

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



CARACTERÍSTICAS CINEANTROPOMÉTRICAS DE LA SELECCIÓN  
MEXICANA VARONIL DE BALONMANO

Por

Jose Omar Lagunes Carrasco

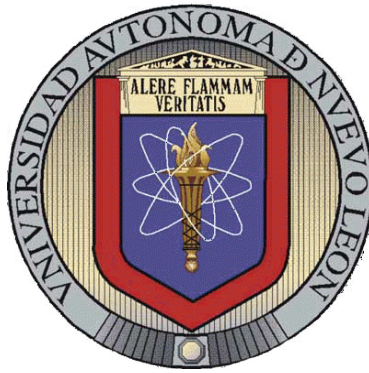
TESINA

Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTES CON  
ORIENTACION EN ALTO RENDIMIENTO

Nuevo León, Julio, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA



CARACTERÍSTICAS CINEANTROPOMÉTRICAS DE LA SELECCIÓN  
MEXICANA VARONIL DE BALONMANO

Por

LEF D. Jose Omar Lagunes Carrasco

TESINA

Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTES CON ORIENTACION EN  
ALTO RENDIMIENTO

Nuevo León, Julio, 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**POSGRADO FOD**

Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento por la Facultad de Organización Deportiva recomendamos que la Tesina “Características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano” Realizado por el LEFD. Jose Omar Lagunes Carrasco sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestra en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento.

**COMITÉ DE TITULACIÓN**

---

Dr. Ricardo López García

Asesor Principal



---

Dra. Elizabeth Rodríguez Bies

Co-asesor

---

Dr. Germán Hernández Cruz

Co-asesor

---

Dra. Jeanette M. López Walle

Subdirectora de Posgrado de la FOD

Nuevo León, Julio del 2015

## **DEDICATORIA**

Dicho proyecto va dedicado a mis padres y hermanos que siempre están ahí alentándome a que siga adelante con mis proyectos y guiándome para ser un buen ser humano.

Cabe mencionar por otro lado a dos personas muy importantes en mi vida que han llegado en un momento justo brindándome toda su confianza y siempre han estado ahí para apoyarme en todos los aspectos, mi padrino Raúl Mario Castellón Campaña y mi madrina Rosy Romero, este trabajo es producto también de ellos por estar conmigo en las buenas y en las malas, con mucho cariño padrinos.

A mi amiga y madre Bertha Elizabeth Tejeda que en todo momento desde el bachillerato ha estado conmigo alentándome a seguir a pesar de todo.

Mi amiga Adriana Andrade que desde que inició este proyecto estuvo ahí apoyándome, confiando en mí y motivándome así como también su familia que ha estado atrás de todo esto.

Va dedicada a mis amigos y amigas Héctor Díaz, Mario Serrano, Mónica Moreno, Claudia Macías, Pedro Dante, Martha Mejía, Raúl Rodríguez, David Gil, Juanjo Castro, Felipe Reynoso, Jesús Palacios, Roció Lúa, ,...

A mi tía y madre Leonor Estrada que todo el tiempo ha confiado en mí y por ultimo a mis abuelas que ya no están con vida pero seguramente de donde quiera que están me ven y se han de sentir muy orgullosas de mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a ese ser existente en el universo por darme la oportunidad de realizar este proyecto gozando de una buena salud física y mental.

Por otro lado agradezco a mis asesores de tesina, Dra. Elisabeth Rodríguez Bies, por su tiempo, paciencia y dedicación para culminar mi proyecto satisfactoriamente habiendo logrado todos los objetivos establecidos y que más allá de culminar la tesina es el aprendizaje que me ha proporcionado, Dr. Ricardo López gracias por su paciencia, tiempo y consejos y al Dr. German Hernández porque desde un inicio ha confiado en mí y me ha brindado su apoyo en mis proyectos de maestría, los tres han logrado una excelente formación en mi vida profesional.

Gracias a Estrella Chávez que estuvo conmigo en todo momento apoyándome y dedicándome un poco de su valioso tiempo.

Así mismo agradezco a mi coach Rafael Santos Barros que ha sido pieza clave en mi formación estos últimos dos años, brindándome su confianza y haberme permitido ser parte del equipo representativo de tigres handball.

Por otro lado a los jugadores que me permitieron realizar las mediciones así como también a los coach.

# Índice

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1 Antecedentes .....	10
1.2 Objetivo General .....	11
1.2.1 Objetivo Específicos.....	11
1.3 Planteamiento del problema.....	12
1.4 Objeto de estudio.....	12
1.5 Justificación de la Investigación.....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Historia de la cineantropometría.....	16
2.2 Definición de Cineantropometría.....	16
2.3 Herramientas de análisis.....	17
2.3.1 Somatotipo .....	17
2.3.2 Proporcionalidad Corporal .....	26
2.3.2.1 Proporcionalidad y performance .....	28
2.3.3 Composición Corporal .....	31
2.3.3.1 Niveles de análisis .....	31
2.3.3.2 Niveles de validación de los métodos .....	33
2.3.3.2.1 Métodos Directos .....	34

2.3.3.2.2 Métodos Indirectos .....	35
2.3.3.2.3 Métodos doble Indirectos .....	46
2.4 Introducción al Balonmano.....	49
2.4.1 Posiciones y características de los jugadores de Balonmano en México.....	51
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	53
3.1 Tipo de proyecto .....	54
3.2 Población y muestra.....	54
3.3 Material e instrumentos de medición .....	54
3.4 Indicadores .....	56
3.4.1 Puntos anatómicos de referencias.....	56
3.5 Variables de estudio y método de análisis .....	61
3.5.1 Variables primarias .....	61
3.5.1.1 Medidas antropométricas .....	61
3.5.2 Variables derivadas .....	65
3.5.2.1 Componentes del somatotipo.....	66
3.5.2.2 Z-SCORE de proporcionalidad.....	68
3.5.2.3 Índices - proporcionalidad y performance .....	70
3.5.2.4 Masas corporales – Composición corporal .....	70
3.6 Calidad de los datos .....	71

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	72
4.1.2.1 Somatotipo.....	82
4.1.2.2 Proporcionalidad “Phantom” .....	88
4.1.2.3 Proporcionalidad y Performance .....	96
4.1.2.3. Composición Corporal.....	98
CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN.....	104
ANEXOS .....	109
Referencias.....	112



# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

Sirvent y Garrido (2009) explican que la antropometría es una ciencia que oficialmente data de 1976. La ISAK (International Society of the Advancement of Kinanthropometry) es el máximo organismo mundial de la cineantropometría y organiza periódicamente cursos de capacitación en distintos países. En 1989 la revista *Journal of Sport Sciences* se convierte oficialmente el medio donde se publican las investigaciones relacionadas al tema de la cineantropometría.

W.D Ross propuso el término “cineantropometría” derivado de las palabras griegas *kinein* =moverse, *anthropos* = hombre, y *metrein* medir. De la misma manera define la cineantropometría como el estudio del tamaño, forma, composición, estructura y proporcionalidad del cuerpo humano con el objetivo de comprender la evolución del hombre en relación con el crecimiento, el estado de nutrición, la actividad física y el entrenamiento físico-deportivo.

Dentro de la cineantropometría se encuentra la antropometría, ésta se define como el estudio cuantitativo de las medidas y proporciones del cuerpo humano (Daza, 2007). Dichas medidas se examinan y se hace un análisis de la edad, el tamaño del cuerpo, forma, proporción y composición corporal.

Jacobs et al. (1982) encontrado en (Vila, Abrales, & Rodríguez, 2009) indica que el balonmano es un deporte colectivo y con presencia de contacto donde se realizan esfuerzos de máxima intensidad y corta duración en donde los jugadores tienen que realizar varias tareas según se les vaya presentando como correr, lanzar, saltar en diferentes tiempos ya sea en reposo o en baja intensidad y también realizan acciones contra el adversario que pueden ser empujes, golpes, contactos o bloqueos.

Siguiendo a Vila, Abrales y Rodríguez (2009) citan en su estudio a Van Muijen (1991) aludiendo que los principales tipos de metabolismo que se dan en el balonmano es el aeróbico, anaeróbico, fuerza máxima y la potencia muscular, destacando la velocidad del lanzamiento.

México es un país relativamente nuevo en este deporte, a pesar de ello ha tenido un gran avance en los últimos años. Sin embargo, hacen falta más estudios de profundidad para conocer el estado fisiológico de los atletas y las características morfológicas las cuales ayudarán a los entrenadores y técnicos deportivos a mejorar su rendimiento.

Por ende, el conocer las características antropométricas de la selección de balonmano va a permitir saber si los deportistas cuentan con el biotipo adecuado para hacer frente a las exigencias que demanda la competencia a nivel internacional.

Estudios previos realizados en equipos de balonmano han destacado la mesomorfia como característica predominante en el somatotipo del jugador así como también, la envergadura del atleta que es una característica importante para el rendimiento en dicho deporte (Vila, Abraldes, & Rodríguez, 2009).

Otro estudio realizado por Hasan (2007) en Asia en varios equipos de balonmano no encontró diferencias entre los equipos exitosos y no exitosos en variables como la masa corporal y la masa muscular. Sin embargo, los equipos de éxito eran más altos y tenían menos adiposidad que los jugadores sin éxito. Esto da a entender que la altura y delgadez juega un papel muy importante en el desempeño exitoso de balonmano.

## 1.2 Objetivo General

Determinar las características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano con el fin de obtener un perfil antropométrico para cada una de las posiciones de juego.

### 1.2.1 Objetivo Específicos

- Obtener mediciones de referencia, para la confección de una base de datos que pueda ser empleada en futuros análisis de variables, donde se reflejen las características morfológicas exigidas por el balonmano.

- Estimar el somatotipo del jugador de balonmano varonil de la selección mexicana teniendo en cuenta la posición de juego.
- Estimar la composición corporal del jugador de balonmano varonil de la selección mexicana teniendo en cuenta la posición de juego.
- Estimar las proporciones de los segmentos corporales del jugador de balonmano varonil de la selección mexicana teniendo en cuenta la posición de juego.

### 1.3 Planteamiento del problema

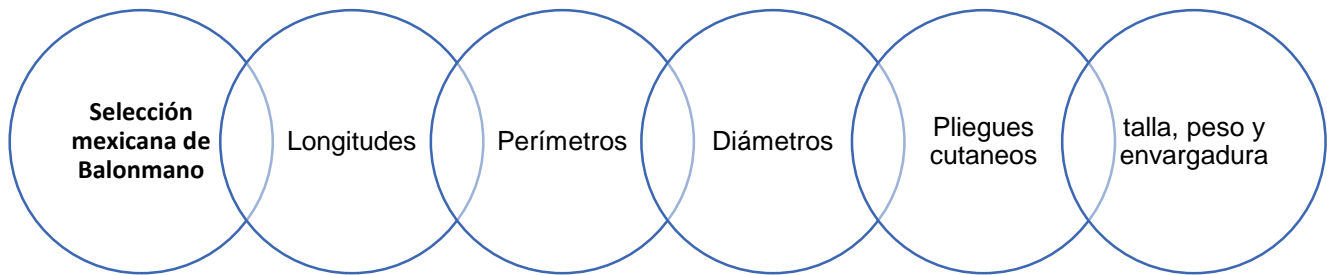
El alto rendimiento deportivo abarca ciencias como la fisiología, biomecánica, nutrición, psicología, etc. por consiguiente los deportistas cada vez más se ven obligados a prepararse en todos los aspectos para tener un mejor rendimiento deportivo.

Hoy en día en México no se ha realizado un estudio que indague sobre las características antropométricas de los jugadores de la selección por ende nace la inquietud de tener un documento con bases sustentables sobre las características antropométricas de los jugadores.

Por lo que lleva a plantearnos la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son las características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano?

### 1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio es la selección actual mexicana de balonmano la cual tiene 4 categorías de análisis (ver figura 1).



**Figura 1. Objeto de estudio.** Fuente: *Elaboración propia*

## 1.5 Justificación de la Investigación

Martínez y Sanz (2012) mencionan que el estudio antropométrico en el deporte posibilita la valoración de las características morfológicas (forma corporal, proporcionalidad, composición corporal, somatotipo) con el objetivo de controlar los factores antropométricos que limitan el rendimiento deportivo.

Si bien los datos relativos a la antropométrica características de los jugadores de balonmano de élite ofrece información específica que pueda ayudar en la dirección los jugadores al juego más adecuado posiciones (Sibila & Pori, 2009). Por tanto, consideramos de interés conocer de manera objetiva la morfología de los jugadores de balonmano de la selección mexicana.

Informes anteriores han demostrado que la estatura del cuerpo y las características morfológicas pueden determinar la selección de los participantes en muchos deportes (Hasan et al., 2007). Por otro lado Ziv & Lidor (2009) hacen referencia que para tener éxito en un deporte disciplina, a menudo es importante tener específica atributos antropométricas.

El Balonmano es un deporte que implica contacto corporal frecuente y varias acciones de alta intensidad, como parte de un partido Jugar (Póvoas, 2012). Por lo que la noción de la características físicas de los jugadores de balonmano puede proporcionar

información sobre los factores individuales que influir en el rendimiento de los jugadores en el juego (Hasan et al., 2007).

