el mesomorfismo se caracteriza por la fuerza y la magnitud de los músculos, así que se refiere a la robustez músculo esquelética relativa. Mientras tanto, el ectomorfismo simboliza la delgadez y la linealidad relativa del físico.

La somatocarta, una representación bidimensional gráfica del somatotipo tridimensional, se obtiene mediante la utilización de varias ecuaciones después de obtener los valores de los componentes del somatotipo (Carter, 1996). Por lo tanto, después de recopilar los datos del somatotipo, se asigna a cada atleta una puntuación que indica los niveles de manifestación de las características endomorfia, mesomorfia y ectomorfia (Cabañas-Armesilla, 2009; Cejuela, 2009). Sin embargo, esta representación gráfica es muy útil para comparar diversas mediciones del mismo atleta o de diferentes grupos y observar su evolución.

La composición corporal adecuada de los deportistas está directamente relacionada con los mejores marcadores de rendimiento y capacidad física (19). Esta es una característica crucial para el desempeño de todos los deportistas. Por lo tanto, una composición corporal adecuada es crucial para el desarrollo y la aptitud física para maximizar los efectos del entrenamiento, mejorar el rendimiento y prevenir lesiones.

1.4 COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO EN EL BALONMANO

No podemos aplicar un estándar uniforme a todos los atletas, ya que cada deporte presenta particularidades físicas y fisiológicas distintas. Por ende, la composición corporal, las medidas antropométricas y el tipo de cuerpo varían significativamente entre ellos, mostrando notables diferencias entre diferentes disciplinas deportivas (20). Por ejemplo, en modalidades que requieran de fuerza y potencia deberán darle especial importancia al componente muscular, sin embargo en aquellas que requieran correr o saltar se beneficiarán de porcentajes de grasa bajos.

En el caso del balonmano, valores más altos tanto de MLG como de fuerza máxima y/o de potencia muscular de las extremidades superiores e inferiores (19), están directamente relacionados con mejores resultados en indicadores de rendimiento (19, 20). Además, según Hasan Et al., 2007, en este deporte, las dimensiones de los brazos pueden jugar un papel significativo en la precisión de los tiros y en las habilidades defensivas, mientras que la altura también se considera un factor crucial en el desempeño y

éxito de los jugadores en diversas acciones dentro del juego. Además, como hemos mencionado anteriormente, la velocidad es esencial para el desempeño del balonmano, por lo que tener una MM mayor y un % GC bajo suele ser una ventaja significativa (21).

Con el propósito de delinear un perfil característico de los jugadores de balonmano, sin distinción de posiciones, el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat ha proporcionado datos estadísticos significativos. Según estos datos, la edad media de los jugadores es de $21,9 \pm 3,2$ años, con una estatura promedio de $189,4 \pm 8,8$ cm y un peso medio de $92,9 \pm 9,7$ kg. Asimismo, se ha establecido un IMC promedio de $25,9 \pm 2,7$, con una predominancia de somatotipo mesomórfico en la somatocarta. En cuanto a la composición corporal, se han proporcionado valores porcentuales de grasa obtenidos mediante distintas fórmulas: % GC Faulkner $13,9 \pm 3,6$, % GC Yuhasz $10,5 \pm 3,5$, y % GC Drinkwater $11,3 \pm 3$. Por último, la MM se evaluó a través del % MM de Drinkwater, arrojando un valor medio de $45,7 \pm 3,3$.

1.5 COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO POR POSICIONES EN EL BALONMANO

No obstante, es muy relevante la caracterización de los deportes de equipo según las distintas posiciones en el juego, así como las variadas especialidades dentro de una misma disciplina, dado que estas pueden implicar notables diferencias (22). Por lo tanto, como se ha descrito anteriormente, los movimientos y funciones a realizar por los jugadores de balonmano varían en función de la posición que ocupen en el campo; obteniendo así valores de composición corporal diferentes pese a practicar un mismo deporte.

Así pues, en el presente apartado se van a analizar las diferentes posiciones existentes para caracterizar fisiológica y funcionalmente a los deportistas. Los extremos se caracterizan por su excepcional capacidad para realizar sprints, así como por poseer un impresionante salto vertical. Estas características físicas explican su diferente composición respecto a otros jugadores; siendo estos, los extremos, los jugadores dentro de la plantilla que presentan valores más bajos en cuanto altura, % GC y volumen muscular (23) ya que son los que menos participan en situaciones de contacto. Esto se debe a que, en esta posición específica, la altura no ejerce una influencia significativa, y mantener niveles elevados de MG o MM podría no resultar ventajoso para su desempeño en el juego.

Los pivotes son los jugadores que muestran cifras más altas en cuanto a PC, IMC, % MG y potencia física (24), presentando así unos valores mayores tanto en términos de MM como de tejido adiposo, y medidas

transversales esqueléticas (22). Esto se debe a que los jugadores que ocupan estas posiciones son los que más duelos contra oponentes se enfrentan, teniendo grandes esfuerzos de contacto. Por lo tanto, destacan por el gran desgaste muscular que supone el correcto desarrollo de su función, por lo que tener una mayor cantidad de MMT podría ser ventajoso para estos. Además, dicha composición corporal favorecerá el mantenimiento de la estabilidad, el contacto con el oponente y la restauración del equilibrio (22)

Los laterales y los centrales son posiciones con demandas similares, pero con alguna diferencia. Los jugadores laterales también se enfrentan a numerosas situaciones de uno contra uno, lo que supone que sufrirán muchas situaciones de contacto. Además, de ser quiénes más lanzamientos exteriores ejecutan, la altura supone un punto crucial para estos ya que así tienen un mayor control visual de la cancha y además les ofrece la ventaja de lanzar por encima de los defensores (22). Por consiguiente, tienen una estatura promedio más alta. Además, ocupan la segunda posición en cuanto a PC y MC (24), aunque con un menor % GC que los pivotes (23).

Los centrales, por el contrario, son jugadores que no suelen recurrir tanto al lanzamiento exterior, es decir, al lanzamiento que se hace por encima de la defensa. Suelen presentar valores de estatura y PC ligeramente inferiores a los laterales, pero obteniendo una composición corporal muy similar a la de estos (24). Además, debido a sus funciones dentro del campo, suelen registrar valores altos de FC máx, superando hasta el 80%. (6)

Por último, los porteros, son aquellos que más se diferencian respecto a las otras posiciones, por lo que poseen composiciones corporales y demandas fisiológicas diferentes, teniendo tanto una constitución atlética como una dimensión longitudinal destacada (6). Los porteros se caracterizan por tener niveles más altos de GC, incluso superando a pivotes en según qué estudios, y por lo general, unos valores menores tanto de fuerza muscular como de MM (25). Las amplitudes biacromial y bicrestal toman gran importancia en estos, puesto que facilitan un cubrimiento de la portería mucho más eficiente (26). Además, estos se corresponden con la posición de campo que menor tiempo total pasan por encima del 80% de la FC máx (27), mostrando así los niveles más reducidos de FC del equipo puesto que actúan en un espacio limitado y sus acciones destacan por ser de ejecuciones rápidas y explosivas con una duración de segundos. (6)

Tabla 2: Diferencias antropométricas de los jugadores de balonmano según su posición (28)

| | <i>n</i> | Age (years) | Body mass (kg) | Height (m) | Percentage body fat |
|-------------------|----------|-------------|----------------|--------------|-------------------------|
| Goalkeeper | 4 | 26 (2.5) | 91.5 (6.8) | 1.89 (2.0) | 20.2 [#] (1.4) |
| Back | 9 | 23 (1.2) | 88.0 (8.0) | 1.93* (3.20) | 12.4 [#] (3.3) |
| Pivot | 3 | 24 (2.3) | 98.2 (12.9) | 1.92 (7.2) | 13.4 (2.6) |
| Wing | 5 | 23 (1.6) | 84.1 (5.9) | 1.82* (4.8) | 15.1 (2.8) |
| Mean (<i>s</i>) | | 24.3 (3.4) | 88.6 (7.5) | 1.89 (5.5) | 15.4 (3.7) |

Notes: *Significantly different between backs and wings ($P < 0.01$).

[#]Significantly different between goal keepers and backs ($P < 0.01$).

1.6 TÉCNICAS ACTUALES DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Una parte importante de la evaluación del estado nutricional es el análisis de la composición corporal, como hemos visto anteriormente. Este nos permite cuantificar las reservas corporales del organismo, lo que nos permite identificar y resolver problemas nutricionales. Además de vigilar el desarrollo, la maduración y los cambios específicos en nuestra composición causados por factores tanto internos como externos (29)

Los diferentes métodos de medición de la composición corporal nos permiten cuantificar de manera in vivo diferentes datos de interés como los porcentajes de grasa, de masa muscular, de agua corporal o la masa ósea, entre otros (30). Existen varios métodos para evaluar la composición corporal como son los directos, los indirectos y los doblemente indirectos. Entre los métodos directos encontramos la disección de cadáveres. Por otro lado, en los métodos indirectos destacan las técnicas de imagen (TC, RMN, DXA, ultrasonidos), los métodos físicos (DH, PDA) y los métodos químicos (análisis de la activación de neutrones, métodos isotópicos y marcadores químicos en orina). Por último, los doblemente indirectos están compuestos por antropometría, bioimpedancia, TOBEC y NIR. (31)

Dado que algunas de las técnicas estudiadas tienen escasa aplicación clínica debido a la complejidad técnica y la falta de equipo, las formas actuales de evaluación de la composición corporal ofrecen una variedad de mecanismos, por lo que es crucial comprender su funcionamiento. No hay un método perfecto para evaluar la composición corporal que pueda evaluar con precisión cada uno de los diferentes departamentos del cuerpo mediante análisis directos. Por lo tanto, para elegir la mejor opción para sus necesidades, es importante comprender los diferentes métodos, así como sus ventajas y desventajas.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de algunos métodos de evaluación de la composición corporal. (31)

| Método | Ventajas | Desventajas |
|-------------------------|--|---|
| TAC | Gran precisión y repetitividad | Exposición a altas radiaciones y material caro |
| RMN | Gran precisión y repetitividad para el tejido adiposo y muscular en todo el cuerpo y zonas específicas | Caro, realización manual de las mediciones, variación dependiente de la configuración del escáner |
| DXA | Fácil de usar, baja radiación, muy preciso para extremidades y grasa | Caro y se requiere de un radiólogo especializado para ser manejado |
| Plestimografía | Precisión y rapidez | Material caro y poco preciso en algunas enfermedades |
| Impedancia bioeléctrica | Barato, portátil, simple, seguro y rápido | Para población específica, mala precisión en individuos y grupos |
| Antropometría | Barato, no invasivo | Baja reproducibilidad, sensibilidad y especificidad |

No obstante, un error común que encontramos en la actualidad, es que se usan los diferentes métodos de evaluación de composición corporal indistintamente, dando por hecho que todo es grasa y todos evalúan lo mismo, y por ende sus resultados son comparables entre sí. Sin embargo, el tejido adiposo está formado por un 90% de masa grasa y un 10% de agua más minerales; por otro lado, la masa grasa (triglicéridos) está compuesta por un 83% de lípidos y un 16% de glicerol, y por último, la masa lipídica se compone de lípidos únicamente. Por lo tanto, no es lo mismo lípido que grasa o que tejido graso, no debemos usar estos términos indistintamente.

Así pues, es crucial entender el correcto funcionamiento de cada técnica para así saber con qué nivel de la composición corporal estamos trabajando, y por ende, ver si los resultados reportados por dos técnicas pueden ser comparables entre sí. Por ejemplo, los resultados reportados por un DXA no serían comparables con la BIA, ya que el DXA se centra en el nivel 4 (tisular) por lo que mide el tejido adiposo, y la BIA se centra en el nivel 2 (molecular) por lo que mide el tejido lipídico.

Tanto la antropometría como la impedancia bioeléctrica son los métodos de evaluación de la composición corporal más utilizados en la nutrición deportiva porque son no invasivos y accesibles para prácticamente cualquier tipo de población, además de darnos unos resultados de manera rápida. (Reilly, 2008).

1.7 BIOIMPEDANCIA COMO TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La bioimpedancia, también conocida como impedancia eléctrica, es una de las técnicas de evaluación de la composición corporal más utilizadas desde hace más de tres décadas. Esta técnica se basa en la idea de que diferentes materiales con diferentes características físicas reaccionan de manera diferente cuando una corriente eléctrica pasa por ellos.

Es decir, consiste en predecir la composición corporal en función de las propiedades conductoras eléctricas del cuerpo, midiendo así las propiedades eléctricas (impedancia, resistencia, reactancia y ángulo de fase) para con esto estimar la densidad corporal y con ello la masa lipídica.

Es un modelo de evaluación de la composición corporal doble indirecto, es decir, usa dos ecuaciones de regresión lineal o algoritmos (una para estimar la densidad corporal y una segunda para estimar la composición corporal). Este método se basa en el nivel II (molecular) de la composición corporal, dando valores de masa lipídica (\neq grasa aunque se denomine así) y masa libre de lípidos (\neq masa libre de grasa aunque se denomine así). El agua y la masa magra tienen alta conductividad y baja impedancia, mientras que la grasa tiene baja conductividad y alta impedancia (32). Así pues, esto nos permite determinar la cantidad de agua del organismo e indirectamente los porcentajes de los componentes graso y magro, ya que éste último contiene prácticamente toda el agua corporal.

La resistencia (R) y la reactancia (Xc) son los dos componentes principales de la impedancia corporal (Z), según la ecuación $Z^2 = R^2 + Xc^2$. La R se refiere a la resistencia de los diversos tejidos corporales al paso de la corriente eléctrica correspondiente. Sin embargo, la Xc se refiere a la resistencia producida por la capacidad correspondiente de los diversos tejidos y membranas celulares.

Ningún analizador de BIA mide directamente los compartimentos corporales, pero este método rápido y no invasivo, económico y transportable permite obtener unas lecturas bioeléctricas (resistencia, reactancia y ángulo de fase) que se combinan con otras variables físicas (altura, peso, edad, sexo y tipología física) para calcular los compartimentos corporales, y así obtener de manera rápida una evaluación de la composición corporal del sujeto a estudiar.

La tetrapolar, que consiste en la colocación de cuatro electrodos, es la forma más común de realizar una BIA de cuerpo entero. Estos electrodos se colocan para introducir una corriente alterna y otros para recoger esta corriente, sin embargo, para impedir interferencias que nos produzcan valores erróneos en la toma de medidas, las medidas deberán ser tomadas en posición de decúbito supino, y además los electrodos deberán colocarse con una distancia mínima 4-5 cm entre ellos. No obstante, son varios los factores que deben tenerse en cuenta a parte de los nombrados, ya que también pueden tener un impacto en la confiabilidad y precisión del análisis, como por ejemplo el tipo de equipo utilizado, la ubicación y cantidad de electrodos, el nivel de hidratación, la ingesta de alimentos y líquidos previa, el consumo de alcohol, la actividad física, el ciclo menstrual, los medicamentos, objetos metálicos, la temperatura ambiente y la temperatura corporal, entre otros.

En la actualidad, existen numerosos dispositivos utilizados para evaluar la composición corporal a través de la BIA. Estos dispositivos se pueden clasificar según varios criterios. Según el método de medida, podemos encontrar aquellos de mono frecuencia (trabajan normalmente a 50 kHz) o de multifrecuencia (trabajan a distintas frecuencias), y según el número y la posición de los electrodos, podemos encontrar aquellos de bipolar (2 electrodos), tetrapolar (4 electrodos), etc.

1.8 ANTROPOMETRÍA COMO TÉCNICA DE EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

La intersección cuantitativa entre la estructura y la función es lo que se conoce como cineantropometría. Este término, creado por Hill Ross en 1972 y compuesto por tres palabras etimológicas: cine (del griego kinein, que significa movimiento), antropo (del griego anthropos, que refiere al ser humano) y metría (del griego metrein, que implica medición), representa un campo científico que emplea mediciones antropométricas para analizar su relación con variables funcionales. Por lo tanto, la cineantropometría es un campo académico que utiliza medidas antropométricas en relación con otros campos científicos y/o áreas como el movimiento humano, la fisiología o las ciencias de la salud aplicadas (33).

Por otro lado, la antropometría se basa en la medición y el análisis de las dimensiones y proporciones del cuerpo humano. Es decir, es un método de medición a través del cual obtenemos información gracias a un conjunto de técnicas y procedimientos científicos utilizados para medir las dimensiones superficiales del cuerpo humano, como longitudes, diámetros, perímetros y pliegues, utilizando material especializado (33). El procesamiento de las medidas obtenidas con las respectivas ecuaciones y comparación con tablas

de referencia poblacional, nos dan una idea clara de la composición corporal del estudiado y la situación nutricional en la que se encuentra. En otras palabras, es el estudio del cuerpo humano en términos de tamaño, forma, composición, estructura y proporcionalidad con el objetivo de comprender la evolución humana en relación con el crecimiento, el estado nutricional, la actividad física y el entrenamiento físico-deportivo (Ross, 1988).

Sin embargo, para asegurarse de que la técnica, las herramientas y las ubicaciones de medición sean consistentes, la Sociedad Internacional para el Avance de la Antropometría (ISAK) ha establecido una estandarización internacional de protocolos (16). El 20 de julio de 1986, se estableció la Sociedad Internacional para el Avance de la Antropometría (ISAK) con el objetivo de establecer un área dinámica de labor científica mediante la creación y mantenimiento de una red internacional de profesionales que representen a la comunidad mundial que trasciende la geografía, la política y los límites de diferentes disciplinas.