Por otro lado las características antropométricas de jugadores de balonmano de élite se han sugerido para ser un biomarcador para determinar el potencial deportivo de un individuo (Mohamed, 2009).

Rodríguez y Martín (2010) consideran que el análisis de la composición corporal debe ayudar a cuantificar el potencial individual para el éxito en determinados deportes, mediante la comparación morfológica y la composición corporal, con la de los deportistas que se consideran más relevantes.

Por otro lado, el conocer la proporcionalidad nos va a permitir utilizar las diferencias en la proporción de un individuo, para compararlo con otros individuos, o grupos de ellos.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

## 2.1 Historia de la cineantropometría

La cineantropometría fue presentada por primera vez en el congreso internacional de ciencias de la actividad física que se realizó previamente a los juegos olímpicos de Montreal en 1976, donde se establecieron técnicas para el análisis de los atletas que participaban en los juegos olímpicos.

Actualmente, la metodología utilizada para pruebas cineantropométricas es la que se impuso en dicho congreso que es la desarrollada por Behnke, Hebbelinck y Ross cuyo objetivo es el análisis de la composición corporal (CC), somatotipo y proporcionalidad.

En 1978, nace Brasilia un grupo de trabajo llamado International Council for Sport and Physical Education (I.C.S.P.E), con el fin de estandarizar la metodología a utilizar y divulgar la cineantropometría mediante la organización de cursos para la formación de investigadores y la celebración de jornadas internacionales.

Actualmente, la I.S.A.K. se ha consolidado a escala mundial como la pieza rectora respecto a la formación teórica y práctica de la cineantropometría. Las localizaciones antropométricas y las descripciones detalladas en el mismo se basan en las establecidas por Ross y Marfell-Jones (1991), siendo las recomendaciones establecidas por el I.S.A.K.

## 2.2 Definición de Cineantropometría

Willian Ross (1978) definió la kinanthropometry o cineantropometría como “estudio del tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica y función corporal con el fin de comprender el proceso de crecimiento, el ejercicio, el rendimiento deportivo y la nutrición”.

La palabra cineantropometría (*del inglés: kinanthropometry*) se compone de tres palabras griegas que son kinein (movimiento), anthropos (hombre) y metrein (medida).



Por otro lado, Eston y Reilly (2009) considera que la cineantropometría es la relación entre la estructura y función del cuerpo humano, particularmente en el contexto del movimiento. Esta disciplina tiene aplicaciones en una amplia gama de disciplinas por ejemplo, biomecánicas, médica, nutrición, deporte, etc.

La cineantropometría, utiliza determinadas reglas de la antropometría para realizar mediciones, dichas técnicas antropométricas se encargan de medir, pesar, evaluar longitudes, perímetros musculares, diámetros y pliegues cutáneos, para ello es preciso que para proceder a realizar estas mediciones se tienen que localizar una serie de puntos anatómicos que fueron descritos por Ross y Marfell-Jones (1991).

## 2.3 Herramientas de análisis

La cineantropometría está representada por tres herramientas de análisis, el somatotipo, la composición corporal y la proporcionalidad.

### 2.3.1 Somatotipo

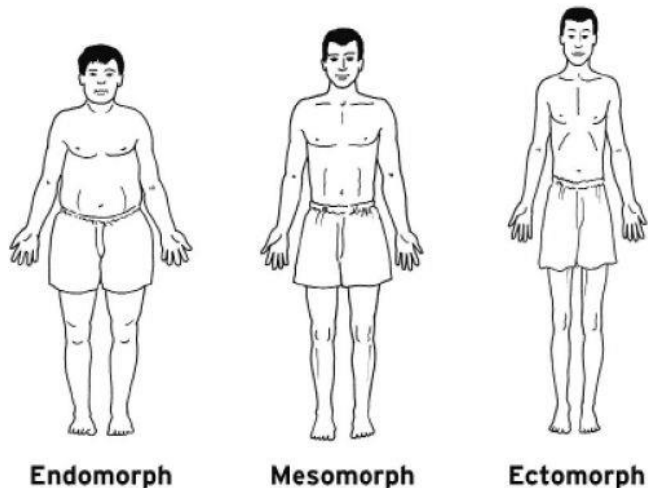
Dicho termino puede definirse como la “morfología y tipo del cuerpo humano” es decir que busca determinar el biotipo.

Al pasar los años, investigadores clasificado al cuerpo humano en base a diferentes criterios como psíquicos y somatotípicos (ver tabla 1.)

Tabla 1. Clasificación del cuerpo humano a través del tiempo

<b>Autor</b>	<b>Longitipo</b>	<b>Normotipo</b>	<b>Braquitipo</b>
<b>Hipócrates (Griego)</b>	Tísicos		Apopléticos
<b>Hallé (Francés)</b>	Cefálico	Muscular	Abdominal
<b>Benecke (Alemán)</b>	Microplácmico	normoplácmico	Macroplácnico
<b>De Giovanni (Italiano)</b>	I Combinación	II Combinación	III Combinación
<b>Viola (Italiano)</b>	Microesplácmico	Nomoesplácnico	Megalosesplácnico
<b>Siguad (Francés)</b>	Tipo respiratorio	Tipo muscular	Tipo digestivo
<b>Brugsch (Alemán)</b>	Tórax estrecho	Tórax normal	Tórax ancho
<b>Pende (Italiano)</b>	Longilíneo	Normotipo	Brevilíneo
<b>Mac Auliffe (Francés)</b>	Tipo plano		Tipo redondo
<b>Martiny (Francés)</b>	Ectoblástico	Mesoblástico	Endoblastico
<b>Kretschmer (Alemán)</b>	Leptosómico	Atlético	Pícnico
<b>Sheldon (Norte-Americano)</b>	Ectomorfo	Mesomorfo	Endomorfo

Sheldon utilizó una metodología para clasificar en tres tipos corporales humanos, los endomórficos que son de tipo graso, mesomórficos o de tipo muscular y ectomórficos o esbelto.



<http://sottway.hubpages.com/hub/Bodytypes>

La clasificación endomorfo es donde el sujeto poseería una preponderancia del sistema vegetativo y propensión a la obesidad. Tienen un bajo peso específico, son flácidos y con formas redondeadas. Los sujetos con un predominio de los huesos, músculos y tejido conjuntivo son clasificados como mesomorfo y los ectomorfo que presentan una preponderancia en las medidas longitudinales sobre las transversales, por lo que poseen una gran superficie en relación a su masa corporal.

Para determinar este tipo corporal, un número somatotípico de tres cifras establece al sujeto en una de las clasificaciones antes mencionadas, el primer número corresponde al tipo endomórfico, el segundo mesomórfico y la tercera cifra a la ectomorfía, siempre respetado en este mismo orden.

Existen tres formas para obtener el somatotipo:

- 1) El método antropométrico más el método fotoscópico, el cual combina la antropometría y clasificaciones a partir de una fotografía. Es el método de criterio o referencia;
- 2) El método fotoscópico, en el cual las clasificaciones se obtienen a partir de una fotografía estandarizada;
- 3) El método antropométrico, en el cual se utiliza la antropometría para estimar el somatotipo de criterio.

Heath y Carter (1990) implantaron un método antropométrico de somatotipo que hoy en día es el más utilizado y lo crearon en base al anterior de Sheldon (1940) y Parnell (1958).

Hoy en día los autores definieron el somatotipo como la *descripción numérica de la configuración morfológica de un individuo en el momento de ser estudiado*; para efectuar el cálculo de cada uno de los tres componentes del somatotipo (endomorfo, mesomorfo y ectomorfo) se utiliza un método de ecuaciones en las que intervienen los siguientes parámetros:

- Peso (expresado en kg).
- Talla (expresado en cm).
- Pliegues cutáneos (expresados en mm): tricípital, subescapular, suprailíaco y medial de la pierna.
- Diámetros óseos (expresado en cm): bicondíleo del húmero y biepicondíleo del fémur.
- Perímetros musculares (expresado en cm): brazo contraído y flexionado, pierna.

Posteriormente mediante unas ecuaciones se calculan los tres componentes,

I. **Endomorfo:** =  $-0,7182 + 0,1451 \times \Sigma PC - 0,00068 \times \Sigma PC^2 + 0,0000014 \times \Sigma PC^3$

$\Sigma PC$  = Suma de pliegues tricípital, subescapular, y supraespinal, en mm, multiplicada por 170,18 y luego dividida por la estatura del sujeto en cm. Esto representa la sumatoria de pliegues corregida por la estatura.

II. **Mesomorfo:** =  $[0,858 \times \text{diámetro del húmero} + 0,601 \times \text{diámetro del fémur} + 0,188 \times \text{perímetro del brazo corregido} + 0,161 \times \text{perímetro de pantorrilla corregido}] - [\text{altura} \times 0,131] + 4,5$

*Perímetro del brazo corregido:*  $\text{Perímetro del brazo flexionado} - [(\text{pliegue del tríceps}/10) \times 3,1416]$

*Perímetro de la pantorrilla corregido:*  $\text{Perímetro de la pantorrilla} - [(\text{pliegue de la pantorrilla}/10) \times 3,1416]$

III. **Ectomorfo:** Tenemos tres ecuaciones diferentes que se aplican según el Cociente Altura-Peso (CAP)

$$\text{CAP} = \text{estatura} / \sqrt[3]{\text{peso}}$$

Si el  $\text{CAP} \geq 40,75$

$$\text{Ectomorfismo} = 0,732 \times \text{CAP} - 28,58$$

si el  $\text{CAP} < 40,75$  y  $\text{CAP} > 38,25$

$$\text{Ectomorfismo} = 0,463 \times \text{CAP} - 17,63$$

Sí el  $\text{CAP} \leq 38,25$

$$\text{Ectomorfismo} = 0,1$$

Este estudio se puede realizar mediante un análisis bidimensional o tridimensional. El análisis bidimensional se orienta en un eje de coordenadas X e Y mediante unas fórmulas de conversión de los tres componentes en unidades X e Y, se obtienen las coordenadas en un punto (somatopunto) que se representa en la somatocarta de Heath y Carter, la cual está representada por ejes (eje de la endomorfia, eje de la mesomorfia y eje de la ectomorfia). Dichos ejes se sitúan en diferentes lugares de la somatocarta.

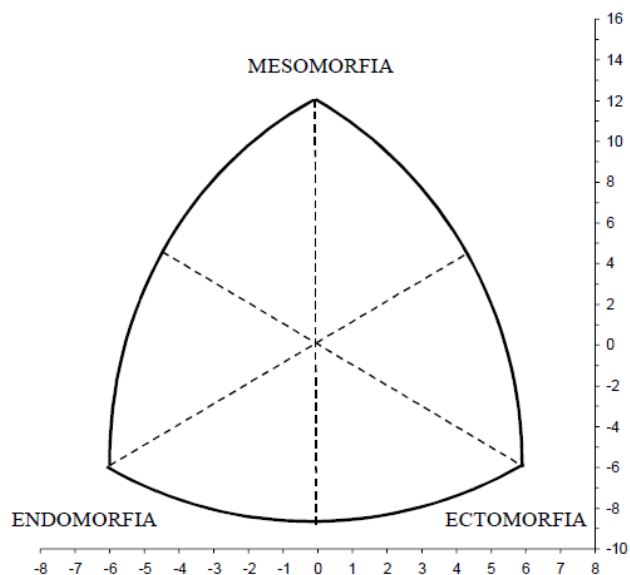
Se utilizan las siguientes fórmulas para calcular las coordenadas X e Y.

$$X = \text{ectomorfismo} - \text{endomorfismo}$$

$$Y = 2 \times \text{mesomorfismo} - (\text{endomorfismo} + \text{ectomorfismo})$$

La somatocarta, es un triángulo utilizado para trasladar los valores tres numéricos del somatotipo a un gráfico bidimensional. Por consiguiente, se calculan las coordenadas mediante unas fórmulas y a partir de ahí se representa en la carta que representa un triángulo. Dicho triángulo es un equilátero de lados curvos. Está dividido en tres ejes (eje de endomorfia, eje de mesomorfia y eje de ectomorfia) correspondientes a las bisectrices de