La antropometría, como se ha citado anteriormente, es un método rápido, económico, no invasivo que permite la evaluación en diferentes contextos y aporta más resultados que la composición corporal en comparación con otras técnicas de análisis de la composición corporal. Esta técnica según en los compartimentos que dividamos al cuerpo, puede ser bicompartimental, tetracompartimental o pentacompartimental. El modelo bicompartimental, se centra en el nivel II o molecular, determinando tanto la masa lipídica (\neq grasa aunque se denomine así) como la masa libre de lípidos (\neq masa libre de grasa aunque se denomine así). Sin embargo, el modelo tetracompartimental, se centra en el nivel II o molecular para determinar la masa lipídica y para el restos de masas en el nivel IV o tisular. Por último, el modelo pentacompartimental, se centra directamente en el nivel IV o tisular.

No obstante, hay que destacar que los resultados obtenidos mediante esta técnica, en un mismo individuo pueden variar mucho en función de la técnica de medición que se realice y otros factores tanto internos como externos (realización reciente de ejercicio, gran adiposidad subcutánea, retención de líquidos, etc). También, al ser un método doble indirecto, va a acumular el error de dos ecuaciones de regresión lineal.

En el estudio antropométrico, debemos garantizar en todo momento la comodidad del individuo, para garantizar, la habitación designada para el estudio debe ser espaciosa y tener una regulación de temperatura. Además, a la hora de hacer una evaluación de la composición corporal, también se debe tener en cuenta otras recomendaciones como puede ser proporcionar una explicación general sobre el

objetivo del estudio, resaltando la importancia de mantener la posición indicada durante las mediciones, siendo la posición antropométrica lo ideal. También es importante mantener una distancia respetuosa con el individuo, respetando su espacio personal en todo momento (proxémica), además de ser respetuoso también con los aspectos socioculturales al tacto (háptica).

El antropometrista deberá seguir una secuencia de arriba hacia abajo al realizar las marcas y medidas antropométricas. Los instrumentos de medida se manipularán con la mano derecha y se aplicarán suavemente sobre la piel del individuo, midiendo el lado derecho siempre y cuando no haya ninguna contraindicación (lesión o amputación) según ISAK. Además, todas las medidas se realizarán dos veces y se calculará la media de los tres valores correspondientes a cada medida para obtener resultados precisos. Sin embargo, si la diferencia entre las dos medidas tomadas es mayor del 5% para pliegues y del 1% para las demás medidas, será necesario tomar una tercera según el protocolo establecido en el Manual de ISAK.

Además, los equipos utilizados deben estar correctamente equilibrados. El material antropométrico a utilizar será de un tallímetro, báscula, cajón antropométrico, medidor de envergadura, cinta métrica, plicómetro o compás de pliegues cutáneos y paquímetro. Atendiendo al protocolo ISAK 1, las mediciones a tomar se pueden clasificar en: medidas básicas (masa corporal, talla sentado, envergadura de brazos, talla), pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, bicipital, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), perímetros (brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera, muslo medio y pierna), y por último, diámetros (húmero, biestiloideo, fémur). Así pues, las medidas incluidas en el perfil restringido constan de 4 medidas básicas, 8 pliegues cutáneos, 6 perímetros y 3 diámetros.

2. INTERÉS DEL TRABAJO REALIZADO

El balonmano ocupa el séptimo lugar entre los deportes con mayor número de jugadores y jugadoras federados durante el año 2018, según datos recientes (1). Sin embargo, esta cifra está significativamente por debajo de deportes más populares como el fútbol, baloncesto, caza o golf, entre otros. Esta diferencia en la popularidad se refleja en la disponibilidad limitada de literatura científica dedicada a este deporte.

La falta de atención académica en el balonmano, comparado con otros deportes, limita nuestra comprensión de numerosos aspectos relacionados tanto como la preparación física y el rendimiento de sus jugadores. Por lo tanto, en este contexto, mi trabajo académico cobra especial relevancia al buscar llenar

este vacío investigando aspectos cruciales como la composición corporal y el somatotipo de los jugadores profesionales de balonmano, utilizando métodos de antropometría e impedancia bioeléctrica.

Tras una exhaustiva búsqueda de información acerca de las características antropométricas, en relación con la composición corporal y somatocarta, de los jugadores de balonmano con distinción de posiciones, no fue posible encontrar ninguna institución u organismo oficial con cierto renombre, que nos ofreciera estos datos. Así pues, el presente trabajo académico cobra aún más importancia intentando aportar información específica sobre las diferentes posiciones y sus características.

En resumen, mi proyecto contribuirá al aporte de conocimientos en este campo y proporcionará información valiosa para mejorar el rendimiento de los jugadores profesionales de balonmano. Los resultados de mi estudio podrían influir en las estrategias de nutrición personalizadas y en el enfoque de gestión del rendimiento adaptados a las necesidades únicas de las diferentes posiciones.

3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS DEL TRABAJO

Objetivo Principal:

El principal objetivo del presente trabajo académico consiste en analizar la composición corporal de jugadores profesionales pertenecientes a un club de balonmano mediante antropometría e impedancia bioeléctrica.

Objetivos secundarios:

- Valoración de la masa grasa y muscular por impedancia bioeléctrica de los deportistas.
- Valoración antropométrica de la masa grasa, masa muscular esquelética y masa ósea de los deportistas.
- Valoración del somatotipo (endomorfia, ectomorfia y mesomorfia) de los deportistas.
- Valoración de la somatocarta de los deportistas.
- Comparación de la composición corporal y somatotipo entre las diferentes posiciones.
- Comparación de la composición corporal con valores de referencia establecidos.
- Comparación de la somatocarta y somatotipo con valores de referencia establecidos.

4. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente estudio consiste en recopilar los datos acerca de la composición corporal de diferentes jugadores en un determinado momento y describirlos. Así pues, es un estudio transversal descriptivo.

Un estudio transversal descriptivo recopila datos de una población o muestra en un momento determinado sin rastrear a los participantes a lo largo del tiempo. En otras palabras, representa a la población estudiada en un momento específico, siendo su objetivo describir la prevalencia de una condición o característica en una población en un momento determinado, no establecer relaciones causales.

Así pues, contextualizando con el presente trabajo académico, se recopilaron datos de la composición corporal de los jugadores profesionales de balonmano de la primera plantilla del Club Balonmano Huesca mediante antropometría e impedancia bioeléctrica, y posteriormente se compararon con valores de referencia establecidos para el jugador de balonmano, sin distinción de posiciones, según el CAR. Además, también se corroboró las diferencias que existen entre las diferentes posiciones en un equipo según la literatura científica disponible.

4.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se han establecido tanto criterios de inclusión (características que deben poseer los participantes para ser admitidos en el estudio) como criterios de exclusión (características que descalifican a los participantes de formar parte del estudio) para poder participar en el estudio, para así ayudar a garantizar que la muestra sea adecuada y representativa para los correspondientes objetivos de la investigación.

Criterios de inclusión:

- Formar parte del primer equipo
- Estar jugando de forma habitual actualmente.
- Estar entrenando de forma habitual actualmente.
- Decidir participar voluntariamente en el estudio.

Criterios de exclusión:

- Estar lesionado actualmente
- No estar entrenando por cualquier motivo.
- No estar jugando competición por cualquier motivo.

4.3 SUJETOS

Se estudiarán todos los jugadores profesionales de la plantilla del primer equipo masculino del Club de Balonmano de Huesca (BADA). El total de la muestra está compuesta por 16 jugadores, de los cuales dos son porteros, cuatro son extremos, cinco son laterales, tres centrales y dos pivotes.

Los jugadores profesionales de balonmano, que son parte del presente estudio de fin de grado, cumplen con todos los criterios de inclusión citados anteriormente, y no cumplen con ningún criterio de exclusión. Por lo tanto, contamos con una muestra adecuada y representativa para el correcto desarrollo del estudio.

4.4 MATERIAL

Para la valoración de la composición corporal se utilizará por un lado un equipo de BIA denominado “Segmental Body Composition Monitor” modelo TANITA BC 545N Innerscan. Por otro lado, se tomarán mediciones antropométricas utilizando el siguiente material prestado por la UNIZAR: tallímetro de pared (precisión: 1 mm), báscula (precisión: 100 g), cinta métrica inextensible modelo SECA 201 (precisión: 1 mm), paquímetro de diámetros óseos (precisión: 1 mm); e) plicómetro modelo GIMA FAT-1 (precisión: 0,2 mm); f) cajón antropométrico; g) lápiz dermatográfico; h) hoja de registro. Por tanto, los materiales utilizados son:

- Segmental Body Composition Monitor
- Tallímetro o estadiómetro de pared
- Báscula
- Cinta métrica inextensible

- Paquímetro de diámetros óseos
- Plicómetro Holtain
- Cajón antropométrico
- Lápiz dermatográfico
- Hoja de registro

4.5 PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

El procedimiento del presente trabajo académico se resume en la realización de un estudio transversal descriptivo, a través del cual se tomaron medidas antropométricas y también se hizo un análisis de la composición corporal mediante bioimpedancia, para conocer el estado de la plantilla del BADA, y comparar a su vez los valores obtenidos entre las diferentes posiciones y con valores de referencia establecidos por la actual literatura científica.

En primer lugar, antes de la realización del análisis de la composición corporal tanto por el método de antropometría como de BIA, todos los participantes, los dieciséis, fueron informados de todo relacionado con el estudio, y obtuvimos tanto el consentimiento informado como la aprobación del estudio por parte del CEICA y CUSTOS (anexo 1,2), requisitos imprescindibles para empezar el proyecto.

El presente estudio fue realizado en todas las mediciones por la misma persona, en este caso por el autor del trabajo. Las mediciones fueron todas tomadas en el mismo mes, se realizaron durante el mes de febrero de 2024, y también en el mismo rango de horarios, empezando siempre a las 19:00 horas. En el estudio antropométrico, se tomaron las siguientes medidas: medidas básicas (MC y talla), pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo, pierna), perímetros (brazo relajado, brazo contraído y flexionado, cintura, cadera, muslo medio, pierna)) y diámetros (húmero, biestiloideo y fémur).

Para la valoración se siguió un protocolo similar para todos los jugadores, que fueron medidos por duplicado y antes de los entrenamientos, acompañado el autor por un antropometrista acreditado nivel 1. Además, se avisó a los participantes que no deberán ingerir alimento durante los 30 minutos anteriores al inicio de las pruebas, mantener un buen estado de hidratación, así como no beber líquidos y realizar la última micción y/o defecación 30 minutos antes del inicio de las pruebas programadas.

Después del estudio antropométrico, se realizó el estudio de BIA de los jugadores, realizado mediante una báscula “Segmental Body Composition Monitor”, concretando más el modelo de la báscula era TANITA BC 545N Innerscan. El funcionamiento de dicho material es el tetrapolar, el cual consiste en la colocación de cuatro electrodos. Estos electrodos se colocan para introducir una corriente alterna y otros para recoger esta corriente, sin embargo, para impedir interferencias que nos produzcan valores erróneos en la toma de medidas, las medidas deberán ser tomadas en posición de decúbito supino.

No obstante, para obtener resultados válidos, se informó a los jugadores de factores a tener en cuenta para la realización de dichas mediciones, como por ejemplo no llevar encima objetos metálicos, utilizar la báscula sin calcetines, no ingerir líquidos ni alimentos previamente, entre otros.

El tiempo de medición para cada jugador fue de 10-15 min. Por lo tanto, se realizarán mediciones a dos jugadores cada día, siendo un total de 8 jugadores a lo largo de la semana. En dos semanas se completaron todas las mediciones y estas se harán dos veces, se hará el duplicado. Las mediciones se hicieron en días de entrenamiento y se pactaron con dirigentes del club en función del día que mejor les venga, para así no incomodar la logística del equipo. Las medidas se hicieron, para no interferir mucho en la dinámica del equipo, en el pabellón de entrenamiento, es decir, en las instalaciones del Club Balonmano Huesca.

Tras la obtención de datos, a través de la plataforma Easydiet se calcularon las medidas antropométricas de los diferentes jugadores (IMC, MG, MM, MO, endomorfia, ectomorfia y mesomorfia). Una vez obtenidos los datos de los jugadores, se hizo una media por posiciones para así obtener valores de referencia para estas. Por último, se calculó la media general de todos los participantes y así obtener la media que representa a la plantilla del Club Balonmano Huesca.

Esta última media es la que se ha comparado con los valores de referencia establecidos por la actual literatura científica disponible. En este caso, han sido comparados por los datos aportados por el CAR, una entidad de importante peso y rigor científico.

En cuanto al tratamiento estadístico de los datos, al tener una muestra de jugadores pequeña, con pocos representantes en algunas posiciones como puede ser portero o pivote, en los cuales sólo hay dos representantes. Decidimos que no era muy coherente hacer ninguna prueba estadística, como Tabla T student o ANOVA, por lo que se calcularon tanto las medias como las desviaciones estándar y con ello se comparó y se discutió acerca de los objetivos planteados en el presente trabajo académico,

4.6 ASPECTOS ÉTICOS

Al tratar con datos personales de los participantes, para el correcto desarrollo de este trabajo debíamos obtener la aprobación y/o autorización por parte del Comité Ético de la Comunidad de Aragón (CEICA). Además, también fue necesario rellenar otros documentos de interés para obtener la autorización de la Universidad de Zaragoza, y así cumplir con la Ley de Protección de Datos (CUSTOS).

En el CEICA, debimos explicar al detalle todo lo relacionado con nuestra idea de trabajo: datos de los responsables del estudio, alcance y financiación del estudio, características del estudio, tratamiento de datos personales, medidas de seguridad de la información, tareas del equipo de investigación, justificación del estudio, hipótesis, objetivos, metodología, aspectos éticos y cronograma y plan de trabajo.

En CUSTOS, que es el procedimiento de autorización de nuevos tratamientos de la Universidad de Zaragoza, debimos explicar todo lo que nos solicitaban: datos de contacto del solicitante, título del proyecto, base jurídica del tratamiento, finalidad del tratamiento, colectivo del que se precisan datos personales, categorías de los datos personales que se precisan, procedencia y procedimiento de recogida de datos, tipos de actividades del tratamiento, encargados del tratamiento por cuenta de la Universidad de Zaragoza, comunicación de datos, transferencia internacionales de datos, duración del tratamiento, gestión de los datos, identificación de los sistemas implicados, copias de seguridad, responsable y encargado, documentación relacionada.

En ambos trámites se adjuntan documentos importantes para el adecuado desarrollo del trabajo, como lo son el consentimiento informado de los participantes y el consentimiento informado por parte del responsable del club tanto para realizar el estudio en la plantilla como para el uso de las instalaciones (anexo 3,4,5)

Este proceso se llevó a cabo de manera conjunta debido a que tanto para CEICA como CUSTOS es imprescindible que haya la aprobación de la otra parte. Estos se realizaron antes de realizar las mediciones y una vez que se emitieron los informes favorables por parte de ambas instituciones se precedió a la recogida de datos y por ende al desarrollo del trabajo académico.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 MEDIDAS GENERALES DE LOS JUGADORES

En primer lugar, la Tabla 1 resume las características generales de los jugadores profesionales de balonmano que conforman el presente trabajo académico. Dentro de estas características generales, encontramos información acerca de la edad, la posición ocupada en el campo, la nacionalidad y el género.

Tabla 1: Características generales de los sujetos

| Nº JUGADOR | EDAD | POSICIÓN | NACIONALIDAD | GÉNERO |
|------------|---------|----------|--------------|-----------|
| 1 | 36 años | Portero | Brasileño | Masculino |
| 2 | 22 años | Lateral | Español | Masculino |
| 3 | 22 años | Extremo | Español | Masculino |
| 4 | 21 años | Extremo | Español | Masculino |
| 5 | 28 años | Lateral | Esloveno | Masculino |
| 6 | 24 años | Central | Español | Masculino |
| 7 | 19 años | Lateral | Español | Masculino |
| 8 | 24 años | Central | Español | Masculino |
| 9 | 30 años | Portero | Español | Masculino |
| 10 | 23 años | Pivote | Ucraniano | Masculino |
| 11 | 23 años | Central | Español | Masculino |
| 12 | 31 años | Pivote | Brasileño | Masculino |
| 13 | 23 años | Lateral | Cubano | Masculino |
| 14 | 21 años | Lateral | Cubano | Masculino |
| 15 | 32 años | Extremo | Español | Masculino |

| | | | | |
|----|---------|---------|---------|-----------|
| 16 | 26 años | Extremo | Español | Masculino |
|----|---------|---------|---------|-----------|

Así pues, podemos observar que la muestra de nuestro estudio cuenta con un total de 16 jugadores, siendo todos de género masculino. En cuanto a la edad, nuestros participantes tienen una edad media de 25,3 ($\pm 4,8$) años. El grupo estudiado presenta una gran variedad en relación con las posiciones ocupadas en el campo, contando con un total de 2 porteros, 2 pivotes, 2 centrales, 5 laterales y 4 extremos.

Sin embargo, también cabe destacar la clara predominancia de la nacionalidad española en la plantilla del BADA, representando un 62,5% con respecto al total. También encontramos representantes de otras nacionalidades, las cuales son brasileña, cubana, ucraniana y eslovena. Todos estos datos son importantes para situarnos en el contexto de cada jugador y así poder hacer un proyecto mucho más interesante y completo.

5.2 COMPOSICIÓN CORPORAL POR ANTROPOMETRÍA Y SOMATOTIPO CON DISTINCIÓN DE POSICIONES

En segundo lugar, en la Tabla 2 se puede observar las medias (X) y desviaciones estándar (DT) de las medidas antropométricas directas según las posiciones de juego. Se ha decidido agrupar por posiciones para facilitar la correcta comprensión de los resultados obtenidos y además dicha agrupación puede ser realmente muy útil, sin embargo, las medidas antropométricas directas individuales, es decir, de cada jugador, se pueden encontrar al final del trabajo (anexo 6).

TABLA 2: Media y desviación estándar de las medidas antropométricas directas según posiciones de juego

| <i>POSICIONES</i> | <i>PORTERO(n=2)</i> | <i>PIVOTE (n=2)</i> | <i>CENTRAL (n=3)</i> | <i>LATERAL (n=5)</i> | <i>EXTREMO (n=4)</i> |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Masa corporal (kg) | 96,1 ($\pm 5,5$) | 110,2 ($\pm 1,4$) | 88,9 ($\pm 1,8$) | 98,6 ($\pm 7,8$) | 83,9 ($\pm 10,0$) |
| Talla (cm) | 192 ($\pm 2,8$) | 194 ($\pm 4,2$) | 184 ($\pm 3,6$) | 195,4 ($\pm 3,6$) | 180,5 ($\pm 9,0$) |
| Tríceps (mm) | 11,3 ($\pm 6,7$) | 10,8 ($\pm 0,4$) | 6,2 ($\pm 1,6$) | 6,0 ($\pm 1,5$) | 8,7 ($\pm 3,0$) |

| | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Subescapular (mm) | 10,3 ($\pm 2,1$) | 15,1 ($\pm 3,7$) | 8,8 ($\pm 2,6$) | 9,1 ($\pm 1,7$) | 10,3 ($\pm 2,1$) |
| Bíceps (mm) | 4,4 ($\pm 1,2$) | 4,1 ($\pm 0,5$) | 3,6 ($\pm 0,5$) | 3,0 ($\pm 0,6$) | 4,1 ($\pm 2,0$) |
| Cresta iliaca (mm) | 13 ($\pm 1,6$) | 25,6 ($\pm 5,1$) | 10,8 ($\pm 5,5$) | 10,8 ($\pm 1,7$) | 16 ($\pm 4,0$) |
| Supraespinal (mm) | 10,1 ($\pm 3,5$) | 16,8 ($\pm 4,0$) | 7,34 ($\pm 3,2$) | 5,7 ($\pm 0,6$) | 8,0 ($\pm 2,5$) |
| Abdominal (mm) | 17,3 ($\pm 4,2$) | 26,5 ($\pm 10,6$) | 10,2 ($\pm 4,6$) | 8,7 ($\pm 0,7$) | 17,2 ($\pm 1,1$) |
| Muslo (mm) | 11,4 ($\pm 0,9$) | 22 ($\pm 1,4$) | 8,8 ($\pm 3,9$) | 8,1 (2,9) | 11,3 ($\pm 6,7$) |
| Pierna (mm) | 6,2 ($\pm 2,3$) | 10,5 ($\pm 3,5$) | 4,5 ($\pm 0,5$) | 5,4 ($\pm 2,0$) | 6,3 ($\pm 1,7$) |
| Brazo relajado (cm) | 34,4 ($\pm 0,5$) | 35,4 ($\pm 0,0$) | 35,4 ($\pm 1,7$) | 35,1 ($\pm 1,1$) | 33,0 ($\pm 2,2$) |
| Brazo contraído y flexionado (cm) | 37,1 ($\pm 0,6$) | 38,7 ($\pm 0,1$) | 39 ($\pm 1,2$) | 38,4 ($\pm 0,9$) | 35,4 ($\pm 1,9$) |
| Cintura (cm) | 90,3 ($\pm 2,2$) | 94,9 ($\pm 3,4$) | 86,6 ($\pm 1,1$) | 86,3 ($\pm 5,0$) | 87,3 ($\pm 3,9$) |
| Cadera (cm) | 102,7 ($\pm 7,8$) | 111,3 ($\pm 1,3$) | 100,3 ($\pm 3,9$) | 103,6 ($\pm 5,8$) | 103,1 ($\pm 5,9$) |
| Muslo medio (cm) | 56,9 ($\pm 2,4$) | 61,5 ($\pm 2,5$) | 56,9 ($\pm 3,3$) | 58,2 ($\pm 2,8$) | 55,2 ($\pm 4,3$) |
| Pierna (cm) | 42,2 ($\pm 1,2$) | 42,4 ($\pm 0,2$) | 40,3 ($\pm 1,4$) | 40,1 ($\pm 2,5$) | 40,4 ($\pm 4,7$) |
| Húmero (cm) | 7,5 ($\pm 0,1$) | 7,6 ($\pm 0,3$) | 7,2 ($\pm 0,2$) | 7,5 ($\pm 0,2$) | 6,9 ($\pm 0,4$) |
| Biestiloideo (cm) | 6,1 ($\pm 0,4$) | 6,3 ($\pm 0,1$) | 6,0 ($\pm 0,4$) | 6,3 ($\pm 0,3$) | 5,9 ($\pm 0,4$) |
| Fémur (cm) | 10,5 ($\pm 0,8$) | 10,6 ($\pm 0,5$) | 10,0 ($\pm 5,8$) | 10,5 ($\pm 0,3$) | 10 ($\pm 0,4$) |

Como se puede observar, los pivotes son los jugadores que tienen valores más altos de MC (110,2 kg), seguidos de los porteros (96,1 kg) que ocupan el segundo puesto. Por el contrario, los extremos destacan por ser los jugadores con los valores más inferiores de MC dentro de la plantilla (83,9 kg), con una gran diferencia con el resto de posiciones.

La altura es el punto fuerte de los laterales, ya que son los jugadores más altos de la plantilla (195,4 cm), y en contraposición tenemos los extremos, los cuales se corresponden con los valores más bajos de altura (180,5 cm). No obstante, tanto los pivotes como los porteros también tienen valores considerablemente altos respecto a la talla (194 cm y 192 cm respectivamente).

En relación con el sumatorio de pliegues cutáneos, hay una gran diferencia entre las diferentes posiciones. Los pivotes son, con mucho diferencia, los jugadores que tienen un mayor sumatorio de pliegues (131,4 mm), seguidos por los porteros (84 mm), extremos (81,9 mm), centrales (60,24 mm) y, por último, los jugadores con valores más bajos en el sumatorio de pliegues son los laterales (56,8 mm). Por otro lado, respecto a los perímetros, encontramos también grandes diferencias entre las diferentes posiciones que conforman un equipo de balonmano, como se puede corroborar en la tabla correspondiente.

Los valores de diámetros óseos tienen, por lo general, valores parecidos en las diferentes posiciones. Es decir, no hay una gran diferencia que destaque entre un grupo u otro. Sin embargo, los extremos presentan los valores más bajos en estas mediciones, junto con los centrales en el caso del fémur (10 cm).

Posteriormente, en la Tabla 3 podemos observar las medidas de composición corporal a través del estudio antropométrico según las posiciones de juego, pudiendo ver las valoraciones individuales al final del trabajo académico (anexo 7). Los datos recopilados en la presente tabla han sido calculados a través de la plataforma Easydiet.

TABLA 3: Medidas de composición corporal por antropometría según posiciones de juego

| <i>POSICIONES</i> | <i>PORTERO</i> (n=2) | <i>PIVOTE</i> (n=2) | <i>CENTRAL</i> (n=3) | <i>LATERAL</i> (n=5) | <i>EXTREMO</i> (n=4) |
|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| IMC (Seedo 2007)kg/m² | 26,0 (±0,8) | 29,3 (±1,7) | 26,1 (±0,6) | 25,7 (±1,3) | 25,5 (±1,2) |
| Masa grasa (Faulkner) % | 13,0 (±2,6) | 16,2 (±2,8) | 10,5 (±1,8) | 10,0 (±0,5) | 12,4 (±1,0) |
| Masa Muscular (MME de Lee) % | 42,3 (±6,2) | 37,5 (±0,5) | 46,5 (±1,8) | 43,2 (±1,4) | 45,1 (±4,2) |
| Masa Ósea (MO de Rocha)% | 14,7 (±0,7) | 13,2 (±0,6) | 14,2 (±0,8) | 14,7 (±0,9) | 14,4 (±1,0) |
| Endomorfia | 2,6 (±1,2) | 3,7 (±0,8) | 1,8 (±0,7) | 1,5 (±0,3) | 2,4 (±0,6) |
| Mesomorfia | 4,5 (±0,4) | 4,10 (±0,6) | 5,1 (±0,7) | 3,5 (±0,3) | 4,4 (±1,1) |
| Ectomorfia | 2,1 (±0,2) | 1,2 (±0,6) | 1,7 (±0,4) | 2,4 (±0,4) | 1,7 (±0,6) |

| | | | | | |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Eje X | -0,5 ($\pm 1,4$) | -2,5 ($\pm 1,4$) | -0,2 ($\pm 0,3$) | 0,9 ($\pm 0,4$) | -0,7 ($\pm 0,7$) |
| Eje Y | 4,1 ($\pm 0,2$) | 3,2 ($\pm 1,0$) | 6,6 ($\pm 2,3$) | 3,0 ($\pm 1,3$) | 4,6 ($\pm 2,9$) |

Como se puede comprobar, los datos obtenidos muestran claras diferencias en función de la posición de juego que ocupa el jugador. En primer lugar, son los pivotes los que registran un valor más alto ($29,3 \text{ kg/m}^2$) respecto al IMC, mientras que los laterales y los extremos son los que muestran los valores más inferiores ($25,7 \text{ kg/m}^2$ y $25,5 \text{ kg/m}^2$ respectivamente).

En relación con el % MG, calculado mediante la fórmula de Faulkner, son tanto los centrales (10,5%) como los laterales (10,0%) los jugadores que presentan valores más bajos. Sin embargo, los pivotes (16,2%) presentan el valor más alto, con una gran diferencia en comparación con el resto de posiciones, seguidos por los porteros (13%).

El método de masa muscular esquelética (MME) de Lee ha sido el utilizado para valorar el porcentaje de MM de los jugadores. Aquí encontramos una gran variabilidad entre las posiciones, siendo los pivotes (37,5%) los que arrojan el valor más bajo, mientras que los centrales (46,5%) son los que mayor valor obtienen, seguidos por los extremos (45,1%).

La MO, la cual es estimada por la fórmula de MO de Rocha, no muestra una variación importante entre las diferentes posiciones, con valores que oscilan alrededor del 14% todas ellas. No obstante, los porteros y los laterales son los que presentan valores más altos (14,7%).

Por último, respecto a los componentes del somatotipo, se observan diferencias notables entre las posiciones, obteniendo somatotipos muy diferentes entre ellos, a pesar de practicar el mismo deporte, algo que era esperable debido a las diferencias en las demandas fisiológicas de balonmano según la posición ocupada por el jugador. La endomorfia, que hace referencia a la adiposidad relativa, es mucho más alta en los pivotes (3,7), seguidos por los porteros (2,6) y los extremos (2,4), mientras que los centrales son los que obtienen valores más bajos (1,8). Por otro lado, respecto a la mesomorfia que hace referencia a la robustez músculo esquelética relativa, son los centrales los que destacan (5,1), por delante de los extremos (4,4) y los porteros (4,6). En cuanto a la ectomorfia, es decir, la linealidad relativa o delgadez, se puede observar una cierta variabilidad, siendo los laterales los que muestran el valor más alto (2,4) y los pivotes el valor más bajo (1,2).

5.3 SOMATOCARTA CON DISTINCIÓN DE POSICIONES

No obstante, para facilitar la comprensión correcta de los valores obtenidos en relación con el somatotipo de los jugadores, se presenta a continuación la somatocarta, es decir, la representación bidimensional de somatotipo tridimensional de las diferentes posiciones en las siguientes figura

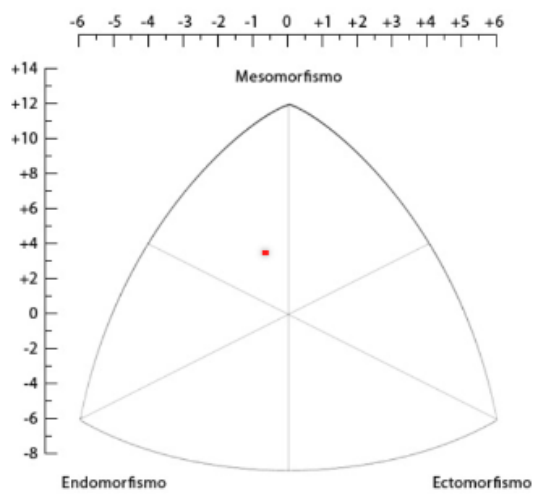


Figura 4: Somatocarta de los porteros

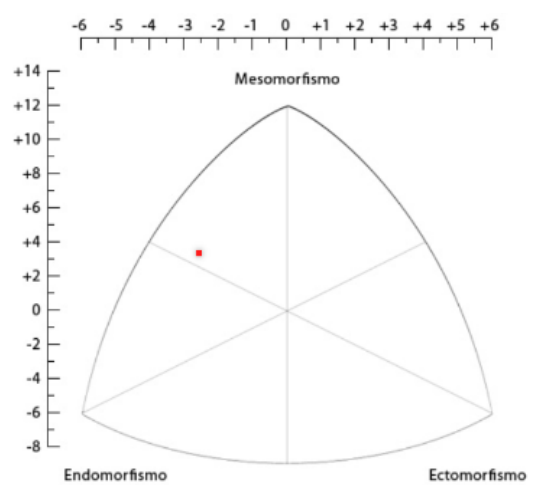


Figura 5: Somatocarta de los pivotes

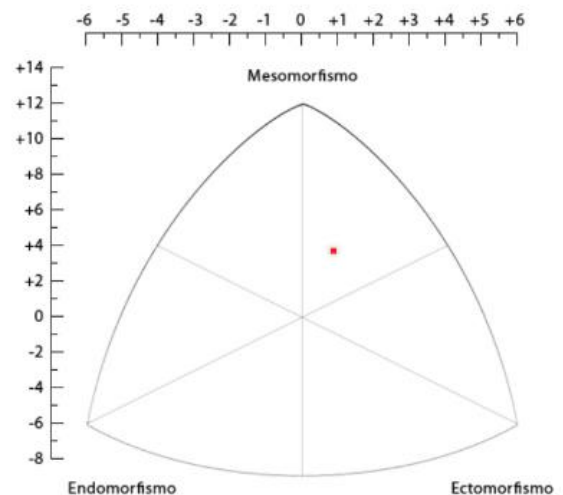
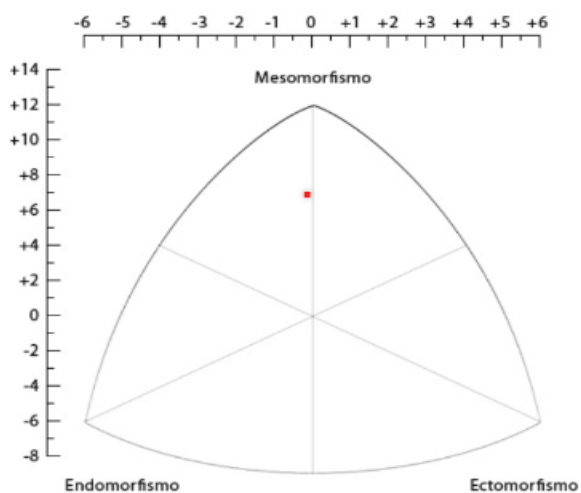


Figura 6: Somatocarta de los centrales

Figura 7: Somatocarta de los laterales

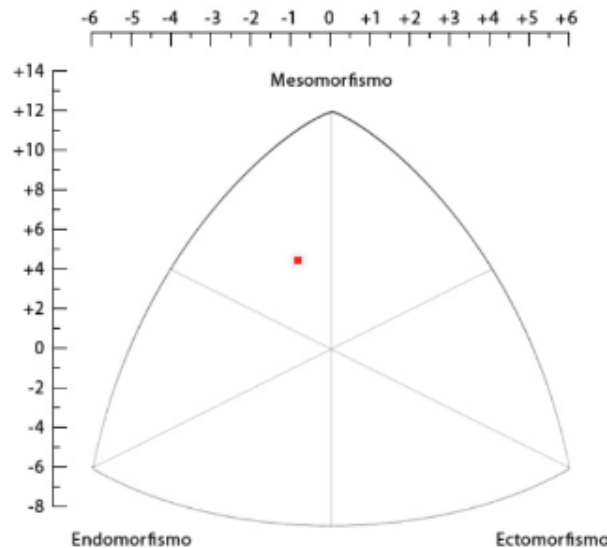


Figura 8: Somatocarta de los extremos

Tras la visualización de las diferentes somatocartas con distinción entre posiciones, podemos describir y/o categorizar a los jugadores de una manera más visual. Los porteros son sujetos con una baja-moderada endomorfia (2,6), moderada mesomorfia (4,5) y baja ectomorfia (2,1); clasificándose como sujetos mesomorfos-endomorfos, siendo la mesomorfia el primer rasgo y la endomorfia el segundo rasgo dominante.