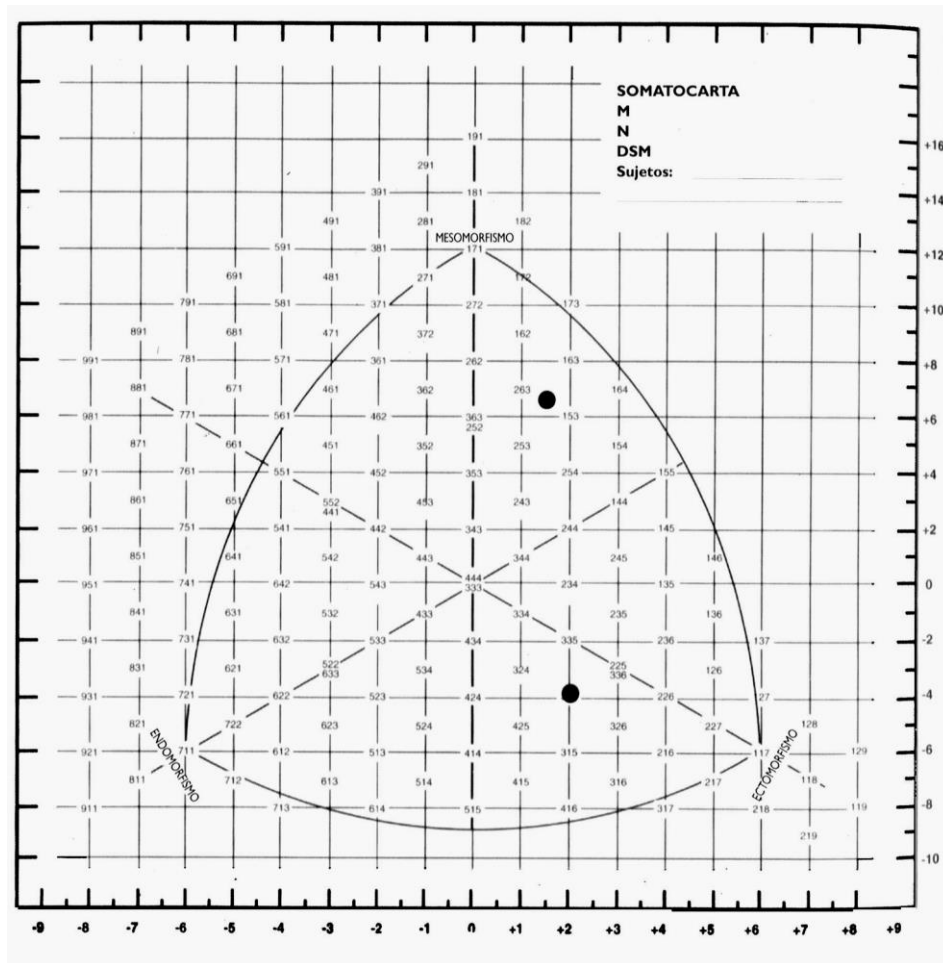
los ángulos de los vértices y que se cruzan en un punto (centro), formando 120° entre sí. Cada uno de los ejes representa un componente, el endomórfico a la izquierda, el mesomórfico en la parte superior y el ectomórfico a la derecha (figura 2).



**Figura 2 Somatocarta**

Carter propuso que el punto donde se cruzan los ejes del triángulo, represente el cero en las coordenadas X e Y. El valor extremo para la endomorfia coincide con el somatotipo 7-1-1, cuyas coordenadas son X= -6 e Y= -6, el extremo de la mesomorfia corresponde a un somatotipo 1-7-1, cuyas coordenadas son X= 0 e Y= 12, y el vértice de la ectomorfia se localiza en un somatotipo 1-1-7, cuyas coordenadas son X= 6 e Y= -6.

Las cifras de cada componente tienen valores extremos de ½ a 16 para la endomorfia, de ½ a 12 para la mesomorfia y de ½ a 10 para la ectomorfia.



Las cifras de cada componente tienen valores entre 1 y 7. Donde el rango de 2 a 2,5 representa valores bajo para cada componente, de 3 a 5 moderadas, 5,5 a 7 altas y 7,5 o más, muy altas (ver tabla 2) (Carter & Heath 1990).

**Tabla 2. Clasificación y características del somatotipo**

1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5		
Baja adiposidad relativa; poca grasa subcutánea; contorno musculares y óseos visibles.				Moderada adiposidad relativa; la grasa subcutánea cubre los contornos musculares y óseos; apariencia más blanda.				Alta adiposidad relativa; grasa subcutánea abundante; redondez en tronco y extremidades; mayor acumulación de grasa en el abdomen.				Extremada mente adiposidad relativa; muy abundante grasa subcutánea y grandes cantidades de grasa abdominal en el tronco; concentración proximal de grasa en extremidades.				Endomorfia	Escala de rating y características (Carter y Heath)
Bajo desarrollo músculo- esquelético relativo; diámetros óseos estrechos; diámetros musculares estrechos; pequeñas articulaciones en las extremidades.				Moderado desarrollo músculo- esquelético relativo; mayor volumen muscular y huesos y articulaciones de mayores dimensiones.				Alto desarrollo músculo-esquelético relativo; diámetros óseos grandes; músculos de gran volumen; articulaciones grandes.				Desarrollo músculo- esquelético relativo extremadamente alto; músculos muy voluminosos; esqueleto y articulaciones muy grandes.				Mesomorfia	
Linealidad relativa gran volumen por unidad de altura. “redondo” como una “pelota”, extremidades relativamente voluminosas				Linealidad relativa moderada; menos volumen por unidad de altura; más estirado.				Linealidad relativa elevada; poco volumen por unidad de altura				Linealidad relativa extremadamente alta; muy estirad; delgado como un lápiz; volumen mínimo por unidad de altura				Ectomorfia	



Para la determinación del somatotipo hay que considerar los siguientes puntos.

- Central: ningún componente difiere en más de una unidad con respecto a los otros dos.

- Endomorfo: el endorfismo es dominante, el mesomorfismo y el ectomorfismo son más de  $\frac{1}{2}$  unidad (0.5) más pequeños.

- Mesomorfo: el mesomorfismo es dominante, el endomorfismo y el ectomorfismo son más de  $\frac{1}{2}$  unidad (0.5) más pequeños.

- Ectomorfo: el ectomorfismo es dominante, el endomorfismo y el mesomorfismo son más de  $\frac{1}{2}$  unidad (0.5) más pequeños.

La distancia posicional del somatotipo (*del inglés Somatotype Attitudinal Distance* o SAD)) y la medida posicional del somatotipo (*del inglés Somatotype Attitudinal Mean* o SAM)) son técnicas estadísticas descriptivas para realizar el análisis tridimensionales del somatotipo. Para realizar un estudio más completo es preciso remitirse a Carter y Cols. (1983) y Cressie, Withers y Craig (1986) por consiguiente son esenciales las siguientes definiciones (Carter & Heath, 1990).

-Somatopunto (5). Punto en el espacio tridimensional, determinado a partir del somatotipo, el cual está representado por una tríada de coordenadas  $\langle X \rangle$ ,  $\langle Y \rangle$  y Z, para los tres componentes. Las escalas en los ejes de las coordenadas son unidas de los componentes con el somatotipo hipotético 0-0-0, en el origen de los tres ejes.

-Distancia posicional del somatotipo (SAD o DPS). Es la distancia en tres dimensiones, entre dos somatopuntos cualquiera. Se calcula en unidades de componentes.

- Media posicional del somatotipo (SAM o MPS) es la media de los valores de SAD de cada somatopunto, comparado desde el somatopunto medio (5) de una muestra. El SAD representa la distancia «real» en el espacio tri-dimensional entre dos somatopuntos (A y B). Se calcula con la siguiente formula.

$$SAD_{a,b} = \sqrt{[(endo(a)-endo(b))^2+(meso(a) - meso(b))^2+(ecto(a)-ecto(b))^2]}$$

El SAM se calcula dividiendo simplemente la suma de valores de SAD, a partir de su somatotipo medio, por el número de sujetos (Norton & Olds, *Anthropometrica*, 1996).

### 2.3.2 Proporcionalidad Corporal

Esparza (1993), “La proporcionalidad es la relación que se establece entre las distintas partes del cuerpo humano”. Por consiguiente la proporcionalidad es de gran interés en el área de la biomecánica del movimiento puesto que se puede estudiar la relación entre el tamaño de los segmentos corporales del atleta y los resultados deportivos.

La complejidad de la estructura y la variedad de las propiedades del cuerpo humano, hacen muy complejos los movimientos mismos y su dirección. Por lo tanto, es imposible crear un modelo estándar para el ser humano debido a la variabilidad que existe.

Para el estudio de la proporcionalidad corporal se suelen usar dos métodos. El método Phantom y los índices corporales.

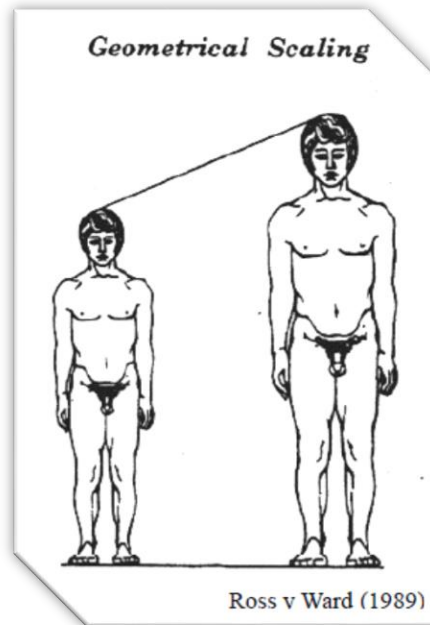
El método Phantom propuesto por Ross y Wilson en 1974, es el más utilizado por lo tanto nos enfocaremos en este método.

Dicho método *es una referencia humana asexualada y bilateralmente simétrica*, con características antropométricas específicas como la estura, peso, valores médicos y desvíos estándar para pliegues cutáneos, perímetros, alturas, longitudes, diámetros y masas.

El análisis del estudio de la proporcionalidad se aplica el concepto estadístico z. La fórmula del método Phantom se expresa de la siguiente manera:

$$Z = \frac{(V \cdot (170,18 / E)^d) - P}{S}$$

Donde el 170.18 es la estatura graduada para todos los sujetos, la P es el valor del modelo Phantom para la variable, S es la desviación típica.



### **Modelo Phantom**

Por consiguiente valor z, será la desviación a partir del z 0,00 del Phantom, expresado como desvíos estándar para el ítem particular. Un valor z de 1,0 indica que el ítem se encuentra una desviación estándar por encima del valor del Phantom. Un valor de – 1,0 indica que el ítem se encuentra una desviación estándar por debajo del valor Phantom (Ross, De Rose, & Ward, 1988).

Cabe mencionar que el modelo de Phantom es un instrumento de cálculo, no un modelo, por ende no se puede comparar a los individuos con los valores del Phantom. Sólo sirve de referencia para analizar los desvíos en positivo y negativo de las variables estudiadas.

$$z = 1/s[V (170.18/h)^d-p]$$

Dónde:

$z$  = valor  $z$  de la medida estudiada

$s$  = desviación típica del phantom para la variable estudiada

$v$  = valor de la variable estudiada

170.18 estatura del phantom

$h$  = estatura del individuo

$p$  = valor del phantom para la variable estudiada

$d$  = exponente, L1 para medidas lineales

L2 para medidas de superficie

L3 para medidas de masa

#### 2.3.2.1 Proporcionalidad y performance

### **Índices de extremidad**

#### - **Longitud de la extremidad superior**

L.R.E.S Long ext sup / estatura \* 100

Según este índice se denominan los sujetos:

- Braquibraquial: extremidades superiores cortas (hasta 44.9)
- Mesobraquial: extremidades superiores intermedias (44 – 46.9)
- Macrobraquial: extremidades superiores largas (47 en adelante)

#### - **Longitud extremidad inferior**

L.R.E.I Altura ilioespinal / Estatura \* 100

Según este índice se denominan los sujetos:

- Braquiesquelico: extremidades inferiores cortas (hasta 54.9)
- Mesosquelico: extremidades inferiores intermedias (55-56.9)
- Macrosquelico: extremidades inferiores largas (57 en adelante)

- **Índice intermembral**

I.I Longitud extremidad superior / Longitud Extremidad inferior \* 100

Los valores medios están en 80 para mujeres y 82.5 en hombres.

- **índice braquial**

I.B Longitud antebrazo / longitud del brazo \*100

Según este índice se denominan:

- Braquipico: antebrazo corto (hasta 77.9)
- Mesopico: antebrazo intermedio (78-82.9)
- Macropico: antebrazo largo (83 en adelante)

- **Índice crural**

IC. Longitud de pierna/ longitud del muslo \* 100

**Índices de tronco**

- **Indicé Cormico**

I.C. Talla sentado / estatura \* 100

Según este índice se denominan:

- Braquicórmico: tronco corto (Hombres: hasta 51 – Mujeres: hasta 52).
- Mesocórmico: tronco intermedio (Hombres: 51.1-53 – Mujeres: 52.1-54).
- Macrosquelico: tronco largo (Hombres: 53.1 en adelante – Mujeres: 54.1 en adelante).

- **Índice esquelético o manouvrier**

I.F Estatura – talla sentado / talla sentado \* 100

Según este índice se denominan:

- Braquiesquelico: extremidades inferiores cortas (hasta 84.9).
- Mesosquelico: extremidades inferiores intermedias (85-89.9).
- Macrosquelico: extremidades inferiores largas (90 en adelante).