Los pivotes son jugadores con una moderada endomorfia (3,7) y mesomorfia (4,10), además de una baja ectomorfia (1,2); clasificándose también como sujetos mesomorfos-endomorfos. Los centrales son sujetos con una moderada-alta mesomorfia (5,1) y una baja endomorfia (1,8) y ectomorfia (1,7); categorizados con el nombre de mesomorfos equilibrados.

Los laterales presentan una baja endomorfia (1,5), moderada mesomorfia (3,5) y baja ectomorfia (2,4); definiéndose como sujetos mesomorfos-ectomorfos. Por el contrario, los extremos también se

caracterizan por tener una baja endomorfia (2,4), moderada mesomorfia (4,4) y baja ectomorfia (1,7), pero se clasifican como sujetos mesomorfos-endomorfos.

5.4 COMPOSICIÓN CORPORAL CON BIOIMPEDANCIA CON DISTINCIÓN DE POSICIONES

Seguidamente, se presenta la Tabla 4, que contiene las medidas de composición corporal a través de un estudio de BIA. Las medidas también se encuentran separadas por posiciones de juego para facilitar la comprensión del trabajo. No obstante, las mediciones individuales de los sujetos a través de la BIA se pueden visualizar al final del trabajo (anexo 8)

TABLA 4: Medidas de composición corporal por bioimpedancia según posiciones de juego

| <i>POSICIONES</i> | <i>PORTERO</i> (n=2) | <i>PIVOTE</i> (n=2) | <i>CENTRAL</i> (n=3) | <i>LATERAL</i> (n=5) | <i>EXTREMO</i> (n=4) |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Masa muscular (Kg) | 71,2 (±4,7) | 79,8 (±4,7) | 70,3 (±3,6) | 81,6 (±8,9) | 62,9 (±8,0) |
| Grasa corporal (%) | 20,3 (±12,4) | 24,1 (±3,7) | 16,9 (±5,2) | 18,1 (±4,3) | 21,0 (±2,9) |
| Agua (%) | 58,1 (±9,7) | 55,8 (±2,8) | 61,8 (±3,7) | 59,7 (±2,6) | 58,2 (±2,1) |
| Nivel complexión | 6 (±0,0) | 4,5 (±2,1) | 7 (±1,7) | 6,2 (±1,6) | 6,5 (±1,7) |
| Masa ósea (Kg) | 3,7 (±0,1) | 4,2 (±0,2) | 3,7 (±0,1) | 4,0 (±0,3) | 3,3 (±0,4) |
| Nivel grasa visceral | 3 (±2,1) | 5 (±3,5) | 1,3 (±0,3) | 1,8 (±0,8) | 2,4 (±2,4) |

Como se puede apreciar, los laterales son los jugadores que más cantidad de MM tienen (81,6 kg) frente a los extremos, los cuales son los que arrojan valores más bajos (62,9 kg). Los pivotes son los que presentan valores de GC más altos (24,1 %) dentro de la muestra, seguidos de extremos (21,0 %) y porteros (20,3 %). Por el contrario, los jugadores con valores más bajos de GC son los centrales (16,9 %) y los laterales (18,1 %).

Respecto al nivel de complexión física, que es la interpretación realizada por la báscula de bioimpedancia en función de los datos de masa muscular, son los centrales los que mayor puntuación han obtenido (7), mientras que los pivotes han alcanzado los valores más bajos (4,5). Por último, el nivel de grasa visceral fue mayor en pivotes (5), con una gran diferencia del resto de posiciones, siendo los centrales los que obtuvieron los valores más bajos (1,3).

5.5 COMPARACIÓN POSICIONES CON LA LITERATURA CIENTÍFICA DISPONIBLE

5.5.1 EXTREMOS

Atendiendo a la literatura científica, los extremos son los jugadores que presentan valores más bajos en cuanto altura, % GC y volumen muscular (23). Como hemos podido observar en el presente trabajo académico, los extremos son el grupo que ha presentado valores más bajos en relación con la talla (180,5 cm). Además, también se ha podido corroborar que no destacan por grandes % GC ni de volumen muscular, siendo los terceros que presentan valores más bajos de GC (12,4%), muy por detrás de otras posiciones como puede ser los pivotes (16%), y en cuanto a la MMT, como se ha visto en el análisis de la BIA, son los jugadores que presentan valores más bajos (62,9 kg).

Esta condición física se debe a las características de juego, ya que se caracterizan por ser jugadores con una gran capacidad para realizar sprints y que están involucrados en muchas situaciones de contraataque. Así pues, se definen como jugadores veloces y ágiles, por lo que obtener valores tanto de altura, como de % GC o volumen muscular muy altos sería interesante.

5.5.2 PIVOTES

Según la literatura científica existente, los pivotes son los jugadores que muestran cifras más altas en cuanto a PC, IMC, % GC y potencia física. Así pues, como se puede comprobar en el presente trabajo académico, los pivotes son con diferencia los jugadores con una mayor MC (110,2 kg) respecto a otras posiciones como pueden ser los extremos (83,9 kg) o los centrales (88,9 kg), por ejemplo. Además, también se puede corroborar que presentan los valores de GC más altos del equipo (16,2%). También, es muy importante la MM, siendo estos los segundos del equipo, según la BIA, que tienen más MM (79,8 kg) por detrás de los laterales (81,6 kg).

Relacionando la composición corporal con las demandas fisiológicas de esta posición, los pivotes se caracterizan por ser los jugadores que más duelos contra oponentes se enfrentan, requiriendo por parte de ellos unos grandes esfuerzos de contacto. También se encargan de generar espacios por medio de bloqueos, teniendo una función importante dentro de la defensa rival. Así pues, se definen como sujetos con una gran robustez, por lo que obtener valores más altos de MC e IMC, además de valores altos de MM será importante para las situaciones de contacto y el desgaste al que se someten.

5.5.3 LATERALES

Analizando la literatura científica disponible, los laterales son jugadores en los que la altura es un punto crucial, además ocupan la segunda posición en cuanto a PC y MC (24), aunque con un menor % GC que los pivotes (23). Entre las características de estos jugadores también hay que destacar la MM. Como podemos observar en este estudio, los laterales son el grupo que tiene valores de altura más altos (195,4 cm). No obstante, también se puede corroborar que ocupan la segunda posición en cuanto a MC (98,6) por detrás de los pivotes. También hay que destacar que han sido los jugadores que han obtenido valores de GC más bajos (10,0%). Además, respecto a la MM, según la BIA, es la posición que ha obtenido valores más altos (81,6 kg)

Esta condición física les ofrece ventajas en diferentes situaciones clave del juego relacionada con su posición, ya que al ser jugadores que realizan mayor número de lanzamientos exteriores, la altura es un punto crucial para ellos. Sin embargo, los datos relacionados con la MC y la MM se explican por las situaciones de contacto en las que se ven involucrados, pero también requieren de valores de GC bajos ya que se destacan por cubrir distancias más largas a alta intensidad y participar con frecuencia en situaciones de contraataque. Así pues, se definen como sujetos ágiles, rápidos y con gran lanzamiento, por lo que obtener valores altos tanto de altura como de MC y MM, pero a la vez bajos en GC es interesante para ellos.

5.5.4 CENTRALES

Atendiendo a la literatura científica de la que disponemos, los centrales se caracterizan por presentar valores tanto de PC como de estatura inferiores a los laterales, pero obteniendo una composición corporal similar a estos (24). En el presente trabajo académico, podemos comprobar que los centrales tienen valores de estatura (184 cm) más bajos que los laterales (195,4 cm), y también de MC (88,9 kg) que los

laterales (98,6 kg). Además, los centrales son los jugadores, junto a los laterales, que han obtenido % GC más bajos (10,5%) y valores más altos (70,3 kg) respecto a la MMT, esto último según la BIA.

Su condición física se explica por las características de sus acciones a desarrollar en el campo, al ser jugadores que no suelen recurrir tanto al lanzamiento exterior la altura no es un punto crucial en estos. No obstante, al tener una alta exigencia física al realizar distancias totales más extensas, además de realizar la mayoría de acciones a una alta intensidad, estos se benefician de % GC bajos. Por otro lado, al colaborar activamente en el marcaje y en la recuperación de posesiones contrarias, la cantidad de MM cobra especial importancia.

5.5.5 PORTEROS

Según la literatura científica actual, los porteros se caracterizan por tener niveles altos de GC, y por lo general, unos valores menores tanto de fuerza como de MM (25). También es importante en ellos la altura, puesto que al obtener valores altos de altura se facilita el cubrimiento de la portería, haciéndolo mucho más eficiente (26,6). Así pues, como se puede ver en este estudio, los porteros presentan valores altos de GC (13%), siendo los segundos jugadores del equipo con valores más altos en este componente. Además, también se puede observar como los porteros presentan valores de altura altos (192 cm), por encima de otras posiciones como centrales y extremos.

La composición corporal de los porteros se explica debido a las características que han de desarrollar en el partido, al ser jugadores que pasan el menor tiempo en valores de FC alta comparando con el resto de sus compañeros y que tienen la responsabilidad exclusiva de proteger la portería. Los porteros son jugadores que pueden presentar % GC más elevados que otras posiciones, como laterales o centrales, ya que no requieren tanto tiempo acciones que conllevan a unos valores de FC elevados y la altura les será útil para hacer más eficaz el cubrimiento de la portería.

5.6 COMPARACIÓN CON VALORES DE REFERENCIA

En la Tabla 5 se han recogido las medidas antropométricas directas del jugador medio del BADA. Es decir, la media de todos los componentes del equipo, siendo estas la representación del club.

TABLA 5: Media y desviación estándar de las medidas antropométricas directas del jugador medio del Club Balonmano Huesca

| MEDIDAS BÁSICAS | | PLIEGUES CUTÁNEOS | | PERIMETROS CORPORALES | | DIÁMETROS ÓSEOS | |
|--------------------|-------------|--------------------|------------|-----------------------------------|-------------|-------------------|------------|
| Masa corporal (kg) | 94,2 (10,7) | Triceps (mm) | 8,0 (3,2) | Brazo relajado (cm) | 34,6 (1,6) | Húmero (cm) | 7,3 (0,4) |
| Talla (cm) | 188,9 (8,1) | Subescapular (mm) | 10,2 (2,8) | Brazo contraído y flexionado (cm) | 37,6 (1,8) | Biestiloideo (cm) | 6,1 (0,3) |
| | | Biceps (mm) | 3,7 (1,2) | Cintura (cm) | 88,2 (4,4) | Fémur (cm) | 10,2 (3,5) |
| | | Cresta iliaca (mm) | 14,2 (5,9) | Cadera (cm) | 103,7 (5,7) | | |
| | | Supraespinal (mm) | 8,5 (4,1) | Muslo medio (cm) | 57,4 (14,7) | | |
| | | Abdominal (mm) | 14,4 (7,0) | Pierna (cm) | 40,8 (2,7) | | |
| | | Muslo (mm) | 11,2 (5,8) | | | | |
| | | Pierna (mm) | 6,2 (2,5) | | | | |

El jugador medio del Club Balonmano Huesca presenta una MC de 94,2 kg y una talla de 188,9 cm. Además, el Σ PC es de 76,4 mm. Estos valores se usarán posteriormente para comparar junto a los valores de referencia establecidos para los jugadores profesionales de balonmano.

A continuación, se muestra la Tabla 6 las medidas de composición corporal tanto por el método de antropometría como por el de BIA del sujeto medio del equipo, para así obtener una valoración global de los participantes en el estudio.

TABLA 6: Medidas de composición corporal por antropometría y bioimpedancia del jugador medio del Club Balonmano Huesca

| ANTROPOMETRÍA | | BIOIMPEDANCIA | |
|---------------------------------------|------------|----------------------|------------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m ²) | 26,2 (1,6) | Masa muscular (kg) | 73,3 (9,9) |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 11,8 (2,4) | Grasa corporal (%) | 19,6 (5,2) |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 43,5 (3,8) | Agua (%) | 59,0 (3,8) |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 14,4 (0,9) | Nivel complexión | 6,2 (1,6) |
| Endomorfia | 2,2 (0,9) | Masa ósea (kg) | 3,8 (0,4) |
| Mesomorfia | 4,2 (0,8) | Nivel grasa visceral | 2,4 (1,9) |
| Ectomorfia | 1,9 (0,6) | | |
| Eje X | -0,3 (1,3) | | |
| Eje Y | 4,2 (2,2) | | |

Como se puede observar, el jugador medio del Club Balonmano Huesca, según la antropometría, presenta un IMC de 26,2 kg/m². En relación a la composición corporal, se ha obtenido un valor de 11,8% para la MG, 43,5% para la MM y un 14,4% para la MO.

Por otro lado, según la BIA, se ha obtenido un valor de 73,3 kg de MM y un 19,6% de GC. También, cabe destacar que el nivel de complexión física es de 6,2 y el de grasa visceral de 2,4.

Por último, para facilitar la comprensión correcta de los valores obtenidos en relación con el somatotipo del jugador medio, se presenta a continuación la somatocarta, como anteriormente se ha hecho en el caso del análisis por posiciones de juego.

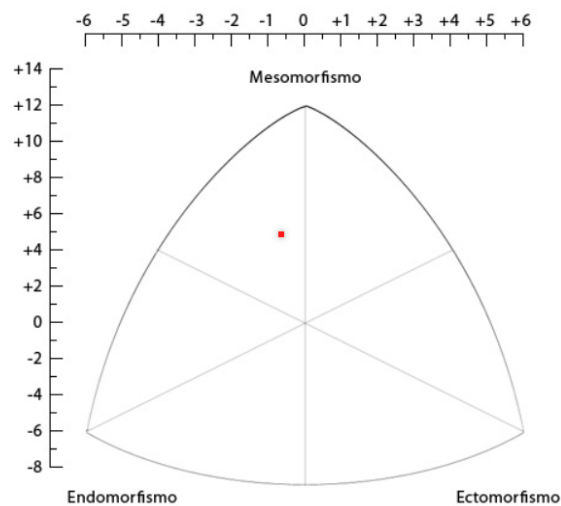


Figura 9: Somatocarta del jugador medio del Club Balonmano Huesca

Así pues, el sujeto medio cuenta con una baja tanto endomorfia (2,2) como ectomorfia (1,9) y una moderada mesomorfia (4,2). Definiéndose como un sujeto mesomorfo equilibrado, ya que entre el segundo y el tercer rasgo dominante no hay una diferencia mayor a 0,5 unidades.

Por último, otro objetivo del trabajo académico era la comparación de los valores obtenidos con los valores de referencia que hay a día de hoy. El objetivo es ver si la plantilla del BADA está dentro de los valores de referencia establecidos para deportistas profesionales dedicados al balonmano.

Los valores de referencia han sido sacados del documento “Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes” del CAR de Sant Cugat. Este organismo, conocido como Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat, ofrece al mundo del deporte recursos importantes de una gran calidad tanto técnica como científica.

Tabla 7: Características antropométricas y composición (media y DE) del Club Balonmano Huesca y del CAR de Sant Cugat

| | CLUB BALONMNAO HUESCA | CAR DE SANT CUGAT |
|--------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Edad (años)</i> | 25,3 (4,8) | 21,9 ± 3,2 |
| <i>Talla (cm)</i> | 188,9 (8,1) | 189,4 ± 8,8 |
| <i>Peso (kg)</i> | 94,2 (10,7) | 92,9 ± 9,7 |
| <i>IMC (kg/m2)</i> | 26,2 (1,6) | 25,9 ± 2,7 |
| <i>Endomorfia</i> | 2,2 (0,9) | 2,8 ± 1,3 |
| <i>Mesomorfia</i> | 4,2 (0,8) | 4,9 ± 1,4 |
| <i>Ectomorfia</i> | 1,9 (0,6) | 2,2 ± 1,1 |
| <i>Eje X</i> | -0,3 (1,3) | -0,6 ± 2,1 |
| <i>Eje Y</i> | 4,2 (2,2) | 4,9 ± 3,6 |
| <i>Σ6 pliegues (mm)</i> | 58,5 | 75,5 ± 33,6 |
| <i>Masa grasa Faulkner (%)</i> | 11,8 (2,4) | 13,9 ± 3,6 |
| <i>Masa grasa Yuhasz (%)</i> | 9,3 (2,5) | 10,5 ± 3,5 |

Como podemos observar en la presente tabla, los datos obtenidos sobre la plantilla del Club Balonmano Huesca presenta valores algo inferiores que la media de los valores de referencia propuestos por el CAR de Sant Cugat, a excepción de la edad que el jugador medio del BADA (25,3 años) es superior a la media de los valores de referencia (21,9 años).

Sin embargo, atendiendo a las desviaciones estándar que nos ofrece el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat sobre las diferentes medidas, todos los valores obtenidos en el trabajo académico entrarían dentro del rango. Por lo tanto, podemos afirmar que la plantilla del Club Balonmano Huesca cumple con

lo establecido acerca de las características antropométricas y de composición establecidas por la actual literatura científica.