- **Indicé acromico iliaco**

I.A.I Diámetro bicrestal / diámetro biacromial

Según este índice se denominan:

- Tronco trapezoidal: (hasta 69.9).
- Tronco intermedio: (entre 70 y 74.9).
- Tronco rectangular (75 en adelante).
-

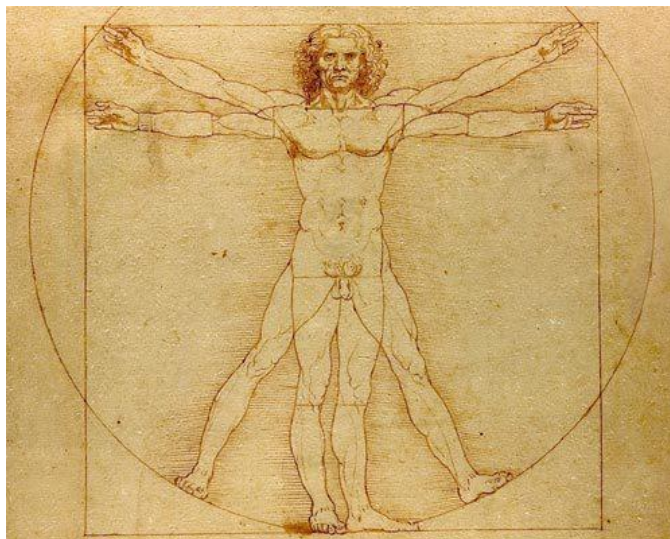
## - **Envergadura relativa**

$E.R \text{ Envergadura} / \text{estatura} * 100$

En hombres y mujeres entrenados el valor suele superar ligeramente los 100.

### 2.3.3 Composición Corporal

Actualmente el protocolo más utilizado es el fraccionamiento anatómico en 5 componentes (adiposo, muscular, óseo, piel y residual) publicado en 1988 por Deborah Kerr. En los deportistas cobra vital importancia la cuantificación de las masas muscular, adiposa y ósea.

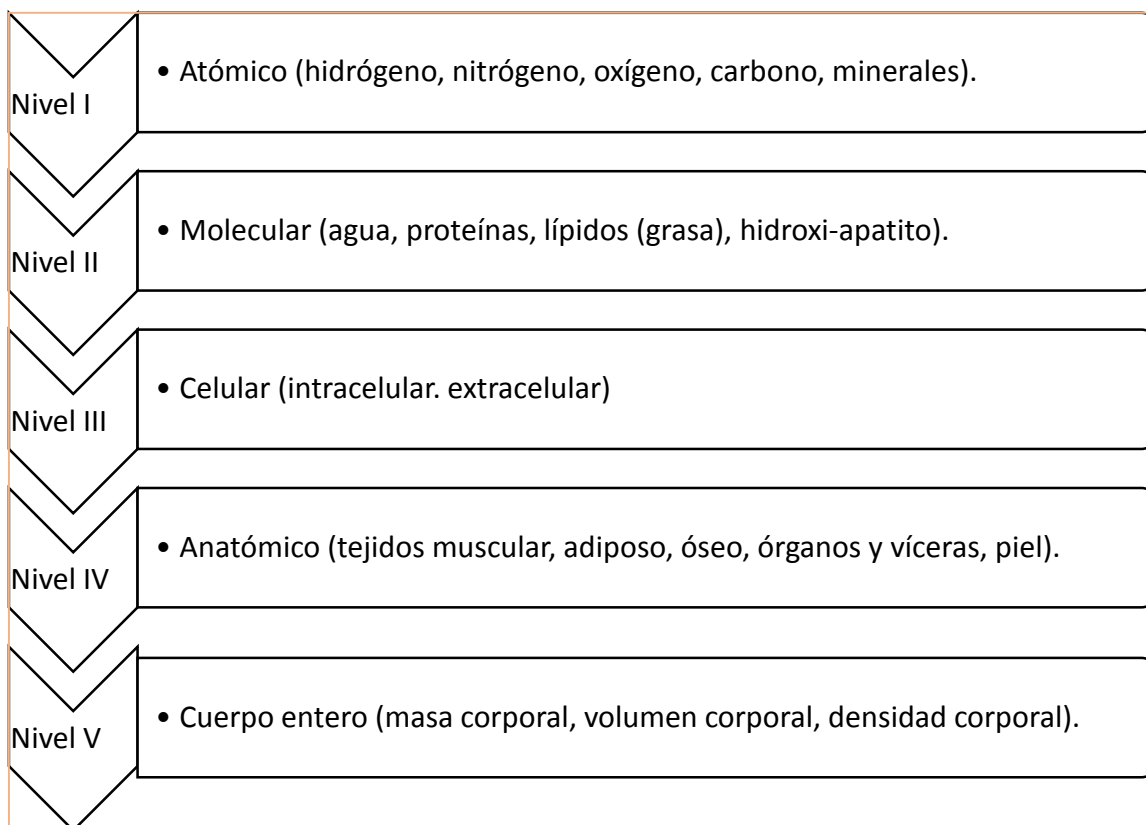


<http://www.swagger.mx/natural/las-seis-mas-grandes-aportaciones-de-leonardo-da-vinci-el-genio-universal>

#### 2.3.3.1 Niveles de análisis

Los 5 niveles de análisis que caracterizan al cuerpo humano en términos cada vez más complejos: atómico, molecular, celular, tisular y cuerpo entero.

Los principales componentes de los cinco niveles de análisis de composición se pueden mostrar a continuación (ver figura 3).



**Figura 3 Niveles en que se divide al cuerpo para su análisis (Heymsfield et al 1996).**

En la actualidad se le ha dado mayor utilidad a dos de los cinco niveles, estos son: el molecular y anatómico. También denominados métodos bioquímicos y tisulares. El primero y ampliamente difundido particiona al cuerpo en lípidos, proteínas, minerales y agua. Dentro de este ámbito encontramos la Hidrodensitometría, Agua Corporal Total, Potasio Corporal Total, y Absorciometría Fotónica Dual por Rayos-X. Existen además, otros métodos validados en la Hidrodensitometría, como por ejemplo la Bioimpedancia Eléctrica, la Interactancia de Luz Subinfrarroja, la Pletismografía y la Antropometría. A través de diferentes métodos, estas técnicas estiman *dos componentes del organismo*: Masa Grasa y Masa Libre de Grasa.



En segundo lugar, están los métodos de fraccionamiento anatómico para la estimación de la composición corporal, que divide al cuerpo en tejidos anatómicamente diseccionables: piel, adiposo, muscular, esquelético y residual (vísceras y órganos). Tales métodos se valen de técnicas como la antropometría y el diagnóstico por imágenes.

### 2.3.3.2 Niveles de validación de los métodos

Existen tres niveles de validación en los métodos de composición corporal, dicha clasificación basada en criterios metodológicos permite un conocimiento más racional de la validez científica de estos mismos (tabla 3.) (Martin, 1991).

**Tabla 3. Niveles de validación de los métodos**

<b>Validación Directa</b>	<b>Validación Indirecta</b>	<b>Validación Doble Indirecta</b>
Disección de cadáveres. Nivel 1.	Basados en presunciones cuantitativas o validados con el nivel 1 (Cuadro 3).	Validados a su vez con métodos de nivel 2: hidrodensitometría (cuadro 4).

**Tabla 3.1 Validación Indirecta**

<b>Validación Indirecta</b>		
<b>Físico-Químicos</b>	<b>Diagnóstico por Imagen</b>	<b>Antropometría</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrodensitometría.</li> <li>- Agua corporal total.</li> <li>- Potasio corporal total.</li> <li>- Carbonato corporal.</li> <li>- Excreción de creatina.</li> <li>- Absorciometría fotónica por rayos-X (DEXA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radiología clásica.</li> <li>- Ultrasonido (ecografías).</li> <li>- Tomografía axial computada.</li> <li>- Resonancia magnética nuclear.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo anatómico de 5 componentes (Kerr).</li> </ul>

**Tabla 3.2. Validación doble indirecta**

Validación Doble Indirecta			
Pletismografía	B.E.I	N.I.R	Antropometría
Desplazamiento de volumen de aire.	Impedancia Bioeléctrica	Reactancia de luz subinfrarroja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo de 2 componentes.</li> <li>- Modelo de 4 componentes.</li> <li>- Ecuaciones de regresión lineal.</li> <li>- Ecuaciones de regresión múltiple.</li> <li>- Índices de obesidad y masa corporal.</li> </ul>

#### 2.3.3.2.1 Métodos Directos

Se conoce también como método vitro. Estos métodos miden la composición corporal en cadáver o en tejidos extirpados.

Keys & Brozek (1953) se utilizan cadáveres, separando por medio de la disección los componentes estructurales del cuerpo posteriormente se pesaban y se establece una relación con el peso total, sin embargo los problemas para estos tipos de investigación eran muchos y los resultados encontrados debatibles puesto que las pocas disecciones completas son descritas en la literatura.

El estudio más importante y significativo de disección anatómica en el ámbito de la cineantropometría, ha sido el realizado en la Universidad Libre de Bruselas, Bélgica, por Clarys, Drinkwater, Martin y Ross desde el mes de septiembre de 1979 hasta junio de 1980. Donde se determinaron tres objetivos:

- Ampliar la reducida base de datos sobre composición corporal en cadáveres humanos.

- Someter los modelos actuales de estimación de la composición corporal a una validación directa.
- Generar nuevos modelos de composición corporal a partir de los datos del estudio.

Para esto se llevaron a cabo un total de 25 disecciones cadavéricas, 12 hombres y 13 mujeres, ancianos belgas, entre 55 y 94 años, que no habían sufrido procesos de catabolismo pronunciado previo a sus muertes y estaban en buen estado.

#### 2.3.3.2.2 Métodos Indirectos

Conocido como método vivo. En dicho método es imposible la práctica de análisis químicos directos por ende en preciso realizar técnicas indirectas. León, Valero & Moreno (1996) argumentan que el análisis de estas técnicas reside en la medición de alguna propiedad, componente del cuerpo humano o ambas y que posteriormente se relacionan matemáticamente con algún componente corporal que nos interesa conocer.

Según Martin (1991) dentro de los métodos indirectos se pueden destacar los siguientes métodos.

#### Métodos Químicos:

Se han diseñado dichos métodos para el análisis de la composición corporal de dos compartimentos basados en la premisa de que el cuerpo puede dividirse en Masa grasa (MG) y Masa Libre de Grasa (MLG). La MG, definida como lípido extraíble por el éter, se supone que tiene una densidad de  $0.9007 \text{ gr/cm}^3$  a  $36 \text{ }^\circ\text{C}$ , es anhidra y no contiene potasio, mientras que se considera que la MLG tiene una densidad de  $1.1000 \text{ gr/cm}^3$  a  $36 \text{ }^\circ\text{C}$ , un contenido de agua del 72 % y una concentración de potasio de 68.1 mmol/kg.

Estos modelos implican la determinación de la densidad corporal (DC) a través del peso hidrostático o hidrodensitometría (HD), el agua corporal total a través de la dilución isotópica, el potasio corporal total a través de la espectrometría de rayos Gamma, y el carbono corporal a través de la activación de neutrones. Luego, a partir de estos resultados se estimará el porcentaje de GC. En el caso de la HD a través de ecuaciones y en los otros

métodos se calculará por defecto a partir de la estimación de la  $MLG = \% GC = 100 - \% MLG$ .

Por último, encontramos la Absorciometría Fotónica Dual por Rayos-X (en inglés DEXA), técnica que permite diferenciar, por medio de diferentes niveles de atenuación de rayos, tejidos con un alto contenido de minerales como el tejido mineral óseo (calcio y fósforo) y tejidos carentes de ellos, como los tejidos blandos con electrolitos (masa magra libre de grasa y hueso) y sin electrolitos (masa grasa).

- Hidrondensitometría (HD)

Dicha técnica nace a medida que se descubre que el efecto del nitrógeno depende de la cantidad y distribución del tejido graso. Por ende se apreció que existe una correlación directa entre la densidad del cuerpo y su contenido en grasa.

Utilizando el principio de Arquímedes, se determina el volumen corporal, restando la diferencia de peso de los sujetos al ser pesados en tierra y bajo el agua. A partir de este valor se obtiene la densidad corporal, definida como el peso del cuerpo por unidad de volumen corporal. Además, se deben hacer correcciones y ajustes sobre la densidad del agua, la cual depende de la temperatura, sobre el volumen de gases residuales en el intestino y sobre el volumen residual ventilado ya que el peso hidrostático normalmente se toma cuando el sujeto ha realizado una espiración máxima (Norton & Olds, *Anthropometrica*, 1996).



<http://www.cepebr.org/tour.asp>

Este método reside en pesar a un sujeto dentro del agua y fuera para a continuación calcular la densidad con la fórmula de Forbes (1987).

$$\text{Densidad} = \frac{m_{\text{aire}}}{m_{\text{aire}} - m_{\text{agua}}}$$

Luego, el %GC se calcula matemáticamente a partir de la DC. Pero para realizar esto se debieron presumir tres conceptos básicos, no comprobados, de constancia biológica:

1. Que las densidades de MG y MLG son 0.9 g/cm<sup>3</sup> y 1.1 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, en todos los individuos.
2. Que los componentes de la MLG existen en proporciones fijas en todos los individuos.
3. Que las densidades de los componentes de la MLG son fijas en todos los individuos.

Por otro lado, se puede estimar la densidad con diferentes fórmulas que son propuestas por varios autores y que se aplican a poblaciones determinadas (ver tabla 4.)