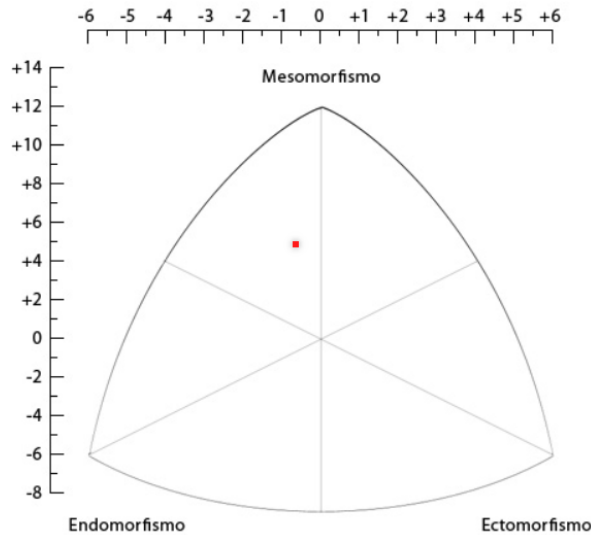


Figura 9: Somatocarta Club Balonmano Huesca

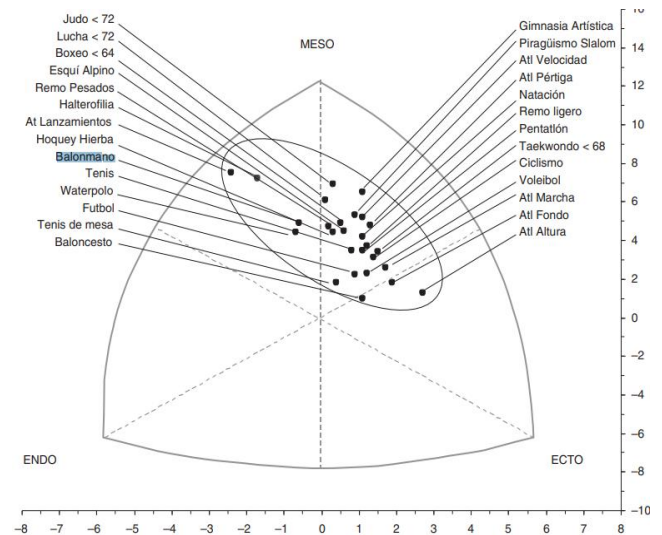


Figura 10: Somatocarta CAR

Como podemos observar, el jugador medio del Club Balonmano Huesca cuenta tanto con una baja endomorfia (2,2) como ectomorfia (1,9) y una moderada mesomorfia (4,2). Definiéndose como un sujeto mesomorfo equilibrado. Por otro lado, según los valores de referencia del CAR Sant Cugat, el jugador profesional de balonmano debería tener una baja-moderada endomorfia (2,8), una moderada mesomorfia (4,9) y una baja ectomorfia (2,2); caracterizando al jugador como un sujeto mesomorfo-endomorfo. Sin embargo, atendiendo a las desviaciones estándar, todos los valores, también se encuentran dentro de los rangos establecidos.

Así pues, podemos concluir que, tras la elaboración y análisis del presente trabajo académico, los valores del BADA coinciden con los valores de referencia establecidos por el CAR, como se puede corroborar visualmente en las somatocartas correspondientes.

6. LIMITACIONES DEL TRABAJO

El principal obstáculo que se nos ha presentado en el desarrollo del trabajo académico ha sido el bajo tamaño muestral, es decir, haber partido de una muestra total tan baja. No obstante, hay que destacar que ha participado el 94,11% de la plantilla del primer equipo del Club Balonmano Huesca.

Además, dentro de nuestra muestra había un reparto desproporcionado entre las diferentes posiciones, habiendo dos porteros mientras que contábamos con cinco laterales, por ejemplo. Quizás haber trabajado con una muestra más grande y más homogénea en cuanto a las posiciones, participando con más equipos, podría haber sido mucho más enriquecedor para el presente proyecto de investigación y el consecuente aporte a la literatura científica.

Por otro lado, debido a las dos limitaciones ya comentadas, tanto el bajo tamaño muestral como la distribución desigual de las diferentes posiciones, no se ha podido realizar un análisis estadístico con gran profundidad. Sin embargo, se calcularon tanto las X como las DT para poder comparar los resultados obtenidos con los valores de referencia establecidos según la literatura científica disponible.

Por último, otra posible limitación puede ser la duración del estudio ya que la recogida de datos se llevó a cabo durante dos semanas antes de los entrenamientos. Estudios con una duración mayor podrían representar mejor las características generales de los diferentes jugadores, ya que así se obtendría una muestra mucho más representativa y que no se pudiera ver tan afectada por factores, como podría ser el estado de hidratación, como por ejemplo.

7. FORTALEZAS DEL TRABAJO

El presente trabajo cuenta con varias fortalezas dignas de destacar y poner así en valor dicho estudio. En primer lugar, la aportación y/o contribución que supone para un campo que no está muy estudiado, como es la composición corporal en el balonmano.

También, tiene especial relevancia en el rendimiento deportivo, puesto que al conocer tanto la composición corporal como el somatotipo de las diferentes posiciones se podrían aplicar técnicas tanto nutricionales como de entrenamiento más efectivas e individualizadas, incluso planes de recuperación de lesiones más especializados.

La originalidad del trabajo también es digna de destacar, ya que aborda una brecha importante en cuanto a la literatura científica de la composición corporal de los jugadores de balonmano con distinción entre las posiciones.

8. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Como se ha nombrado anteriormente, el balonmano es un deporte que se encuentra muy por detrás de otros deportes en cuanto a repercusión mediática, como fútbol o baloncesto, por lo que su literatura científica es bastante limitada. Por lo tanto, tras el desarrollo de mi trabajo de fin de grado se me han ido ocurriendo algunas futuras líneas de trabajo que podrían ser muy importantes para contribuir de manera significativa al conocimiento de este deporte.

En primer lugar, sería interesante la realización de un estudio longitudinal, con la misma metodología de mi trabajo académico, sobre la composición corporal de los jugadores de balonmano con distinción entre posiciones. Esto nos permitiría ahondar más en este tema, y por ende comprender mejor tanto las demandas físicas como las características de las diferentes posiciones, ya que un estudio longitudinal es más largo en el tiempo que un estudio transversal, por lo que al obtener valores durante un mayor período de tiempo, se pueden obtener unos datos más representativos y sin que se vean tan influenciados por determinados factores, como se podrían ver influenciados en mi estudio debido a sus características.

En segundo lugar, no he sido capaz de encontrar valores de referencia para los jugadores de balonmano con distinción por posiciones de parte de alguna entidad con rigor científico. Por lo tanto, considero que sería interesante además de la realización de más estudios con las mismas características que el mío, aunque con una mayor muestra total y una distribución más proporcional entre posiciones, la realización de otros que comparen la composición corporal entre diferentes niveles de competición y edades, aportando así información muy relevante, ya como hemos visto a lo largo del estudio las diferencias entre posiciones en jugadores profesionales son notables, con que también los serán en diferentes niveles de competición y en distintas edades. Saber la composición corporal que deben tener jugadores de diferentes niveles de competición y edades según su posición, podría enriquecer de manera muy importante la bibliografía del balonmano como deporte, bajo mi punto de vista.

En tercer lugar, como hemos podido corroborar en mi trabajo académico, existen bastantes diferencias entre las posiciones en cuanto a la composición corporal. Así pues, podría ser interesante la realización de estudios enfocados en el efecto de entrenamientos específicos en la composición corporal por posiciones o en la evaluación de la composición corporal de jugadores lesionados. Gracias a estos estudios se podrían diseñar entrenamientos específicos que potenciarán las características de cada posición y comprender si hay diferencias en la recuperación de la lesión entre posiciones, lo que nos podría ayudar a desarrollar estrategias tanto de prevención como de rehabilitación específicas para cada posición.

Por último, llevándome el tema a mi campo, a la nutrición, también podría ser interesante realizar estudios en los que se vieran cómo afectan diferentes estrategias nutricionales a las distintas posiciones, ya que hemos visto que no todos las posiciones requieren los mismos movimientos ni la misma intensidad de estos, por lo que requerirán diferentes necesidades tanto energéticas como nutricionales. Por lo tanto, podría ser muy interesante abordar la mejor estrategia nutricional para obtener el máximo rendimiento según la posición ocupada en el campo.

Para concluir, al abordar las futuras líneas de investigación que he comentado, se podría contribuir de manera importante a la literatura científica del balonmano. Sería muy importante para así comprender mejor la relación entre composición corporal y/o rendimiento con las diferentes posiciones en el campo, como bien se sabe en otros deportes.

9. CONCLUSIONES

Tras la realización del presente trabajo académico acerca de la composición corporal y somatotipo de jugadores profesionales de balonmano, respecto a los objetivos planteados, podemos concluir:

- Las características relacionadas con la composición corporal, somatotipo y somatocarta, pese a practicar un mismo deporte, son bastante diferentes entre las diferentes posiciones que componen un equipo de balonmano. Por lo tanto, podemos corroborar la afirmación sobre que la condición física de los jugadores es diferente en función de la posición que ocupen en el terreno de juego, aportada por la actual literatura científica disponible. Así pues, profundizando más, como hemos podido comprobar en este estudio, los extremos son jugadores veloces y ágiles, así que presentan valores no muy altos tanto de altura, como de porcentaje graso o volumen muscular en comparación con las demás posiciones. Por otro lado, los pivotes son jugadores con una destacable robustez, obteniendo así valores altos tanto de masa corporal como de masa muscular

y grasa corporal. Sin embargo, los centrales son jugadores que tienen unas altas exigencias físicas, por lo que se benefician de porcentajes de grasa bajos y buenos niveles de masa muscular, siendo la posición con un cuerpo más atlético. No obstante, los laterales son ágiles, rápidos y deben tener un gran lanzamiento, así que deben obtener valores tanto de altura como de masa corporal altos, con una masa muscular alta y un bajo porcentaje graso. Por último, los porteros suelen ser sujetos con una gran altura y porcentajes de grasa más elevados que otras posiciones.

- Se caracterizó, de manera general, a la plantilla del Club Balonmano Huesca para ser comparada con las referencias poblacionales establecidas en España para los jugadores profesionales de balonmano. La media de los jugadores del Club Balonmano Huesca es ligeramente inferior a la aportada por los valores de referencia en cuanto a peso, talla, sumatorio de pliegues y masa grasa; excepto en edad, que es ligeramente mayor la media del equipo. Respecto a la somatocarta, en el Club Balonmano Huesca encontramos un sujeto mesomorfo equilibrado y los valores de referencia se corresponden con un mesomorfo equilibrado. No obstante, atendiendo a las desviaciones estándar aportadas, podemos concluir que los valores obtenidos son adecuados según las referencias poblacionales en España. Por tanto, tras analizar los resultados obtenidos, podemos corroborar que tanto los datos de composición corporal como la somatocarta de los jugadores profesionales del Club Balonmano Huesca cumplen con las características morfológicas básicas demandadas para el correcto desarrollo del balonmano según el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat.
- Es importante la realización de más estudios acerca del balonmano debido a la falta de literatura científica que sufre este, investigando aspectos cruciales como la composición corporal y el somatotipo de los jugadores profesionales de balonmano. En especial, sería interesante estudios que diferenciarán por posiciones de juego, ya que no es posible encontrar valores de referencia poblacionales en España con distinción de posiciones, como si lo es en otros deportes como fútbol o baloncesto, por ejemplo.

En suma, podemos afirmar que el presente estudio académico ha respondido a los objetivos planteados, demostrando la existencia de las diferencias respecto a la composición corporal y somatotipo de las diferentes posiciones y corroborando la adecuación del valor general de la plantilla del Club Balonmano Huesca en relación con las referencias poblacionales establecidas en España.

10. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Alonso P. *Los 10 deportes con más federados en España* [Internet]. CMDsport. 2019. Available from: <https://www.cmdsport.com/multideporte/los-10-deportes-con-masfederados-en-espana/>
- (2) BLM Balonmano [Internet]. CSD - Consejo Superior de Deportes. Disponible en: <https://www.csd.gob.es/es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/normativa-tecnica-de-instalaciones-deportivas/normas-nide/nide-1-campos-6>
- (3) BALONMANO [Internet]. EDUCACIÓN FÍSICA. 2019. Disponible en: <https://vamosahacerdeporte.wordpress.com/balonmano/>
- (4) Edu.co. Disponible en: https://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac-55_balonmano.pdf
- (5) Enciclopedia visual JJOO Rio 2016 [Internet]. Marca.com. 2016. Available from: <https://www.marca.com/juegos-olimpicos/balonmano/todo-sobre.html>
- (6) Póvoas SC., Seabra AF., Ascensao AAM., Magalhaes J, Soares JM., Rebelo AN. *Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position*. 2000;
- (7) Karcher C, Buchheit M. *On-Court demands of elite handball, with special reference to playing positions*. *Sport Med*. 2014;44(6):797–814.
- (8) Massuça LM, Fragoso I, Teles J. *Attributes of top elite team-handball players*. *J Strength Cond Res*. 2014 Jan;28(1):178-86. doi: 10.1519/JSC.0b013e318295d50e. PMID: 23591948.
- (9) Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. *Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player*. *J Sports Sci*. 2006 Jul;24(7):665-74. doi: 10.1080/02640410500482529. PMID: 16766496.
- (10) Figueiredo DH, Figueiredo DH, Dourado AC, Stanganelli LCR, Gonçalves HR. *Evaluation of body composition and its relationship with physical fitness in professional soccer players at the beginning of pre-season*. *Retos*. 2020;2041(40):117–25.

- (11) Bayios IA, Anastasopoulou EM, Sioudris DS, Boudolos KD. Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001 Jun;41(2):229-35. PMID: 11447367.
- (12) Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci*. 1997 Jun;15(3):257-63. doi: 10.1080/026404197367263. PMID: 9232551.
- (13) Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001 Sep;41(3):349-53. PMID: 11533566.
- (14) Delamarche P, Gratas A, Beillot J, Dassonville J, Rochcongar P, Lessard Y. Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *Int J Sports Med*. 1987 Feb;8(1):55-9. doi: 10.1055/s-2008-1025641. PMID: 3557785.
- (15) Kounalakis SN, Bayios IA, Koskolou MD, Geladas ND. Anaerobic capacity of the upper arms in top-level team handball players. *Int J SportsPhysiolPerform*. 2008 Sep;3(3):251-61. doi: 10.1123/ijsp.3.3.251. PMID: 19211939.
- (16) López Chicharro J, Fernández Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. 4a Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2022. (GLUCOSA, ATP...)
- (17) Tojo R, Leis R. *Obesidad infantil. Factores de riesgo y comorbilidades*. En: Serra L, Aranceta J, editores. *Obesidad infantil y juvenil. Estudio en Kid*. Barcelona: Masson; 2001.
- (18) CIK. (s/f). *Introducción a la Cineantropometría*. [Cursointernacionalenkinantropometria.com](http://cursointernacionalenkinantropometria.com). Recuperado el 12 de febrero de 2024, de <http://cursointernacionalenkinantropometria.com/introduccion-a-la-cineantropometria/>
- (19) Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobnic F, Banquells M, Ruiz O. Anthropometric characteristics, body composition and somatotype by sport. Reference data from a high performancecentre in San Cugat, 1989-2013. *Apunt Med l'Esport [Internet]*. 2015;50(186):65–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2015.01.002>

- (19) Mikel Izquierdo, Esteban M Gorostiaga y Cristina Granados (2006). *Entrenamiento de Fuerza en Balonmano*. PubliCE. <https://g-se.com/entrenamiento-de-fuerza-en-balonmano-760-sa-A57cfb27180f31>
- (20) Grenados C, Izquierdo M, Ibáñez J, Ruesta M, Gorostiaga EM. *Are there any differences in physical fitness and throwing velocity between national and international elite female handball players?* 2015;27(3):1480–5.
- (21) Bøgild P, Jensen K, Kvorning T. *Physiological Performance Characteristics of Danish National Team Handball Players*. *J Strength Cond Res [Internet]*. 2020;34(6):1555–63. Available from: www.nscs.com
- (22) Póvoas SC, Ascensão AA, Magalhães J, Seabra AF, Krstrup P, Soares JM, Rebelo AN. *Physiological demands of elite team handball with special reference to playing position*. *J Strength Cond Res*. 2014 Feb;28(2):430-42. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182a953b1. PMID: 24473468.
- (23) Hermassi S, Laudner K, Schwesig R. *Playing Level and Position Differences in Body Characteristics and Physical Fitness Performance Among Male Team Handball Players*. *Front BioengBiotechnol*. 2019 Jun 21;7:149. doi: 10.3389/fbioe.2019.00149. PMID: 31294019; PMCID: PMC6598545.
- (24) Ramos-Sánchez F, Camina-Martín MA, Alonso-de-la-Torre SR, Redondo-del-Río P, deMateo-Silleras B. *Composición corporal y somatotipo por posición de juego en balonmanoprofesionalmasculino / Body Composition And Somatotype In Professional Men's Handball According To Playing Positions*. *RevIntMed y Ciencias la Act Física y del Deport*. 2018;69(2018):91–103.
- (25) Chaouachi A, Brugherelli M, Levin G, Boudhina NBB, Cronin J, Chamari K. *Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players*. *J Sports Sci*. 2009;27(2):151–7.
- (26) Guterman, T. (s/f). *El portero de balonmano. Elementos fundamentales para su preparación*. *Efdeportes.com*. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd145/el-portero-de-balonmano-preparacion.htm>

- (27) Póvoas SC, Seabra AF, Ascensão AA, Magalhães J, Soares JM, Rebelo AN. *Physical and physiological demands of elite team handball*. *J Strength Cond Res*. 2012 Dec;26(12):3365-75. doi: 10.1519/JSC.0b013e318248ae4e. PMID: 22222325.
- (28) Chaouachi A, Brughelli M, Levin G, Boudhina NB, Cronin J, Chamari K. *Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players*. *J SportsSci*. 2009 Jan 15;27(2):151-7. doi: 10.1080/02640410802448731. PMID: 19051095.
- (29) S.Canda, A. (2012). *Variables antropométricas de la población deportista española (1.ª ed.)*. España. España.
- (30) González Jiménez E. *Composición corporal: estudio y utilidad clínica*. *EndocrinolNutr [Internet]*. 2013;60(2):69–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2012.04.003>
- (31) Moreira OC, Alonso-Aubin DA, de Oliveira CEP, Candia-Luján R, de Paz JA. *Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas [Internet]*. *Archivosdemedicinadeldeporte.com*. [citado el 16 de mayo de 2024]. Disponible en: https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf
- (32) Alvero-Cruz, J.R.; Correas Gómez, L.; Ronconi, M.; Fernández Vázquez, R.; Porta i Manzanido, J. *La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización* *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, vol. 4, núm. 4, diciembre, 2011, pp. 167-174 *Centro Andaluz de Medicina del Deporte Sevilla, España*
- (33) Stewart AD. *Kinanthropometry and body composition: a natural home for three-dimensional photonic scanning*. *J Sports Sci*. 2010;28(5):455-457
- (34) Srhoj V, Marinović M, Rogulj N. *Position specific morphological characteristics of top-level male handball players*. *CollAntropol*. 2002 Jun;26(1):219-27. PMID: 12137302.

11. ANEXOS

ANEXO 1: Aprobación del proyecto por parte del Comité Ético de la Comunidad de Aragón (CEICA)



Informe Dictamen Favorable Trabajos académicos

C.P. - C.I. PI23/621

24 de enero de 2024

Dña. María González Hinjos, Secretaria del CEIC Aragón (CEICA)

CERTIFICA

1º. Que el CEIC Aragón (CEICA) en su reunión del día 24/01/2024, Acta Nº 02/2024 ha evaluado la propuesta del Trabajo:

Título: Estudio de la composición corporal de jugadores profesionales de balonmano

Alumno: Raúl Yebra Gardeta

Tutores: Iva Marques Lopes, Francisco Adrián Rubio Sánchez

Versión protocolo: Versión 2, 18/01/2024


Versión documento de información y consentimiento: Versión 2, 18/01/2024

2º. Considera que

- El proyecto se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y los principios éticos aplicables.
- El Tutor/Director garantiza la confidencialidad de la información, el correcto manejo de las muestras, el adecuado tratamiento de los datos en cumplimiento de la legislación vigente y la correcta utilización de los recursos materiales necesarios para su realización.

3º. Por lo que este CEIC emite **DICTAMEN FAVORABLE a la realización del proyecto.**

ANEXO 2: Aprobación sobre la Ley de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (CUSTOS)



Unidad de
Protección de Datos
Universidad Zaragoza

Nº ref.: RAT 2023-287

Expte.: TFG "Estudio de la composición corporal de jugadores profesionales de balonmano".

Trámite: ACUERDO a fecha de firma, del Gerente de la Universidad de Zaragoza, por la que se aprueba el Tratamiento de datos personales relativo a dicho TFG.

Examinada la solicitud formulada por D. Raúl Yebra Gardeta, en calidad de autor del TFG arriba enunciado y la documentación que la acompaña,

De conformidad con lo establecido en el Reglamento (UE) 2016/679, General de Protección de Datos (RGPD) y en la Ley Orgánica 3/2018, de Protección de Datos de Carácter Personal y Garantía de Derechos Digitales (LOPDyGDD), **DISPONGO:**


- Autorizar el tratamiento de datos personales del Trabajo Fin de Grado "Estudio de la composición corporal de jugadores profesionales de balonmano".**
- Designar a la Profesora, Dª. Iva Marqués Lopes, en su calidad de Directora/Tutora del TFG, como responsable interna de este tratamiento y al estudiante, D. Raúl Yebra Gardeta, autor del TFG, como encargado interno del mismo.**
- El tratamiento seguirá las determinaciones establecidas en este Acuerdo y, en lo que no se oponga a él, en el formulario propuesto por el solicitante.**
- Además, el tratamiento se llevará a cabo con respeto a los siguientes principios:**
 - Los datos personales serán tratados de manera lícita, leal y transparente en relación con los interesados** a quienes se les informará ampliamente de la finalidad de tratamiento («licitud, lealtad y transparencia»).

Se acompaña documento conteniendo la información a proporcionar a los participantes para obtención de su consentimiento que se estima suficiente.

Todo ello se presentará a informe del Comité Ético de la Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA).

 - Los datos personales serán recogidos con fines determinados, explícitos y legítimos, como es llevar a cabo un análisis detallado de la composición corporal de los**

1

| | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------|---|
| CSV: c7d57004d9e194e5035e88315d5368b | Organismo: Universidad de Zaragoza | Página: 1 / 3 |  |
| Firmado electrónicamente por | Cargo o Rol | Fecha | |
| ALBERTO GIL COSTA | Gerente | 02/01/2024 13:16:00 | |



c7d67004c08e194e5035e88315d5368b
Copia auténtica de documento firmado digitalmente. Puede verificar su autenticidad en <http://valde.unizar.es/cvdc/c7d67004c08e194e5035e88315d5368b>

jugadores profesionales pertenecientes al Club Balonmano Huesca («limitación de la finalidad»).

- c) Los datos personales serán adecuados, pertinentes y limitados a lo necesario en relación con los fines para los que son tratados: nombre y apellidos, firma, características físicas, datos relativos a la salud, características personales y fecha de nacimiento («minimización de datos»).
- d) Los datos personales serán exactos y actualizados («exactitud»).

Los datos serán proporcionados por los propios participantes.

- e) Los datos personales no se mantendrán por más tiempo del que sea estrictamente necesario conforme a lo explicitado en el protocolo de la investigación («limitación del plazo de conservación»).

Los datos recogidos se conservarán durante el tiempo legalmente establecido y necesario para cumplir con la finalidad para la que se recabaron y para determinar las posibles responsabilidades que se pudieran derivar de dicha finalidad y del tratamiento de los datos.

Se estima que el marco temporal de conservación de los datos personales será hasta 14 de junio de 2024. Una vez transcurrido este plazo, será preciso destruir los datos personales por medios seguros, sin perjuicio de que puedan conservarse los resultados anónimos de la investigación.

- f) Los datos personales serán tratados de tal manera que se garantice una seguridad adecuada de los mismos, incluida la protección contra el tratamiento no autorizado o ilícito y contra su pérdida, destrucción o daño accidental, mediante la aplicación de medidas técnicas u organizativas apropiadas («integridad y confidencialidad»).

La documentación en formato papel serán guardados en el domicilio del encargado interno del tratamiento. Posteriormente, cuando estos ya no sean necesarios, serán destruidos mediante una máquina destructora de papel.

5. Estos principios serán de obligado cumplimiento para todo el personal implicado en el tratamiento de datos, correspondiendo a la responsable y al encargado interno del tratamiento cumplirlos y hacerlos cumplir.
6. Cualquier adición, modificación o exclusión posterior en el tratamiento de los datos deberá ser autorizada por el Gerente.

| | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--|
| CSV: c7d67004c08e194e5035e88315d5368b | Organismo: Universidad de Zaragoza | Página: 2 / 3 | |
| Firmado electrónicamente por | Cargo o Rol | Fecha | |
| ALBERTO GIL COSTA | Gerente | 02/01/2024 13:16:00 | |



7. **La responsable interna y el encargado interno del tratamiento** deberán documentar cuantas actuaciones tengan relación con la recogida, operaciones de acceso y tratamiento de los datos y medidas de seguridad.
8. **Cualquier vulneración de las medidas de seguridad aplicadas al tratamiento de los datos personales se notificará al Gerente**, al Responsable de Seguridad y a la Delegada de Protección de Datos con carácter inmediato y siempre dentro de las 24 horas siguientes, describiendo la naturaleza y alcance de la misma y las medidas de seguridad adoptadas o las que proponga adoptar. Deberá documentarse todo el procedimiento.
9. **La responsable interna del tratamiento** se obliga a comunicar en su día al Gerente la finalización de las actividades de tratamiento interesando de éste las instrucciones oportunas en orden a la supresión/destrucción de los datos.
10. **La responsable interna y el encargado interno del tratamiento** tendrán las funciones y responsabilidades establecidas con carácter particular en este Acuerdo y, con carácter general, en las Instrucciones de Servicio sobre tratamiento de datos de carácter personal aprobadas por Resolución de Gerencia de 30 de mayo de 2003.

El Rector. Por delegación (Resol. 15/01/2019. B.O.A. nº 31, de 14 de febrero) firmado electrónicamente y con autenticidad contrastable según el artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015, por Alberto Gil Costa, Gerente de la Universidad de Zaragoza.



Copia auténtica de documento firmado digitalmente. Puede verificar su autenticidad en <http://valde.unizar.es/valv07067004cfe194e5035e88315d5368b>

| | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--|
| CSV: c7d67004cfe194e5035e88315d5368b | Organismo: Universidad de Zaragoza | Página: 3 / 3 | |
| Firmado electrónicamente por | Cargo o Rol | Fecha | |
| ALBERTO GIL COSTA | Gerente | 02/01/2024 13:16:00 | |

ANEXO 3: Consentimiento informado para los participantes del estudio

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

Título: TFG "Estudio de la composición corporal de jugadores profesionales de balonmano"

Responsable: Universidad de Zaragoza

Director/a Tutor/a: Iva Marques Lopes **Correo electrónico:** imarques@unizar.es

Alumno/a Investigador/a: Raúl Yebra Gardeta **Tlfno:** **Correo electrónico:** 820216@unizar.es

Centro: Facultad de las Ciencias de la Salud y del Deporte

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un trabajo académico y/o de investigación académica que estamos realizando en Facultad de las Ciencias de la Salud y del Deporte, de la Universidad de Zaragoza.

Su participación es voluntaria, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Este proyecto ha sido aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Comunidad Autónoma de Aragón (CEICA).

Antes de tomar una decisión le pedimos que:

- lea este documento entero,
- entienda la información que contiene,
- haga todas las preguntas que considere necesarias,
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se solicita su participación en este estudio porque es un jugador que forma parte de la plantilla del primer equipo del Club Balonmano Huesca, además cumple con los criterios de inclusión pertinentes (formar parte del primer equipo, estar jugando y entrenando de forma habitual y decidir participar voluntariamente en el estudio) y no cumple con ninguno de los criterios de exclusión establecidos (el hecho de que el jugador esté lesionado o no se encuentre entrando/jugando por cualquier motivo). Si Ud. cumple estas especificaciones su participación es importante para nosotros.

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio

El propósito principal de la investigación es llevar a cabo un análisis detallado de la composición corporal de los jugadores profesionales pertenecientes al Club Balonmano Huesca. Este análisis se llevará a cabo utilizando técnicas de antropometría e impedancia bioeléctrica.

El propósito principal de la investigación es llevar a cabo un análisis detallado de la composición corporal de los jugadores profesionales pertenecientes al Club Balonmano Huesca. Este análisis se llevará a cabo utilizando técnicas de antropometría e impedancia bioeléctrica.

Además del objetivo principal, se han establecido objetivos secundarios, que incluyen: evaluar la masa grasa mediante el uso de impedancia bioeléctrica, realizar una valoración antropométrica específica de la masa grasa y la masa muscular esquelética de los jugadores, determinar el somatotipo de los deportistas, generar una somatocarta que refleje características relevantes del somatotipo de los jugadores y realizar comparaciones detalladas entre los valores obtenidos tanto en la composición corporal como en la somatocarta con los valores de referencia establecidos.

En resumen, el estudio se centra en comprender en profundidad la estructura corporal de los jugadores de balonmano, utilizando una variedad de métodos y objetivos para obtener una evaluación completa y comparativa de su composición corporal y somatotipo en relación con valores de referencia establecidos.

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

La participación en el presente trabajo de fin de grado, el cual se desarrollará a lo largo del mes de febrero del año 2024, consiste en la toma de mediciones antropométricas. Para la valoración se seguirá un protocolo idéntico para todos los jugadores, que serán medidos por duplicado y antes de los entrenos en el pabellón de entrenamiento, el Palacio de los Deportes Además, no deberá ingerir alimento durante los 30 minutos anteriores al inicio de las pruebas, mantener un buen estado de hidratación, así como no beber líquidos y realizar la última micción y/o defecación 30 minutos antes del inicio de las pruebas programadas.

El tiempo de medición para cada jugador será de 10 minutos. Por lo tanto, se realizarán mediciones a dos jugadores cada día, siendo un total de 8 jugadores a lo largo de la semana. En dos semanas se habrá completado todas las mediciones y estas se harán dos veces, se hará el duplicado. El día en el que se realizará la medida será pactado con el propio deportista, en función de su disponibilidad.

Para la valoración de la composición corporal se utilizará por un lado un equipo de impedancia bioeléctrica. Por otro lado, se tomarán mediciones antropométricas utilizando el siguiente material prestado por la Universidad de Zaragoza: tallímetro de pared, báscula, cinta métrica inextensible, paquímetro de diámetros óseos, plicómetro; y se tomarán las siguientes medidas: pliegues cutáneos, perímetros (brazo, muslo y pantorrilla) y diámetros (húmero, muñeca y fémur)

5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

El presente trabajo de investigación no supondrá ningún riesgo para los participantes.

Las molestias que puede conllevar el estudio es el tiempo de realización que supondrá la toma de medidas de peso y composición corporal (masa magra, masa grasa y agua corporal), las cuales están previstas que duren 10 minutos

Versión 2.0 a 18/01/2024

por jugador cada medición, ya que se hará el duplicado. Las medidas se realizarán los días de entrenamiento, el día será pactado con el jugador en función de lo que mejor le venga, para así no interferir en la correcta logística del equipo.

Además, el jugador no deberá ingerir alimento durante los 30 minutos anteriores al inicio de las pruebas, mantener un buen estado de hidratación, así como no beber líquidos y realizar la última micción y/o defecación 30 minutos antes del inicio de las pruebas programadas.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento usted no obtendrá ningún beneficio por su participación, si bien contribuirá al avance científico y al beneficio social. En suma, usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?

Este proyecto cumple con la Legislación relacionada con la protección de datos, en particular el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea (Reglamento UE 2016/679, de 27 de abril) y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantías de los Derechos Digitales. También con toda la normativa de ética en la investigación y, si es el caso, del tratamiento de datos de la investigación en salud e investigación biomédica. El proyecto está autorizado por la Universidad de Zaragoza. A continuación, le indicamos brevemente cómo trataremos sus datos personales:

Información básica sobre protección de datos.

Responsable del tratamiento: Universidad de Zaragoza

Responsable interno: Iva Marques Lopes (Director-Tutor)

Encargado interno: Raúl Yebra Gardeta (Alumno/a)

Finalidad: Sus datos personales serán tratados exclusivamente para el estudio al que hace referencia este documento. El tratamiento de sus datos personales se realizará utilizando técnicas para mantener su anonimato mediante el uso de códigos aleatorios, con el fin de que su identidad personal quede completamente oculta durante el proceso de investigación.

Legitimación: El tratamiento de los datos de este estudio queda legitimado por su consentimiento a participar.

Destinatarios: No se cederán datos a terceros salvo obligación legal.

Duración: Los datos personales serán destruidos una vez se haya cumplido con la finalidad para la que se recabaron y para las posibles revisiones o determinación de responsabilidades. Los resultados objeto de explotación, ya completamente anonimizados y sin datos personales, podrán ser conservados para su posible reutilización en otros trabajos de investigación. A partir de los resultados de la investigación, se podrán elaborar comunicaciones científicas para ser presentadas en congresos o revistas científicas, pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

Versión 2.0 a 18/01/2024

Derechos: Podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión y portabilidad de sus datos, de limitación y oposición a su tratamiento, de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) ante el/la Responsable interno de este estudio, cuyos datos de contacto figuran en el encabezamiento de este documento, o dirigiendo un correo electrónico al Delegado/a de Protección de Datos de la Universidad de Zaragoza (dpd@unizar.es). Si no viera atendida su petición podrá dirigirse en reclamación a la Agencia Española de Protección de Datos (<https://www.aepd.es>). Podrá consultar información adicional sobre protección de datos en la Universidad de Zaragoza en la dirección: <https://protecciondatos.unizar.es/>

8. ¿Quién financia esta investigación?

Este proyecto no ha sido financiado por ninguna institución o empresa.

9. ¿Se me informará de los resultados de la investigación?

Usted tiene derecho a conocer los resultados de la presente investigación derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador se los hará llegar.

10. ¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria: puede decidir libremente no participar sin que eso influya en su práctica habitual ni tenga para Ud. ninguna otra repercusión que pudiera serle desfavorable. Puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones: bastará con que le manifieste su intención al Investigador/a. Además, si decide retirarse del estudio, puede solicitar que se destruyan sus datos al completo.

11. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento están recogidos los nombres y datos de contacto de los investigadores que participan en este estudio o proyecto. Puede dirigirse a uno de ellos en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención.