**Tabla 4. Fórmulas de estimación de la densidad**

Sloan y col. (1962). Para mujeres de 17 a 25 años	DC= 1,0764 - (0,00081 x SC) - (0,00088 x TR).
Sloan (1967). Para hombres de 18 a 26 años	DC = 1,1043 - (0,001327 x AM) - (0,00131 x SB).
Durnin y Womersley (1974). Para varones de 17 a 72 años	DC= 1,1765 - 0,0744 log (BI+TR+SB+SC).
Jackson y Pollock (1978) hombres de 18 a 61 años	DC = 1.10938 - (0.0008267 x $\sum$ PE, AB, AM) + (0.0000016 x $\sum^2$ PE, AB, AM) - (0.0002574 x edad).
Guedes (1994) Para hombres de 18 a 30 años.	DC = 1,17136 - 0,06706 log (TR+SE+AB).

Fuente: elaboración propia modificada de Sillero 2004

Una vez obtenido el valor de la densidad podemos aplicar algunas de las fórmulas para obtener el porcentaje de MG. Cabe destacar que es muy importante utilizar la fórmula específica para cada población.

### ATLETAS SEXO MASCULINO

Fórmula de **Faulkner**

$$\% \text{ MG} = 5,782 + 0,153 (\text{TR} + \text{SB} + \text{SE} + \text{AB})$$

#### Fórmulas para masa grasa (MG)

Siri (1961)

$$\% \text{ MG} = (4,95/\text{dc} - 4,50) \times 100 \quad \text{para personas entre 16 y 50 años.}$$

Brozek y cols. (1963)

$$\% \text{ MG} = (4,57/\text{dc} - 4,142) \times 100 \quad \text{para adultos.}$$

Behnke y Wilmore (1974)

$$\% \text{ MG} = (5,053/\text{dc} - 4,641) \times 100 \quad \text{para adultos.}$$

Es importante tomar en cuenta que la hidrodensimetría considera constantes la densidad de la masa magra en (1,1 g/ml) y la masa grasa (0,9 g/ml), sin embargo hay que tener cuidado al momento de aplicarse este parámetro porque existen algunos casos en los que se pueden aplicar estas constantes, por ejemplo cuando varía la composición de la grasa, la proporción de los componentes de la masa magra varía en cada sujeto, la masa grasa calculada por hidrodensimetría está condicionada por el nivel de hidratación del sujeto.

La Masa Libre de Grasa (MLG) se determina a través de la siguiente fórmula:  $\text{MLG} = \text{Peso Corporal Total} - \text{Peso de la Masa Grasa}$ . Es preciso tener presente que la masa magra tiene distintos componentes como lo son la densidad de la masa magra 1,19 g/ml, la

densidad del músculo 1,07 g/ml (poca influencia en la densidad de la masa magra) y densidad del hueso 1,43 g/ml (elevada influencia en la densidad de la masa magra).

### Métodos anatómicos: diagnóstico por imágenes y antropometría

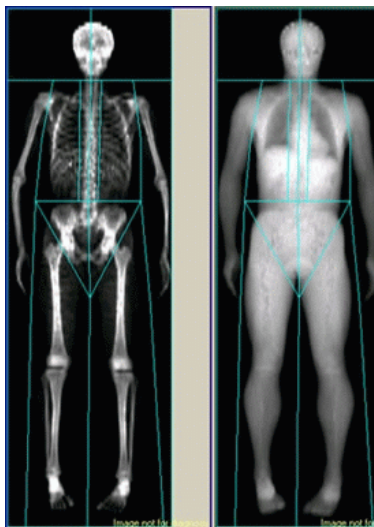
- Diagnóstico por Imágenes

Podemos encontrar dentro de esta técnica de exploración por imágenes diferentes métodos que determinan en menor o mayor grado la precisión de los componentes corporales.

#### *Rayos X de doble energía (DXA.)*

La finalidad de esta técnica es la determinación de la masa corporal. El contenido óseo y la masa de los tejidos son calculados mediante la atenuación de las energías fotónicas. Esta técnica se obtiene mediante haces de rayos x de diferente energía al atravesar los tejidos del organismo (Herrero, 2004).

El DXA consigue resultados de CC con buena reproducibilidad, usando siempre el mismo apartado. Cuando se realiza la grasa a distinta profundidad con respecto a la superficie puede perder exactitud esta prueba.



<http://fisiologoi.com/paginas/nutricion%20.htm>

La resonancia nuclear magnética (RMN), consiste en la detención y cuantificación de las variaciones de emanación de una sustancia, generalmente núcleos de hidrógeno, bajo la acción de un campo magnético. En el ámbito de la valoración de la composición corporal, las imágenes obtenidas permiten diferenciar claramente los tejidos blandos (grasa, músculo y tendones) de las estructuras óseas. En la actualidad la RMN es utilizada como método antropométrico prácticamente a nivel experimental especialmente por su coste económico y por el tiempo de exposición requerido. Pero sus grandes ventajas: ausentes de radiaciones, la buena resolución y contrastes de las partes blandas y la obtención de imágenes tridimensionales, hacen posibles nuevas vías de exploración y propuestas metodológicas.

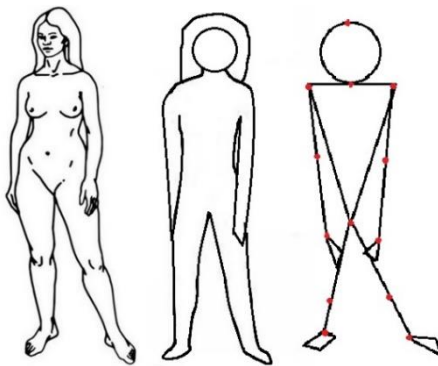
La tomografía axial computada, técnica radiológica que permite la obtención secuenciada de imágenes de un segmento o del cuerpo en su totalidad. Al hacer pasar un haz de rayos “X” por la región corporal a analizar, dependiendo de la densidad de los tejidos que se atraviesan, la computadora captará el coeficiente de atenuación de cada uno convirtiéndolos luego en imágenes. Este método tiene una gran capacidad de resolución anatómica, especialmente en partes duras, (hueso) pero tiene el gran inconveniente de su peligrosa radiación ionizante.

- Método antropométrico de fraccionamiento de la masa corporal en 5 componentes.

La táctica de 5 componentes de Deborah Kerr (1988), es el único método de fraccionamiento de masas validado con una disección cadavérica. A partir de los datos aportados con el estudio de 25 cadáveres en Bruselas (1984), llevado a cabo en la Universidad de Simon Fraser, se desarrollaron nuevas ecuaciones para estimar la composición corporal.



El método se basa en la estrategia de proporcionalidad, tomando el modelo metafórico de referencia humana Phantom, calcula las masas corporales a partir de desvíos en relación al modelo. Para probar el modelo, los autores calcularon las masas y el peso estructurado (suma de las cinco masas) a partir de datos antropométricos de 1669 sujetos de ambos sexos de edades entre 6 y 77 años, nivel de actividad física y morfología diferentes. Las fórmulas fueron capaces de predecir el peso balanza con un error de sobre-estimación del 1.8% en varones y 1.3% en mujeres, un coeficiente de correlación (peso balanza vs. peso estructurado) de 0.987, y un error de estimación estándar (SEE) de 3.0 kg.



[http://www.tafadycursos.com/load/cuerpo\\_humano/anatomia/representacion\\_grafica\\_ejercicios/116-1-0-981#](http://www.tafadycursos.com/load/cuerpo_humano/anatomia/representacion_grafica_ejercicios/116-1-0-981#)

Los cinco componentes estimados en el fraccionamiento antropométrico de la masa corporal en cinco componentes estructurales: piel, tejido adiposo, muscular, óseo y residual (órganos y vísceras), se definen como se describe a continuación:

1. Masa de Tejido Cutáneo: masa anatómicamente diseccionable de tejido conectivo, músculo liso, algo de músculo estriado superficial, pelo, glándulas, tejido adiposo asociado, nervios y vasos sanguíneos con sangre coagulada. La piel definida así es considerada en función de la superficie corporal, el grosor y la densidad de la misma.

### **Cálculo de la Piel:**

a) Área Superficial

$$AS (m^2) = (C_{as} * P^{0.425} * T^{0.725}) / 10000$$



b) Score - Z de adiposidad

$$\mathbf{Z adip} = [(\Sigma 6 \text{ pl} * (170.18 / \text{talla (cm)}) - 116.41] / 34.79$$

c) MASA ADIPOSA

$$\mathbf{MA (kg)} = [(Z adip * 5.85) + 25.6] / (170.18 / \text{talla})^3$$

3. Masa de Tejido Muscular: todo el músculo esquelético del cuerpo, incluyendo tejido conectivo, ligamentos, nervios, vasos sanguíneos y sangre coagulada y una cantidad indeterminada de tejido conectivo no separable físicamente del músculo.

### Cálculo del Tejido Muscular

a) Cálculo de perímetros corregidos:

1- Brazo = perímetro de brazo relajado (cm) - [ (pl. tríceps (mm) \* 3.142) / 10 ]

2- Antebrazo = no se corrige por pliegue

3- Tórax = perímetro de tórax (cm) - [ (pl. subescapular (mm) \* 3.142) / 10 ]

4- Muslo = perímetro muslo máximo (cm) - [ (pl. muslo medial (mm) \* 3.142) / 10 ]

5- Pantorrilla = perímetro pantorrilla (cm) - [ (pl. pantorrilla medial (mm) \* 3.142) / 10 ]

b)  $\Sigma$  perímetros corregidos

$$\mathbf{\Sigma (\text{Brazo} + \text{antebrazo} + \text{tórax} + \text{muslo} + \text{pantorrilla})}$$

c) Score - Z de músculo

$$\mathbf{Z musc} = [ \Sigma \text{perímetros corregidos} * (170.18 / \text{talla (cm)}) - 207.21] / 13.74$$

d) MASA MUSCULAR

$$\mathbf{MM (kg)} = [(Z muscular * 5.4) + 24.5] / (170.18 / \text{talla})^3$$

4. Masa de Tejido Óseo: tejido conectivo, incluyendo cartílago, periosteo y músculo que no hayan podido ser completamente eliminados por raspado; nervios, vasos sanguíneos con sangre coagulada y lípidos contenidos en la cavidad medular.

### **Cálculo de Tejido Ósea**

a) Masa ósea de cabeza

1- Score - Z de cabeza

$$\mathbf{Z\ cabeza = (perímetro\ cabeza\ (cm) - 56.0) / 1.44}$$

$$\mathbf{MO\ cabeza\ (kg) = (Z\ cabeza * 0.18) + 1.20}$$

b) Masa ósea cuerpo

1- Sumatoria de diámetros

$$\mathbf{\Sigma\ Ósea\ (cm) = [diámetro\ biacromial + diámetro\ bi-iliocrestídeo + (Diámetro\ humeral * 2) + (diámetro\ femoral * 2)]}$$

2- Score - Z de esqueleto

$$\mathbf{Z\ ósea = [ \Sigma\ ósea * (170.18 / talla\ (cm)) - 98.88] / 5.33}$$

3- Masa ósea de cuerpo

$$\mathbf{MO\ cuerpo\ (kg) = [(Z\ ósea * 1.34) + 6.70] / (170.18 / talla\ (cm))}$$

c) MASA OSEA TOTAL

$$\mathbf{MO_T\ (kg) = Masa\ ósea\ cabeza + Masa\ ósea\ cuerpo}$$

### **Cálculo Peso Estructurado**

$$PE (kg) = \Sigma (MP + MA + MM + MR + MO_T)$$

5. Masa de Tejido Residual: órganos vitales y vísceras consistentes en tejido conectivo, nervios, vasos sanguíneos con sangre coagulada y tejido adiposo que no pudo ser físicamente diseccionado de los órganos del tracto gastrointestinal (excluyendo la lengua que se considera parte de la masa muscular de la cabeza), los órganos sexuales, remanente del mesenterio, el tracto bronquial, los pulmones, el corazón y los vasos mayores y todos los tejidos restantes y los fluidos no incluidos en las otras cuatro fracciones.

### **Cálculo del Tejido Residual**

a) Perímetro corregido de cintura

1- Cintura = perímetro de cintura (cm) - [ (pl. abdominal (mm) \* 3.142) / 10 ]

b) Sumatoria de diámetros y perímetros corregidos

$$\Sigma \text{ Residual (cm)} = \Sigma (\text{diámetro transversal} + \text{diámetro anteroposterior} + \text{Perímetro corregido de cintura})$$

c) Score - Z de residual

$$Z \text{ residual} = [ \Sigma \text{ residual} * (89.92 / \text{talla sentado (cm)}) - 109.35 ] / 7.08$$

d) MASA RESIDUAL

$$MR (kg) = [(Z \text{ residual} * 1.24) + 6.10] / (89.92 / \text{talla sentado})^3$$

Las características a favor del modelo son:

- A sido aplicado en una amplia muestra de mediciones antropométricas,
- Las variables se correlacionan con los tejidos a medir,

Método antropométrico de fraccionamiento de la masa corporal en 5 componentes	
Masa piel	Peso y talla.
Masa ósea	Perímetro de la cabeza, diámetros biacromial, biliocrestídeo, humeral, femoral y talla.
Masa adiposa	Pliegues cutáneos del tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo frontal, pantorrilla medial y talla.
Masa muscular	Perímetros corregidos por sus pliegues: brazo relajado (pl. tríceps) muslo (pl. muslo frontal), pantorrilla (pl. pantorrilla medial), tórax (pl. subescapular), antebrazo sin corregir y talla.
Masa residual	Diámetros anteroposterior del tórax y transversal del tórax, perímetro de cintura corregido por pliegue abdominal y talla sentado.

- Proporcionaliza a la longitud Phantom apropiada: (Masa residual: talla sentada, masa ósea cabeza: perímetro de cabeza, otras masas: talla total)
- Utiliza sistemas de similaridad geométrica,
- Utiliza antropometría estándar de bajo costo, no invasiva de fácil transporte,
- Se complementa con otros sistemas: (Somatotipo, O – Scale, Phantom)
- Calcula las masas independientemente del peso corporal total (sirve como “validación interna” del método),
- Sirve para gran heterogeneidad poblacional.

#### 2.3.3.2.3 Métodos doble Indirectos

Se clasifican de esta manera, porque resultan de ecuaciones o normogramas validados a su vez de alguno de los métodos de nivel II, normalmente de la hidrodensitometría. Entre ellos encontramos:

La *BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA (BIE)*, presume que los electrolitos que conducen electricidad sólo se encuentran en la MLG, y en consecuencia la resistencia al paso de una corriente eléctrica leve a través del cuerpo sería indicativa de la MLG. La GC se calculará por defecto.

## Bioimpedancia eléctrica



<http://www.sanocare.net/medisystem-pro1.htm>

La *INTERACTANCIA DE LUZ INFRAROJA (II)*, envía un rayo a través de la piel y el tejido adiposo en la región bicipital. Este rayo refracta con el músculo y esta distancia es tomada como indicador de la GC. Para el cálculo del % GC es necesario el ingreso de datos como edad, peso, talla, sexo y nivel de actividad física, y según el valor ingresado los resultados varían significativamente. Este método presupone que la grasa de la zona bicipital es representativa de la GC total.

La *PLETISMOGRAFÍA*, calcula la DC midiendo el desplazamiento de volumen de aire al ingresar el sujeto en la cámara pletismográfica. Al igual que la BIE y la II, sus resultados guardan una alta correlación con la HD.



<http://www.basket4us.com/blog/2013/09/26/dirk-nowitzki-se-embute-en-una-capsula-de-pletismografia-por-desplazamiento-de-aire-98120.html>

La *ANTROPOMETRÍA*, es una de las estrategias más utilizadas para la estimación de la DC y el % GC a través de la toma de pliegues cutáneos. Las ecuaciones de regresión para predecir la DC incluyen aquellos pliegues que mayor correlación tienen con la HD y son muy específicas de la muestra. Esta técnica presupone que los pliegues cutáneos en diferentes partes del cuerpo son indicativos de la GC total. Al utilizar estas ecuaciones de predicción se debe ser consciente de que la precisión de las mismas es relativa ya que siempre conllevan errores asociados con la estimación de la DC y del % GC y que por lo tanto afectan la validez del método:

1- *Error en las ecuaciones de predicción*, ya que para que estas puedan ser utilizadas deben cumplirse cinco presunciones de constancia biológica que posteriormente han sido refutadas con estudios de cadáveres:

- Compresibilidad constante de la piel y la grasa subcutánea.
- El espesor de la piel es constante en cualquier sitio.
- La distribución relativa de la grasa es constante entre la población.
- La porción lipídica del tejido adiposo es constante.
- Proporción fija de grasa interna y externa.

2- *Error biológico*: asociado a la utilización de la HD como modelo de referencia cuando tampoco está validada en sí misma.

En relación a los métodos de fraccionamiento de la masa corporal que utilizan fórmulas de regresión para la estimación de la % GC, encontramos *el fraccionamiento de 4 componentes de Drinkwater y Ross (1980)*. Pero lamentablemente este método comete el error metodológico de mezclar el abordaje bioquímico y anatómico, ya que la grasa determinada corresponde a las reservas de triglicéridos químicos y los demás componentes a tejidos anatómicos, (musculares, óseos y residuales). Por esta razón, la validez y precisión del método no puede ser sustentada científicamente y ha dejado de ser utilizado.



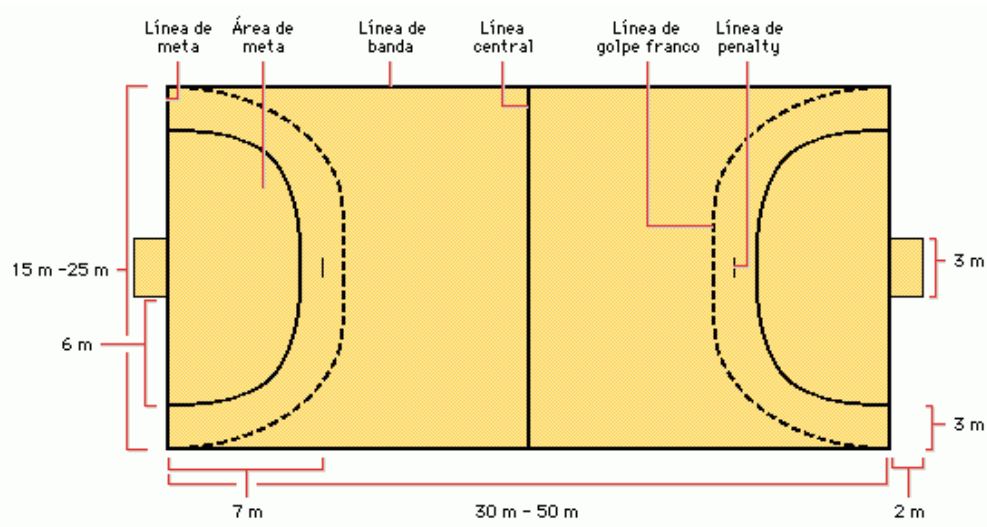
## 2.4 Introducción al Balonmano

El balonmano es un juego colectivo y de contacto donde se realizan esfuerzos de máxima intensidad y corta duración, en donde los jugadores tienen que correr saltar y lanzar el balón con momentos de reposo o baja intensidad. Además los competidores realizan acciones contra sus adversarios como bloqueos, golpes, contactos y empujes (Wallace, 1997). El objetivo del juego es conseguir marcar gol con la pelota desde un lanzamiento con la mano en la meta del equipo rival. El equipo que después del partido, que consta de dos tiempos de 30 minutos, haya logrado más goles resulta ganador.

Los equipos se componen de siete jugadores en juego (seis jugadores y un portero), y otros siete jugadores de reserva que pueden intercambiarse en cualquier momento con sus compañeros.

- Dimensiones del terreno de juego

El terreno de juego es un rectángulo de 40 metros de largo por 20 de ancho, dividido en dos partes iguales, en la cual podemos encontrar un área de portería en cada una. La portería está situada en la zona central de cada línea exterior de portería. Las porterías estarán firmemente fijadas al suelo o a las paredes que están detrás de ellas para mayor seguridad. Sus medidas son de 2 m de alto por 3 m de ancho, pintada a dos colores con franjas de 2 decímetros. El ancho de los postes y el larguero es de 5 centímetros medida que coincide con el ancho de la línea de gol. Dicha portería se encuentra dentro de un área de 74,5 m cuadrados, trazados a partir de dos cuartos de círculo, con centro en cada uno de los postes y radio de 6 m, unidos por una línea paralela a la línea de gol.



[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29001637/ef/verde/WEB%20BALONMANO/bm\\_index.htm](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~29001637/ef/verde/WEB%20BALONMANO/bm_index.htm)

Todas las líneas del terreno forman parte de la superficie que delimitan, midiendo las líneas de gol 8 cm de ancho entre los postes de la portería mientras que las otras líneas serán de 5 cm.

La línea de golpe franco es una línea discontinua; se marca a 3 m por fuera de la línea del área de portería. Tanto los segmentos de la línea como los espacios entre ellos medirán 15 cm. La línea de 7 metros será de 1 metro de largo y estará pintada directamente frente a la portería. Será paralela a la línea de gol y se situará una distancia de 7 m de ella. La línea de limitación del portero (utilizada solo para penaltis) será de 15 cm de longitud y se traza directamente delante de la portería, se sitúa a una distancia de 4 metros de ella.

- Dimensiones del balón

El balón con que se practica el balonmano es esférico, está confeccionado de goma inflada, cubierto de cuero o material sintético inflado con aire.

- ✓ Para varones adultos debe medir entre 58 y 60 cm de diámetro y pesar entre 425 y 475 g.

- ✓ Para mujeres mayores de 14 años, y para hombres entre los 12 y 16 años, las medidas son de entre 54 y 56 cm de diámetro, con un peso de entre 325 y 375 g.
- ✓ Para niños de hasta 12 años, y para niñas de hasta 14, 50 a 52 cm de diámetro y 290 a 330 g de peso.

#### 2.4.1 Posiciones y características de los jugadores de Balonmano en México.

Si bien no existe un estudio realizado que compare las características físicas de los jugadores mexicanos con los de otros países, expongo a continuación mi experiencia como jugador de balonmano durante 5 años hasta la actualidad y como licenciado en Educación Física y Deporte puedo decir lo siguiente.

Las características físicas ideales para cada jugador serían: rapidez, potencia, flexibilidad, agilidad, fuerza, equilibrio y resistencia, sin embargo las características físicas varían mucho en cada posición. Lo mismo sucede con las características antropométricas, que a simple vista reflejan diferencias. Sin embargo, no existen actualmente estudios de esta índole dentro de los jugadores mexicanos, lo cual nos lleva a plantearnos los objetivos de esta investigación.

Hablando específicamente de México y de cada una de las posiciones puedo decir que las características de la mayoría de los jugadores en las diferentes posiciones serían las siguientes:

Pivote: los jugadores tienden a ser pesados, con obesidad y robustos, estura alta 1.90 hasta 2.00 metros, lentos en la realización de sus movimientos (comparando con los de otras posiciones), tienden a carecer de flexibilidad y potencia en la extremidad inferior.

Extremos: normalmente son rápidos, ágiles de una estura baja 1.70 hasta 1.85 metros, de cuerpo ecto-mesomórfico (les cuesta trabajo ganar peso y muestran un aspecto definido), tienen un buen salto y lanzamiento del balón.

Laterales: existe gran variedad de talla, si bien pueden ser de una estatura promedio 1.80 hasta alcanzar los 2.00 metros, son fuertes de cuerpo mesomórfico (cuerpo atlético, extremidades y músculos grandes), ágiles, gran potencia en el salto y tiro.

Central: son de estatura media-baja entre 1.75 y 1.85 metros destacan por su agilidad, inteligencia, rapidez, capacidad de organizar a sus jugadores, visión, son fuertes, potencia en el tiro y salto, el tipo de cuerpo es ecto-mesomórfico.

Portero: reacción, fuerza, mayor amplitud de movimiento que los demás jugadores, potencia, equilibrio, de estatura promedio entre 1.75 y 1.90 metros.

Vila, M. (2008) en una investigación realizada sobre las características cineantropométricas y la fuerza en jugadores juveniles de balonmano por posiciones nos indica que el biotipo obtenido fue para los laterales, centrales y porteros endo-mesomórfico, mientras que para los pivotes mesomórfico-endomórfico y para los extremos un biotipo mesomórfico equilibrado.

Por otro lado, obtuvo que las dimensiones corporales de altura, peso y envergadura dan la idea que los jugadores pivotes, laterales y porteros son los más grandes y pesados, mientras que los extremos y centrales presentaron menos variables que los otros exceptuando a los extremos con la envergadura.

Vila (2008) menciona que la altura va a permitir a los laterales y pivotes un mejor campo de visión; el peso, obtener ventaja sobre otro jugador en el uno vs. uno; y la envergadura poder recibir balones aéreos, mientras que al portero le permite poder abarcar más espacio en la portería y poder alcanzar con facilidad los ángulos.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de proyecto

El tipo de proyecto corresponde a un estudio cualitativo-cuantitativo transversal (Supo, 2011) donde se pretende conocer las características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano.

### 3.2 Población y muestra

La muestra consistió en 9 jugadores varoniles de la selección mexicana de balonmano donde 2 son de posición extremo, 3 laterales, 1 pivot, 1 portero y 2 central (ver tabla 5).

**Tabla 5. Muestra de estudio**

<b>N°</b>	<b>Fecha de Nacimiento.</b>	<b>Universidad</b>	<b>Posición</b>
5	30/06/1992	Universidad estatal de Sonora	Extremo
6	17/09/1990	Universidad estatal de Sonora	Extremo
2	30/01/1991	Universidad estatal de Sonora	Lateral
1	31/01/1991	Universidad estatal de Sonora	Lateral
3	28/04/1992	Universidad autónoma del estado de México	Lateral
7	12/11/1993	Universidad estatal de Sonora	Portero
4	17/05/1993	Universidad estatal de Sonora	Pivote
9	26/11/1993	Universidad estatal de Sonora	Central
8	21/11/1991	Universidad estatal de Sonora	Central

### 3.3 Material e instrumentos de medición

1. Proforma antropométrica (Anexo n°1)
2. Lápiz dermatográfico: para marcar en el sujeto los puntos anatómicos de referencia.
3. Balanza: seca robusta 813 de marca Seca.