Si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: TFG "Estudio de la composición corporal de jugadores profesionales de balonmano"

Yo, _____

- He leído la hoja de información que se me ha entregado.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio y he recibido suficiente información sobre el mismo.
- He hablado con: Raúl Yebra Gardeta
- Comprendo que mi participación es voluntaria.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - 1) cuando quiera
 - 2) sin tener que dar explicaciones
 - 3) sin que esto tenga ninguna repercusión para mí

Y, en consecuencia,

Presto libremente mi consentimiento para participar en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos conforme se estipula en la hoja de información que se me ha entregado.

Deseo ser informado sobre los resultados del estudio: SI ☐ NO ☐ (marque lo que proceda)

Si marca Sí indique su teléfono o correo electrónico de contacto: _____

He recibido una copia de este Consentimiento Informado.

Firma del/de la participante: _____

Fecha: _____

He explicado la naturaleza y el propósito del estudio a la persona participante.

Firma del investigador/a: _____

Fecha: _____

Versión 2.0 a 18/01/2024

CLUB BALONMANO HUESCA

AUTORIZACIÓN

Por medio del presente, Yo _____ ,
con DNI _____ y director del primer equipo del Club
Balonmano Huesca doy autorización al alumno, _____ ,
con documento de identidad _____, de acuerdo al
reglamento y bajo mi responsabilidad, para realizar su trabajo de fin de grado
titulado - con nombre *“Estudio de la composición corporal de jugadores
profesionales de balonmano”* - en la plantilla del Club Balonmano Huesca.

Huesca a 14 de diciembre de 2023

ANEXO 5: Autorización del club para la realización del proyecto en sus instalaciones deportivas.

CLUB BALONMANO HUESCA

AUTORIZACIÓN

Por medio del presente, Yo _____ con DNI _____ y
director del primer equipo del Club Balonmano Huesca doy autorización al
alumno, _____, con documento de identidad _____,
de acuerdo al reglamento y bajo mi responsabilidad, para utilizar las
instalaciones del Club Balonmano Huesca, en concreto el pabellón de
entrenamiento (Palacio Municipal de los Deportes Huesca) con la finalidad de
realizar su trabajo de fin de grado titulado - con nombre *“Estudio de la
composición corporal de jugadores profesionales de balonmano”* -.

Huesca a 14 de diciembre de 2023

ANEXO 6: Media de la recogida de medidas antropométricas individuales de los jugadores.

| DATOS GENERALES | | | MEDIDAS BÁSICAS | | |
|-----------------|----------|-----------|-----------------|----------|--------|
| Nº JUGADOR | POSICIÓN | GÉNERO | EDAD | PESO | ALTURA |
| 1 | Portero | Masculino | 36 | 100 kg | 194 cm |
| 2 | Lateral | Masculino | 22 | 97,75 kg | 192 cm |
| 3 | Extremo | Masculino | 22 | 73,65 kg | 170 cm |
| 4 | Extremo | Masculino | 21 | 95,5 kg | 192 cm |
| 5 | Lateral | Masculino | 28 | 110,3 kg | 201 cm |
| 6 | Central | Masculino | 24 | 90,9 kg | 188 cm |
| 7 | Lateral | Masculino | 19 | 94,1 kg | 194 cm |
| 8 | Central | Masculino | 24 | 87,35 kg | 181 cm |
| 9 | Portero | Masculino | 30 | 92,2 kg | 190 cm |
| 10 | Pivote | Masculino | 23 | 109,2 kg | 197 cm |
| 11 | Central | Masculino | 23 | 88,5 kg | 183 cm |
| 12 | Pivote | Masculino | 31 | 111,5 kg | 191 cm |
| 13 | Lateral | Masculino | 23 | 101,2 kg | 197 cm |
| 14 | Lateral | Masculino | 21 | 89,65 kg | 193 cm |
| 15 | Extremo | Masculino | 32 | 88,75 kg | 181 cm |
| 16 | Extremo | Masculino | 26 | 77,6 kg | 179 cm |

| DATOS GENERALES | | | PLIEGUES CUTÁNEOS | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------|-------------------|--------------|---------|--------------|--------------|-----------|----------|--------------------|
| Nº JUGADOR | POSICIÓN | GÉNERO | TRICEPS | SUBESCAPULAR | BICEPS | RESTA ILIAC/ | SUPRAESPINAL | ABDOMINAL | MUSLO | PANTORRILLA MEDIAL |
| 1 | Portero | Masculino | 16 mm | 11,75 mm | 5,25 mm | 14,1 mm | 12,5 mm | 20,25 mm | 12 mm | 7,8 mm |
| 2 | Lateral | Masculino | 5,65 mm | 6,35 mm | 2,4 mm | 3,9 mm | 6,55 mm | 8,9 mm | 12,35 mm | 8,7 mm |
| 3 | Extremo | Masculino | 11 mm | 8,2 mm | 4,35 mm | 19,75 mm | 7,35 mm | 15,6 mm | 18,25 mm | 6,75 mm |
| 4 | Extremo | Masculino | 11,45 mm | 13,1 mm | 6,6 mm | 18,45 mm | 11,65 mm | 18,05 mm | 15,55 mm | 8,5 mm |
| 5 | Lateral | Masculino | 4,65 mm | 7,5 mm | 2,85 mm | 9,5 mm | 5,8 mm | 3,1 mm | 5,5 mm | 3,85 mm |
| 6 | Central | Masculino | 7,65 mm | 11,5 mm | 3,8 mm | 17,15 mm | 11,05 mm | 15,5 mm | 13,25 mm | 5 mm |
| 7 | Lateral | Masculino | 6,1 mm | 10,15 mm | 4 mm | 10,5 mm | 5 mm | 8,5 mm | 7,5 mm | 5 mm |
| 8 | Central | Masculino | 4,55 mm | 6,25 mm | 3 mm | 8,25 mm | 5,25 mm | 7,5 mm | 5,8 mm | 4,1 mm |
| 9 | Portero | Masculino | 6,5 mm | 8,75 mm | 3,5 mm | 11,9 mm | 7,6 mm | 14,25 mm | 10,75 mm | 4,5 mm |
| 10 | Pivote | Masculino | 10,5 mm | 12,5 mm | 3,75 mm | 22 mm | 14 mm | 19 mm | 21 mm | 13 mm |
| 11 | Central | Masculino | 6,5 mm | 8,6 mm | 4 mm | 7 mm | 5,75 mm | 7,5 mm | 7,25 mm | 4,25 mm |
| 12 | Pivote | Masculino | 11 mm | 17,75 mm | 4,5 mm | 29,2 mm | 19,6 mm | 34 mm | 23 mm | 8 mm |
| 13 | Lateral | Masculino | 8,5 mm | 10,75 mm | 2,75 mm | 13,75 mm | 5,5 mm | 9,25 mm | 9,5 mm | 5,75 mm |
| 14 | Lateral | Masculino | 5 mm | 10 mm | 2,75 mm | 10,5 mm | 5,75 mm | 7,5 mm | 5,5 mm | 3,75 mm |
| 15 | Extremo | Masculino | 6,25 mm | 9,75 mm | 3,5 mm | 15 mm | 6,85 mm | 17 mm | 7,5 mm | 5 mm |
| 16 | Extremo | Masculino | 6 mm | 10 mm | 1,8 mm | 10,8 mm | 6,2 mm | 18 mm | 4 mm | 4,8 mm |

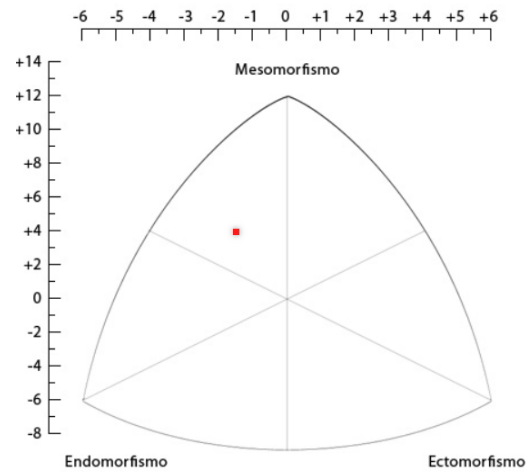
| DATOS GENERALES | | | CIRCUNFERENCIAS CORPORALES | | | | |
|-----------------|----------|-----------|----------------------------|-----------------|----------|-----------|----------|
| Nº JUGADOR | POSICIÓN | GÉNERO | BRAZO RELAJADO | BRAZO CONTRAÍDO | CINTURA | CADERA | MUSLO |
| 1 | Portero | Masculino | 34,75 cm | 37,5 cm | 91,9 cm | 108,2 cm | 41,3 cm |
| 2 | Lateral | Masculino | 33,9 cm | 37,4 cm | 92,1 cm | 107,55 cm | 41 cm |
| 3 | Extremo | Masculino | 31,3 cm | 33,25 cm | 81,75 cm | 98,2 cm | 47 cm |
| 4 | Extremo | Masculino | 36,15 cm | 37,55 cm | 88,5 cm | 109,5 cm | 39,5 cm |
| 5 | Lateral | Masculino | 36,85 cm | 39,15 cm | 89,75 cm | 109,35 cm | 43,3 cm |
| 6 | Central | Masculino | 36,25 cm | 37,85 cm | 86 cm | 104,85 cm | 39 cm |
| 7 | Lateral | Masculino | 34,75 cm | 37,8 cm | 79,25 cm | 96,75 cm | 40,5 cm |
| 8 | Central | Masculino | 36,5 cm | 40,15 cm | 86 cm | 98,15 cm | 40,25 cm |
| 9 | Portero | Masculino | 34 cm | 36,65 cm | 88,75 cm | 97,1 cm | 43 cm |
| 10 | Pivote | Masculino | 35,4 cm | 38,75 cm | 92,45 cm | 110,3 cm | 42,5 cm |
| 11 | Central | Masculino | 33,45 cm | 39 cm | 87,85 cm | 97,95 cm | 41,7 cm |
| 12 | Pivote | Masculino | 35,45 cm | 38,6 cm | 97,3 cm | 112,2 cm | 42,25 cm |
| 13 | Lateral | Masculino | 35,5 cm | 39,5 cm | 86,75 cm | 106,4 cm | 39,4 cm |
| 14 | Lateral | Masculino | 34,4 cm | 38,05 cm | 83,75 cm | 97,95 cm | 36,45 cm |
| 15 | Extremo | Masculino | 32,5 cm | 36,15 cm | 90,85 cm | 106,75 cm | 39 cm |
| 16 | Extremo | Masculino | 32 cm | 34,5 cm | 88 cm | 98 cm | 36 cm |

| DATOS GENERALES | | | DIÁMETROS ÓSEOS | | |
|-----------------|----------|-----------|-----------------|----------|------------|
| Nº JUGADOR | POSICIÓN | GÉNERO | HÚMERO | FÉMUR | ESTILOIDEO |
| 1 | Portero | Masculino | 7,55 cm | 11,05 cm | 5,85 cm |
| 2 | Lateral | Masculino | 7,35 cm | 10,85 cm | 6,15 cm |
| 3 | Extremo | Masculino | 6,4 cm | 9,7 cm | 5,3 cm |
| 4 | Extremo | Masculino | 6,9 cm | 10,6 cm | 6,05 cm |
| 5 | Lateral | Masculino | 7,8 cm | 10,5 cm | 6,65 cm |
| 6 | Central | Masculino | 7,2 cm | 10,25 cm | 5,6 cm |
| 7 | Lateral | Masculino | 7,4 cm | 9,9 cm | 6 cm |
| 8 | Central | Masculino | 7,4 cm | 10,4 cm | 6,4 cm |
| 9 | Portero | Masculino | 7,45 cm | 9,95 cm | 6,35 cm |
| 10 | Pivote | Masculino | 7,8 cm | 10,25 cm | 6,35 cm |
| 11 | Central | Masculino | 7,05 cm | 9,65 cm | 6,1 cm |
| 12 | Pivote | Masculino | 7,4 cm | 10,9 cm | 6,25 cm |
| 13 | Lateral | Masculino | 7,55 cm | 10,45 cm | 6,35 cm |
| 14 | Lateral | Masculino | 7,55 cm | 10,55 cm | 6,5 cm |
| 15 | Extremo | Masculino | 7,3 cm | 9,9 cm | 6,1 cm |
| 16 | Extremo | Masculino | 7 cm | 9,8 cm | 6 cm |

ANEXO 7: Valoración individual de la composición corporal y somatotipo de los jugadores.

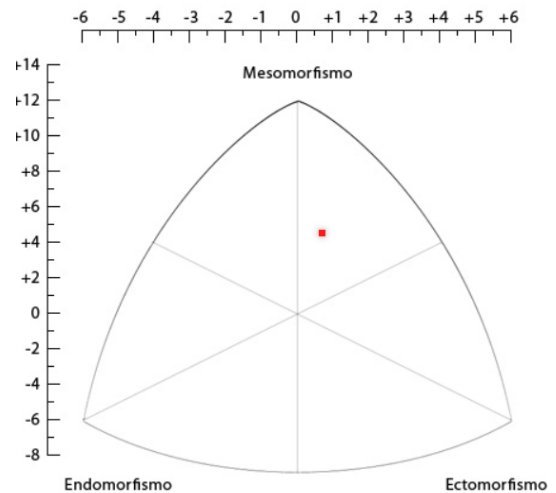
Jugador 1

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 26,57 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 14,81 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 37,9 |
| | 15,21 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 3,51 |
| Endomorfia | 4,75 |
| Mesomorfia | 2,01 |
| Ectomorfia | |



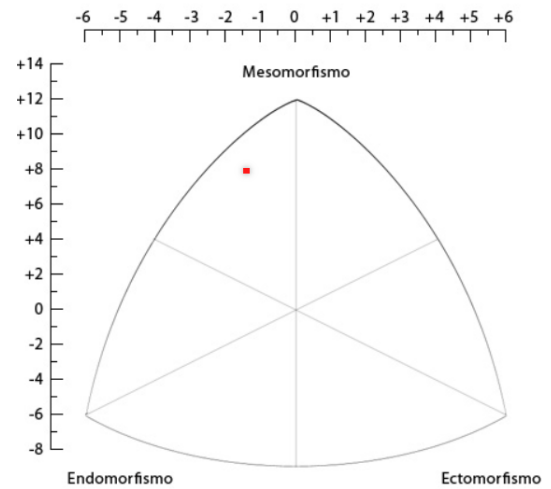
Jugador 2

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 26,31 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 9,61 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 41,66 |
| | 14,79 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 1,32 |
| Endomorfia | 3,95 |
| Mesomorfia | 2,01 |
| Ectomorfia | |



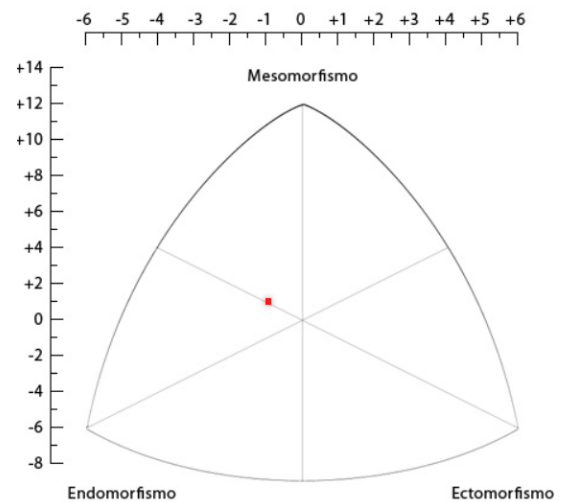
Jugador 3

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 25,26 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 12,06 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 51,17 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 13,38 |
| Endomorfia | 2,62 |
| Mesomorfia | 5,88 |
| Ectomorfia | 1,2 |



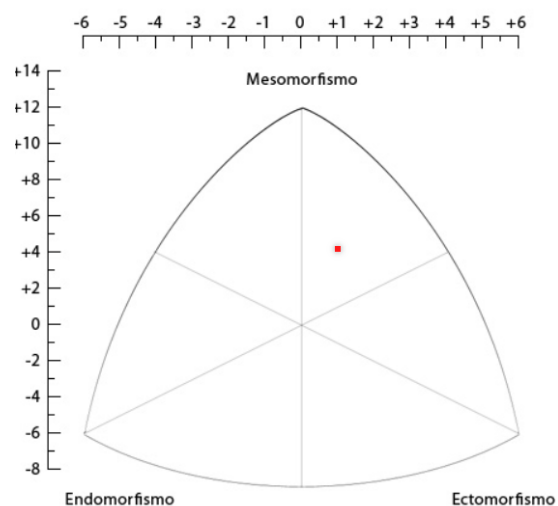
Jugador 4

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 25,77 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 13,89 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 42,71 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 15,01 |
| Endomorfia | 3,17 |
| Mesomorfia | 3,22 |
| Ectomorfia | 2,22 |



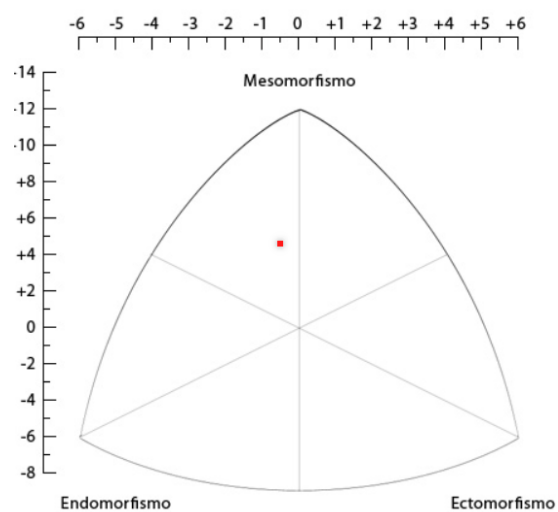
Jugador 5

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 27,23 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 9,61 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 44,59 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 13,84 |
| Endomorfia | 1,13 |
| Mesomorfia | 3,75 |
| Ectomorfia | 2,13 |



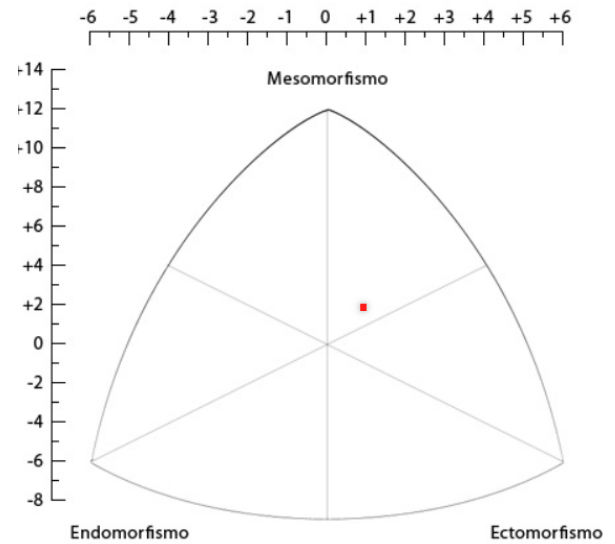
Jugador 6

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 25,46 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 12,52 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 45,11 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 13,51 |
| Endomorfia | 2,65 |
| Mesomorfia | 4,72 |
| Ectomorfia | 2,13 |



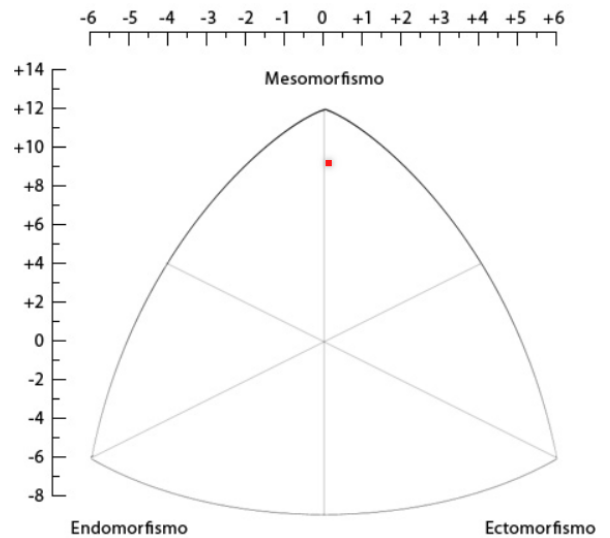
Jugador 7

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 24,98 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 10,22 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 44,36 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 14,28 |
| Endomorfia | 1,73 |
| Mesomorfia | 3,14 |
| Ectomorfia | 2,65 |



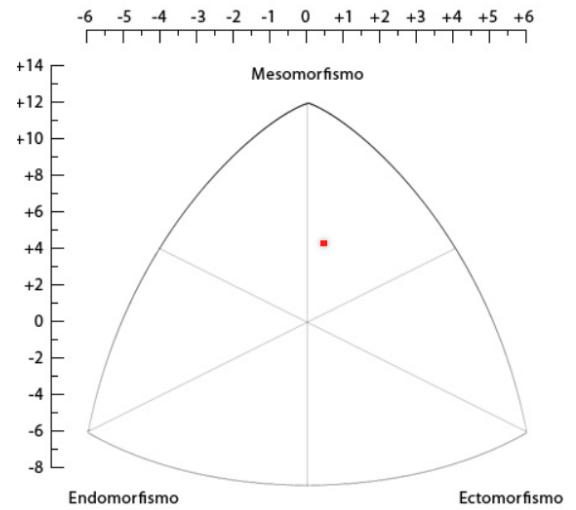
Jugador 8

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 26,56 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 9,15 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 48,18 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 15,07 |
| Endomorfia | 1,2 |
| Mesomorfia | 5,87 |
| Ectomorfia | 1,32 |



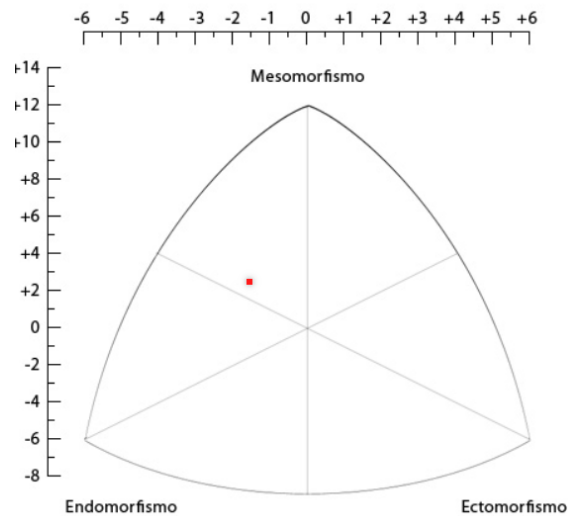
Jugador 9

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 25,48 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 11,14 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 46,71 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 14,17 |
| Endomorfia | 1,78 |
| Mesomorfia | 4,16 |
| Ectomorfia | 2,23 |



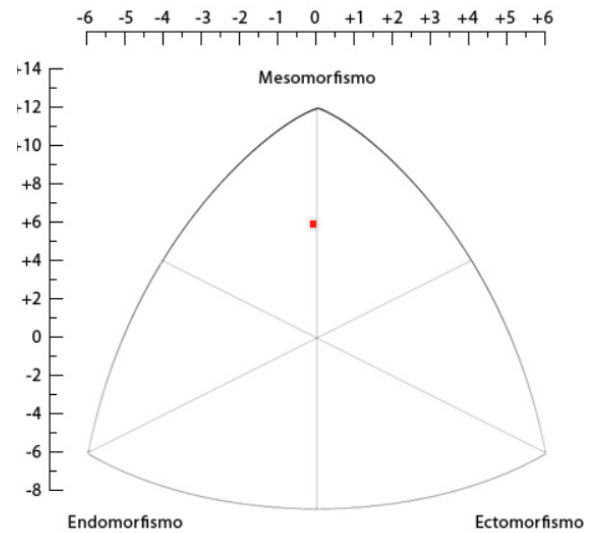
Jugador 10

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 28,09 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 14,2 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 37,82 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 13,57 |
| Endomorfia | 3,18 |
| Mesomorfia | 3,65 |
| Ectomorfia | 1,61 |



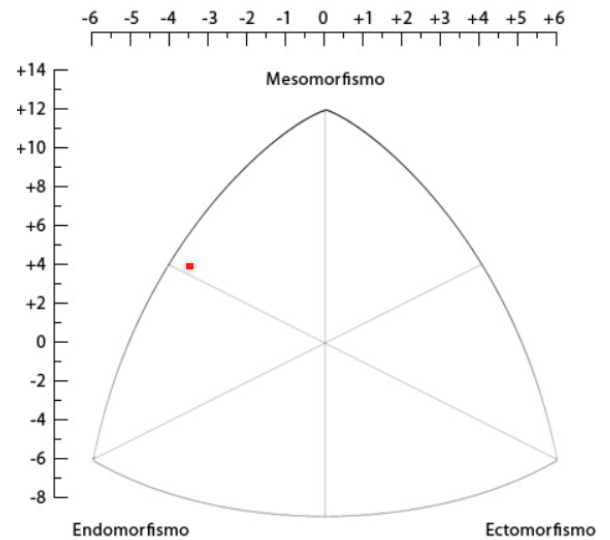
Jugador 11

| ANTROPOMETRÍA | |
|---------------------------------------|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m ²) | 26,28 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 9,76 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 45,91 |
| | 14,04 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 1,64 |
| Endomorfia | 4,75 |
| Mesomorfia | 1,54 |
| Ectomorfia | |



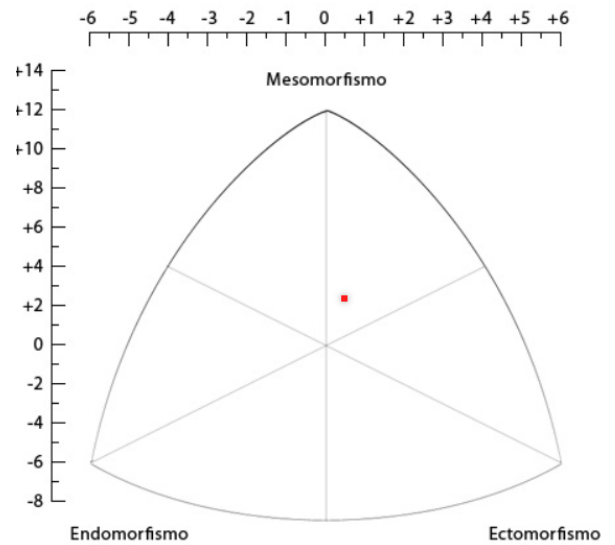
Jugador 12

| ANTROPOMETRÍA | |
|---------------------------------------|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m ²) | 30,43 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 18,18 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 37,13 |
| | 12,75 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 4,27 |
| Endomorfia | 4,5 |
| Mesomorfia | 0,77 |
| Ectomorfia | |



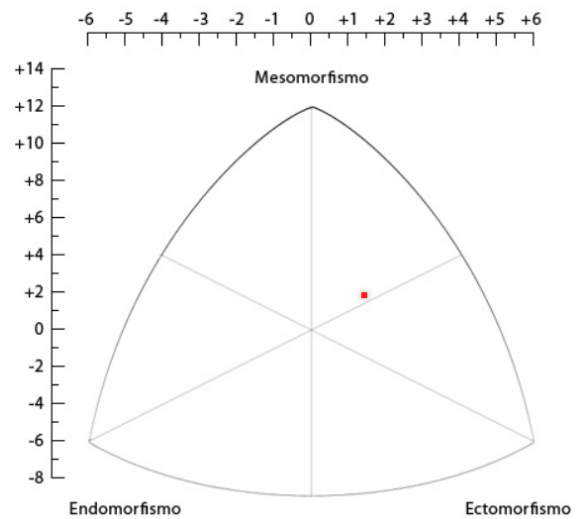
Jugador 13

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 26,02 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 10,68 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 41,6 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 14,65 |
| Endomorfia | 1,91 |
| Mesomorfia | 3,34 |
| Ectomorfia | 2,38 |



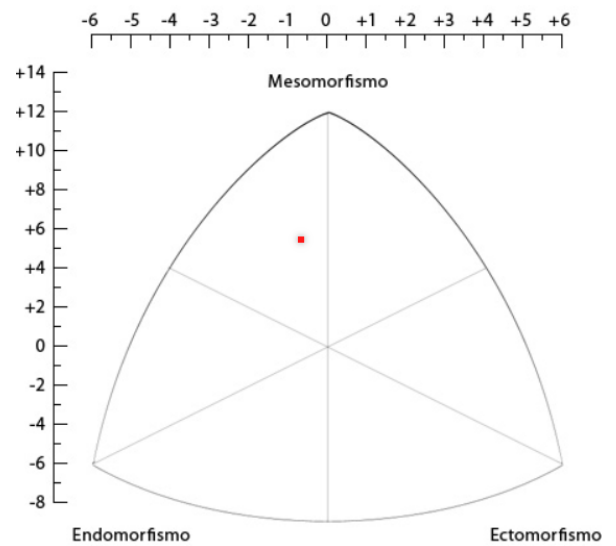
Jugador 14

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 23,89 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 9,91 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 43,6 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 16,14 |
| Endomorfia | 1,64 |
| Mesomorfia | 3,28 |
| Ectomorfia | 3,06 |



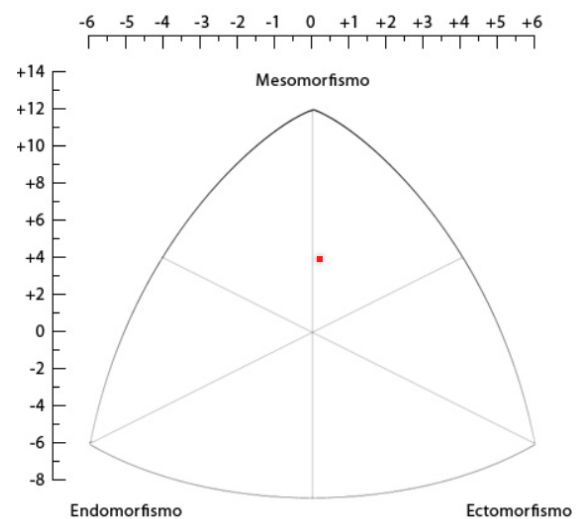
Jugador 15

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 26,86 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 11,6 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 42,07 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 13,82 |
| Endomorfia | 1,89 |
| Mesomorfia | 4,31 |
| Ectomorfia | 1,21 |



Jugador 16

| ANTROPOMETRÍA | |
|---|-------|
| IMC (Seedo 2007) (kg/m^2) | 24,03 |
| Masa grasa (Faulkner) (%) | 11,9 |
| Masa Muscular (MME de Lee) (%) | 44,55 |
| Masa ósea (MO de Rocha) (%) | 15,55 |
| Endomorfia | 2,03 |
| Mesomorfia | 4,1 |
| Ectomorfia | 2,22 |



ANEXO 7: Recogida de datos individuales de la composición corporal a través de la bioimpedancia.

Jugador 1

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 67,9 |
| Grasa corporal (%) | 29,1 |
| Agua (%) | 51,2 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 3,6 |
| Nivel grasa visceral | 4,5 |

Jugador 4

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|-------|
| Masa muscular (kg) | 70,08 |
| Grasa corporal (%) | 23,9 |
| Agua (%) | 55,7 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 3,7 |
| Nivel grasa visceral | 1,5 |

Jugador 2

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 96,4 |
| Grasa corporal (%) | 23,3 |
| Agua (%) | 56,3 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 3,7 |
| Nivel grasa visceral | 1,5 |

Jugador 5

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 81,5 |
| Grasa corporal (%) | 21,8 |
| Agua (%) | 57,7 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 4,3 |
| Nivel grasa visceral | 2 |

Jugador 3

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 52,9 |
| Grasa corporal (%) | 23,1 |
| Agua (%) | 57,6 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 2,8 |
| Nivel grasa visceral | 1 |

Jugador 6

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 68,1 |
| Grasa corporal (%) | 21,8 |
| Agua (%) | 57,7 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 3,6 |
| Nivel grasa visceral | 1,5 |

Jugador 7

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 74,9 |
| Grasa corporal (%) | 16,4 |
| Agua (%) | 61,9 |
| Nivel complexión | 9 |
| Masa ósea (kg) | 4 |
| Nivel grasa visceral | 1 |

Jugador 10

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 76,5 |
| Grasa corporal (%) | 26,7 |
| Agua (%) | 53,8 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 4 |
| Nivel grasa visceral | 2,5 |

Jugador 8

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 68,4 |
| Grasa corporal (%) | 17,4 |
| Agua (%) | 62,8 |
| Nivel complexión | 9 |
| Masa ósea (kg) | 3,6 |
| Nivel grasa visceral | 1 |

Jugador 11

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 74,5 |
| Grasa corporal (%) | 11,5 |
| Agua (%) | 64,9 |
| Nivel complexión | 6 |
| Masa ósea (kg) | 3,8 |
| Nivel grasa visceral | 1,5 |

Jugador 9

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 74,2 |
| Grasa corporal (%) | 14,9 |
| Agua (%) | 63,8 |
| Nivel complexión | 9 |
| Masa ósea (kg) | 3,9 |
| Nivel grasa visceral | 1 |

Jugador 12

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 83,1 |
| Grasa corporal (%) | 21,4 |
| Agua (%) | 57,7 |
| Nivel complexión | 3 |
| Masa ósea (kg) | 4,3 |
| Nivel grasa visceral | 7,5 |

Jugador 13

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 80,8 |
| Grasa corporal (%) | 16 |
| Agua (%) | 60,3 |
| Nivel complexión | 5 |
| Masa ósea (kg) | 4,2 |
| Nivel grasa visceral | 3 |

Jugador 16

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 60,2 |
| Grasa corporal (%) | 18,3 |
| Agua (%) | 60,7 |
| Nivel complexión | 9 |
| Masa ósea (kg) | 3,2 |
| Nivel grasa visceral | 1 |

Jugador 14

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 74,3 |
| Grasa corporal (%) | 12,9 |
| Agua (%) | 62,3 |
| Nivel complexión | 5 |
| Masa ósea (kg) | 3,8 |
| Nivel grasa visceral | 1,5 |

Jugador 15

| BIOIMPEDANCIA | |
|----------------------|------|
| Masa muscular (kg) | 68,6 |
| Grasa corporal (%) | 18,8 |
| Agua (%) | 58,9 |
| Nivel complexión | 5 |
| Masa ósea (kg) | 3,6 |
| Nivel grasa visceral | 6 |