4. Estadiómetro con escuadra móvil: para medir la talla y talla sentado. Con una precisión de 0.1 cm de la marca seca 0123
5. Cajón antropométrico: la caja es útil para medir las alturas proyectadas como la ileoespinal y trocantérea, y otras longitudes y diámetros donde el sujeto necesita estar sentado.
6. Plicómetro: para medir el espesor del pliegue cutáneo (piel más tejido adiposo subcutáneo). Se ha utilizado el calibre marca Gaucho, calibrado a 10 g / mm<sup>2</sup>, con un rango de aprox. 90 mm y una precisión de 0.1 mm.
7. Segmómetro: fabricado a partir de una cinta de acero marca Lufkin, de origen estadounidense, que tiene adheridas dos ramas rectas de 7 cm de longitud cada una. Se ha utilizado para medir las longitudes segmentarias y las alturas ileoespinal y trocantérea.
8. Cinta metálica antropométrica: para medir los perímetros y ubicar en forma precisa distintos sitios de pliegues cutáneos. Se ha utilizado una cinta metálica marca Lufkin. La cinta está calibrada en cm, con graduaciones en mm.
9. Calibre deslizante pequeño: para medir los diámetros óseos pequeños como el del húmero, del fémur, bioestiloideo y bimaleolar. Se ha utilizado un calibre Rosscraft Tommy 3 adaptado con ramas de 7 centímetros, altamente preciso con una resolución de 0.1 mm.
10. Calibre de ramas curvas: para medir los diámetros óseos grandes (anteroposterior y transversal del tórax, biacromial y bi-iliocrestídeo). Este instrumento marca Chattanooga lleva la escala de medición en cm con una precisión de 0.5 cm. Se ha utilizado dicho instrumento (pelvímetro) en sustitución al antropómetro por su alto costo económico.
11. Soporte informático: Las medidas obtenidas serán volcadas en una base de datos y luego serán analizadas empleando el paquete estadístico de SPSS versión 20 para aquellas medidas en escala ordinal o superior, se computaron las siguientes estadísticas: número de casos, media, desvío estándar. Cuando sea necesario se realizarán como pruebas de significación

Para los cálculos de somatotipo, proporcionalidad y composición corporal se empleará una planilla de cálculo, diseñada por la directora de esta investigación, en Microsoft Excel 2013.

### 3.4 Indicadores

Además de los indicadores de información sobre el individuo, como ciudad de residencia, años de entrenamiento, cantidad de años en la selección, horas de entrenamiento semanal, posición en la cual se desempeñan, participación en torneos nacionales e internacionales y edad cronológica, nos encontramos con indicadores como las referencias anatómicas, que nos permitirán obtener las variables deseadas.

#### 3.4.1 Puntos anatómicos de referencias

Las referencias anatómicas son puntos esqueléticos identificables, que por lo general, están cerca de la superficie corporal y que son los “marcadores” que identifican la ubicación exacta del sitio de medición, o a partir del cual se localiza un sitio de tejido blando, por ejemplo un pliegue. Para identificar estas marcas el sujeto debe encontrarse en la posición antropométrica: el sujeto debe estar en bipedestación, con los talones juntos, las extremidades superiores relajadas a ambos lados del cuerpo, las palmas de las manos apoyadas a los costados de los muslos. Debe mantener la cabeza y los ojos de frente a una línea imaginaria paralela al plano de sustentación que se logra cuando el margen inferior de la órbita ocular está alineado horizontalmente con la protuberancia cartilaginosa superior de la oreja, el trago, denominado Plano de Frankfort (Norton & Olds, Antropométrica, 2000).



## Plano de Frankfort



<http://nutricion-src.blogspot.mx/2012/08/plano-frankfort.html>

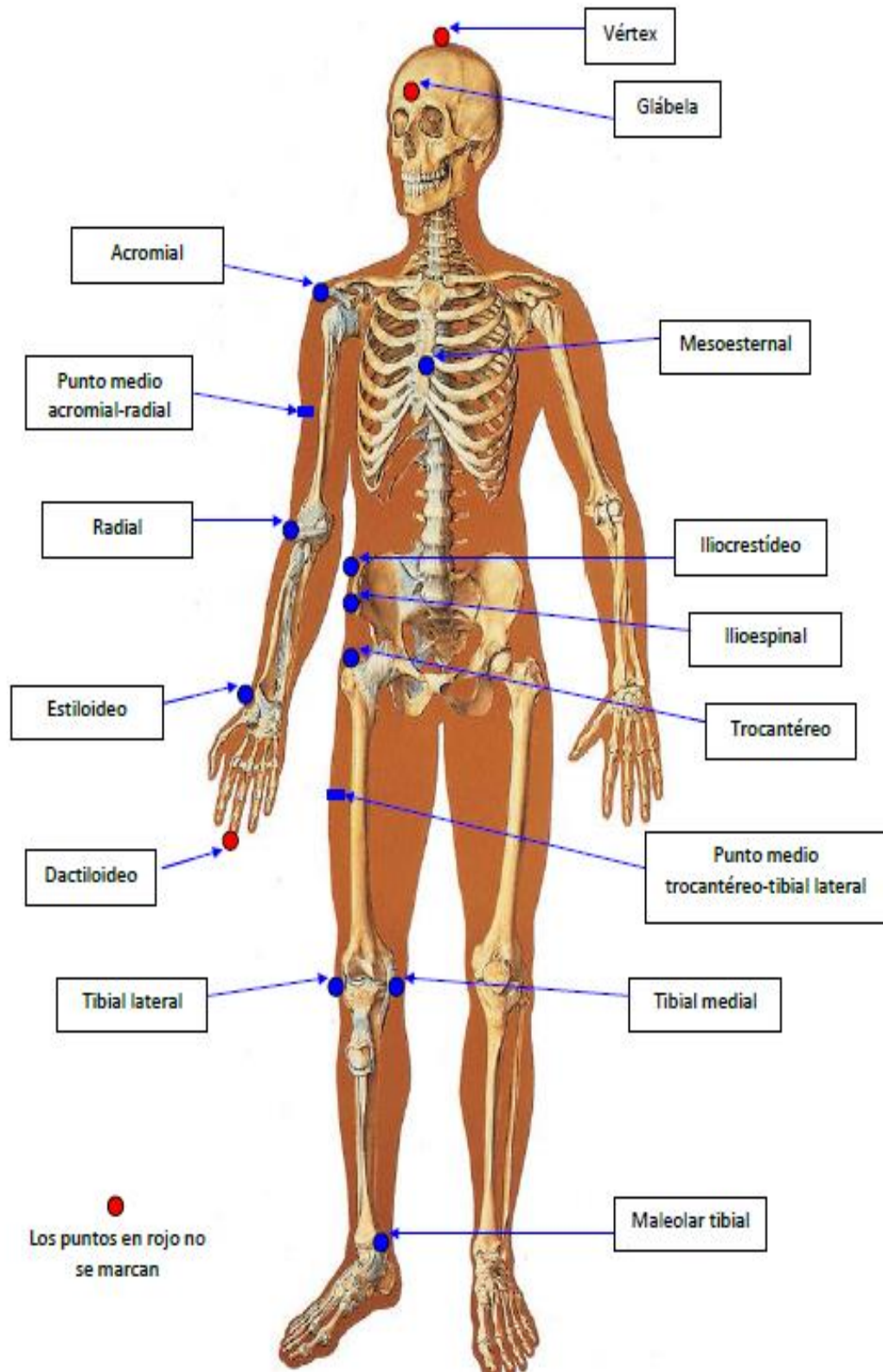
Los puntos anatómicos descritos a continuación son los recomendados por la ISAK para el estudio morfológico de un individuo. Sin embargo, existe un número importante de sitios sobre la superficie corporal que serán utilizados para realizar estudios en otras ciencias.

- Glábela: Punto medio entre los dos arcos de las cejas.
- Acromial: Es el punto en el borde superior y lateral del proceso acromial, en la mitad entre los bordes anterior y posterior del músculo deltoides, cuando se lo ve desde el lateral.
- Radial: Es el punto en el borde proximal y lateral de la cabeza del radio.
- Punto medio acromial-radial: Es el punto equidistante entre las marcas acromial y radial.
- Estiloideo: Es el punto más distal sobre el margen lateral de la cabeza inferior del radio (proceso estiloideo del radio).
- Estiloideo medio: Es el punto medio, en la superficie anterior de la muñeca, sobre una línea horizontal el nivel del punto estiloideo.
- Dactiloideo: Es la punta del dedo medio cuando el brazo está relajado hacia abajo, con los dedos estirados.
- Subescapular: Es el punto más inferior del ángulo inferior del omóplato.

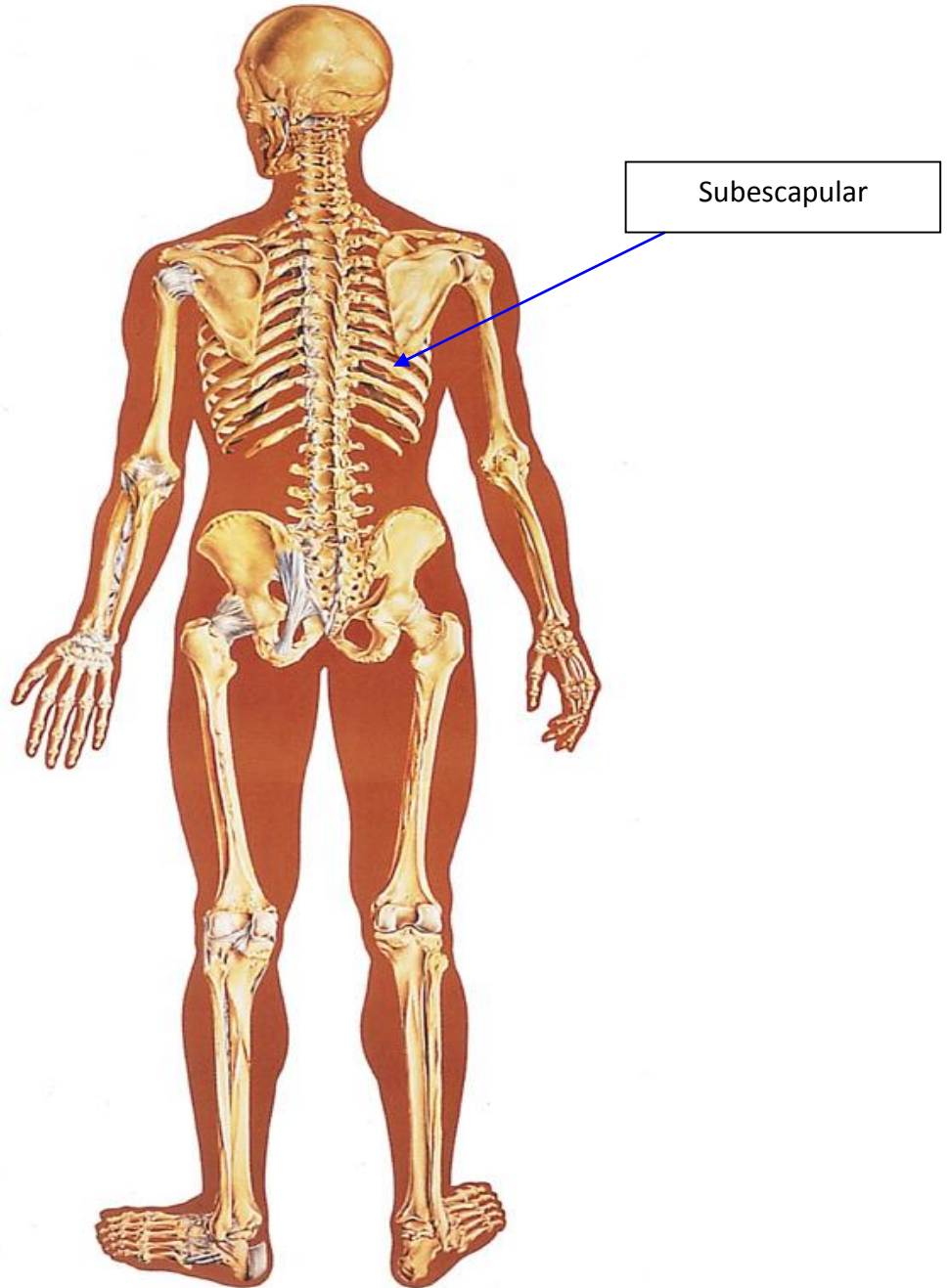
- Mesoesternal: Es el punto medio del esternón a nivel central de la articulación de la cuarta costilla con el esternón.
- Xifoideo: El punto se encuentra en la extremidad inferior del esternón. Es la punta inferior del xifoides.
- Línea ilio-axilar: Es la línea vertical imaginaria que une el punto medio observado de la axila con el borde lateral superior del ilión.
- Iliocrestídeo: Es el punto en la cara más lateral del tubérculo ilíaco, en la línea ílio-axilar.
- Ilioespinal: Es el punto más inferior y prominente de la espina ilíaca anterosuperior.
- Trocantéreo: Es el punto más superior del trocánter mayor del fémur, no el punto más lateral.
- Tibial lateral: Es el punto más superior del borde lateral de la cabeza de la tibia.
- Tibial medial: Es el punto más superior del borde medial de la cabeza de la tibia.
- Maleolar: Es el punto más distal del maléolo de la tibia.

Vértex: Punto craneal más elevado, en el plano sagital medio, estando la cabeza situada en el plano de Frankfort.

### Puntos anatómicos de referencia - Vista anterior



**Puntos anatómicos vista posterior**



## 3.5 Variables de estudio y método de análisis

### 3.5.1 Variables primarias

#### 3.5.1.1 Medidas antropométricas

Básicas son 4:

- **Peso Corporal:** medido en kg. Para esta determinación el evaluado se ha posicionado de pie, de frente a la escala de la báscula, con los pies juntos, en el centro de la misma, en posición erecta, con los brazos colgando al costado del cuerpo, para evitar posibles oscilaciones en la lectura de la medida.
- **Envergadura:** Es la distancia máxima entre los dedos medios de las manos izquierda y derecha, estando el sujeto en bipedestación, con los pies juntos, tocando la pared con los talones, glúteos, parte superior de la espalda y cabeza. Los brazos estarán elevados hasta la altura de los hombros y el dorso de las manos tocando la pared. Se mide en cm.
- **Talla:** La medición de la estatura requiere una técnica rigurosa. La variable se refiere a la distancia vertical medida desde el plano de sustentación hasta el punto vértex, encontrándose la cabeza en el plano de Frankfort. Se ha tomado la medida colocando al sujeto en el plano de Frankfort, descalzo, en bipedestación con los talones juntos y los brazos colgando a los lados con naturalidad. Los talones, glúteos, parte superior de la espalda y, generalmente, la parte posterior de la cabeza están en contacto con la pared. Se aplica una ligera tracción a nivel de apófisis mastoides, mientras se pide al individuo que inspire profundamente y permanezca erguido. Inmediatamente se aplica la escuadra sobre la cabeza en el punto vértex, aplastando firmemente el cabello y marcando el nivel sobre el papel. Se mide en cm.
- **Talla sentado:** Distancia desde el vértex hasta el banco (donde el sujeto se sienta). La técnica es la misma que la utilizada para la altura (Norton & Olds, Antropométrica, 2000).

## Longitudes y alturas

Su utilidad principal es para el cálculo de la proporcionalidad de los segmentos corporales. Han sido determinadas con el segmómetro. El valor ha sido registrado en cm.

- Acromial - radial: es la longitud del brazo, distancia medida entre los puntos acromial y radial.
- Radial - estiloidea: (Antebrazo): Distancia entre punto radial y estiloideo.
- Medial estiloidea-dedal: (Mano): Distancia entre punto estiloideo y dedal (dedo medio).
- Ilioespinal derecho: Distancia desde el punto ilioespinal hasta el plano de sustentación.
- Trocánterea: Distancia desde el punto trocánteriano hasta el plano de sustentación
- Trocánterea - Tibial lateral: (Muslo) Distancia entre punto trocánteriano y tibial externo.
- Tibial Lateral Derecho: Distancia desde el punto tibial lateral hasta el plano de sustentación.
- Tibial Medial - Maléolo Medial derecho: (Pierna) distancia entre punto tibial medial y maléolo tibial.
- Longitud del Pie: Distancia entre punto más posterior del calcáneo y el punto pedial.

## Diámetros

Se utilizan para determinar junto con otras medidas el biotipo, la masa residual y ósea. Para estimar la masa residual se utilizan los diámetros grandes y para estimar la masa ósea se utilizan diámetros grandes y chicos. Las medidas se determinan con un calibre para diámetros pequeños y grandes y se da en cm.

- Biacromial: Distancia entre los dos puntos acromiales. Para tomarla hay que situarse por detrás del sujeto.
- Bi-iliocrestídeo: Distancia entre los dos puntos iliocrestales. Máximo diámetro entre las crestas ilíacas.
- Transverso del tórax: Distancia entre las caras más laterales del tórax. Hay que tener la precaución de no incluir la masa muscular con las ramas del compás.
- Antero - Posterior del tórax: Distancia entre punto mesoesternal y la apófisis espinosa situada en el mismo plano transversal.
- Humeral (Biepicóndíleo): Distancia entre relieves óseos correspondientes al epicóndilo y epitroclea.
- Femoral (Bicóndíleo): Distancia entre relieves óseos de ambos cóndilos femorales (interno y externo).
- Biestiloideo: Distancia entre relieves óseos de las apófisis estiloides de radio y cúbito.
- Bimaleolar (Peróneo-Tibial): Distancia entre relieves óseos de ambos maléolos (peróneo y tibial).
- Anchura de la mano: Distancia entre la cabeza del segundo y quinto metacarpiano.

### Perímetros

Se utilizan para determinar el biotipo, masa muscular, residual y ósea. Principalmente son utilizadas para estimar la masa muscular. La medición se lleva a cabo con la cinta antropométrica y la medición será dada en cm.

- Cabeza (Máximo): Se obtiene con la cabeza en el plano de Frankfort, en un nivel inmediatamente superior a la glábela.
- Cuello: Se mide inmediatamente por encima del cartílago cricoides.
- Brazo Relajado: Distancia obtenida al rodear con la cinta el tercio medio del brazo, encontrándose completamente relajado.

- Brazo (Flexionado y Contraído): Con el brazo en flexión y contracción máxima se toma el perímetro en la máxima circunferencia de contracción. Normalmente no coincide con el tercio medio del brazo.
- Antebrazo (Máximo y Relajado): Se mide a la altura del perímetro máximo del antebrazo cuando la mano es sostenida con la palma hacia arriba y los músculos del brazo relajados.
- Muñeca (Distal): Se toma distalmente a los procesos estiloideos del radio y cúbito.
- Torácico (Mesoesternal): Este perímetro se toma a nivel de la marca mesoesternal, manteniendo paralela la cinta en la parte posterior del tórax.
- Abdomen (Mínimo): La medición se realiza con la cinta en el nivel más estrecho entre la última costilla y la cresta ilíaca. Es decir en la parte donde el abdomen tiene su mínima circunferencia. Hay que evitar la inclinación de la cinta.
- Glúteo (Máximo): Distancia obtenida al rodear al sujeto con la cinta por la zona de mayor circunferencia de los glúteos.
- Muslo superior (a 1 cm. del Pliegue Glúteo): Este perímetro se toma con la cinta a 1 centímetro por debajo del pliegue glúteo, perpendicular al eje longitudinal del muslo.
- Muslo medio: La medición se realiza perpendicular al eje longitudinal del muslo, en el nivel medio entre las marcas trocantérea y tibial lateral.
- Pantorrilla (Máximo): Distancia obtenida al rodear con la cinta la circunferencia mayor de la pierna.
- Tobillo (Mínimo): Distancia obtenida al rodear con la cinta la circunferencia mínima, que se localiza por encima de los maléolos tibial y peróneo.

## Pliegues

Se utilizan para el cálculo de la masa adiposa y entre otras medidas para el cálculo del biotipo, masa muscular y residual. Miden una doble porción de piel más el tejido adiposo subcutáneo subyacente. Estos pliegues se toman con un plicómetro y las medidas serán dadas en mm. Para realizar correctamente la medida debe “pellizcarse” con los dedos



índice y pulgar de la mano izquierda tomando la doble porción de piel y tejido celular subcutáneo, teniendo cuidado de no presionar también tejido muscular subyacente. Los dedos índice y pulgar deben estar en línea con el sitio marcado.

- Tríceps: Medida tomada sobre la línea media acromial-radial, paralela al eje longitudinal del brazo, en su cara posterior.
- Subescapular: Este pliegue se toma a partir del ángulo inferior del omóplato en una dirección que se desplaza lateralmente y en forma oblicua hacia abajo, en un ángulo aproximadamente de 45°.
- Bíceps: Medida tomada sobre la línea media acromial-radial, paralela al eje longitudinal del brazo, en su cara anterior.
- Cresta Ilíaca: Tomado inmediatamente por encima de la marca iliocrestídea.
- Supraespinal: Este pliegue se toma donde la línea imaginaria que va desde la marca ilioespinal al borde axilar anterior se intercepta con la línea que se proyecta, en sentido horizontal, desde el borde superior del hueso ilíaco, a nivel de la marca o punto iliocrestídeo.
- Abdominal: Se toma del lado derecho a 5 cm del punto medio del ombligo, en la línea media de la sobresaliencia del recto abdominal. El sentido del pliegue es vertical.
- Muslo Frontal: Medida tomada en el tercio medio y anterior del muslo. El sitio es marcado paralelo al eje longitudinal del fémur, en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula.
- Pantorrilla medial: Se toma en la zona interna y a nivel del perímetro máximo de la pierna. En sentido vertical.

### 3.5.2 Variables derivadas

Las variables derivadas se obtienen a través de los tres métodos de análisis de la cineantropometría en cada uno de los cuales se utilizarán diferentes variables primarias.

### 3.5.2.1 Componentes del somatotipo

El somatotipo de un individuo se define calculando sus tres componentes somáticos, los cuales constituirán las tres primeras variables derivadas:

→ ENDOMORFIA (Primer componente)

→ MESOMORFIA (Segundo Componente)

→ ECTOMORFIA (Tercer Componente)

Posteriormente se puede clasificar el somatotipo según los valores encontrados, dependiendo del predominio de uno u otro componente y la localización en la somatocarta.

De esta manera los somatotipos son agrupados en categorías ver tabla 6 (Carter & Heath, 1990).

Tabla 6. Agrupación del somatotipo por categorías (Carter & Heath, 1990)

Central	Ningún componente difiere en más de unidad con respecto a los otros dos, presentando valores 2,3 o 4.
Endo-ectomórfico	El endomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el mesomorfismo.
Endomorfismo balanceado	El endomorfismo es dominante y el mesomorfismo y ectomorfismo son iguales (no difieren en más de 0.5).
Endo-mesomórfico	El endomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el ectomorfismo.
Endomorfo–Mesomorfo	El endomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más que 0.5) y el ectomorfismo es menor.
Meso-endomórfico	El mesomorfismo es dominante y el endomorfismo es mayor que el ectomorfismo.
Mesomorfismo balanceado	El mesomorfismo es dominante y el endomorfismo y ectomorfismo son iguales (no difieren en más que 0.5).
Meso-ectomórfico	El mesomorfismo es dominante y el ectomorfismo es mayor que el endomorfismo.
Ectomorfo-mesomorfo	El ectomorfismo y el mesomorfismo son iguales (no difieren en más que 0.5) y el endomorfismo es menor.
Ecto-mesomorfo	El ectomorfismo es dominante y el mesomorfismo es mayor que el endomorfismo.
Ectomorfismo balanceado	El ectomorfismo es dominante, el endomorfismo y el mesomorfismo son iguales y menores (o no difieren en más que 0.5).
Ecto-endomórfico	El ectomorfismo es dominante y el endomorfismo es mayor que el mesomorfismo.
Ectomorfo – endomorfo	El endomorfismo y el ectomorfismo son iguales (o no difieren en más que 0.5) y el mesomorfismo es menor.

Finalmente analizaremos el somatotipo a través de métodos estadísticos descriptivos, SAD o Distancia Posicional del Somatotipo y SAM o Media Posicional del Somatotipo.

- SAD: es la distancia, en tres dimensiones, entre dos somatopuntos cualquiera. A mayores valores, mayor será la distancia entre los somatotipos. El SAD representa la distancia real en el espacio tridimensional entre dos somatopuntos.

$$\mathbf{SAD} = \sqrt{[(\mathbf{endoA} - \mathbf{endoB})^2 + (\mathbf{mesoA} - \mathbf{mesoB})^2 + (\mathbf{ectoA} - \mathbf{ectoB})^2]}$$

- SAM: es la media de los valores de SAD de cada somatopunto, comparado desde el somatopunto medio de una muestra. Se calcula dividiendo la suma de los valores de SAD, a partir de su somatopunto medio, por el número de sujetos.

$$\mathbf{SAM} = \Sigma \mathbf{SAD} / \mathbf{n}$$

#### 3.5.2.2 Z-SCORE de proporcionalidad

Para realizar más fácilmente el estudio de la proporcionalidad humana utilizaremos la estratagema Phantom, que como hemos visto no es un modelo, sino un instrumento de cálculo basado en el concepto estadístico de Z. A través de este método obtendremos los Z - SCORE, para cada una de las variables primarias.

En proporcionalidad este índice expresará la distancia en términos de desvío estándar entre el valor numérico de un variable y la media del Phantom para esa misma medida.

Una vez desarrollada la fórmula para determinar los valores Z, analizaremos las calificaciones que el Phantom atribuye a las diferentes variables antropométricas y se graficará para poder observar el patrón de distribución (ver figura 4).

### MODELO DE PROPORCIONALIDAD PHANTOM

Los promedios y desvíos estándar del humano de referencia unisex **PHANTOM** son el resultado de miles de datos tomados de varios grupos poblacionales (ancianos, jóvenes, deportistas, sedentarios, mujeres, hombres). **NO ES EL PROMEDIO IDEAL!!!**

Es un punto de referencia para personas, ajustando por talla, como si todos midiesen 170,18 cm de altura. Cada variable está en proporción a esta talla, y el promedio de la muestra se ubica en el medio, sobre el valor "0", y la escala es en desvíos estándar. Entre el -1 y el +1 desvío estándar se ubicaron el 68% de los valores de la muestra, entre el -2 y el +2% el 95,5%, y entre el -3 y +3 el 99,7%.

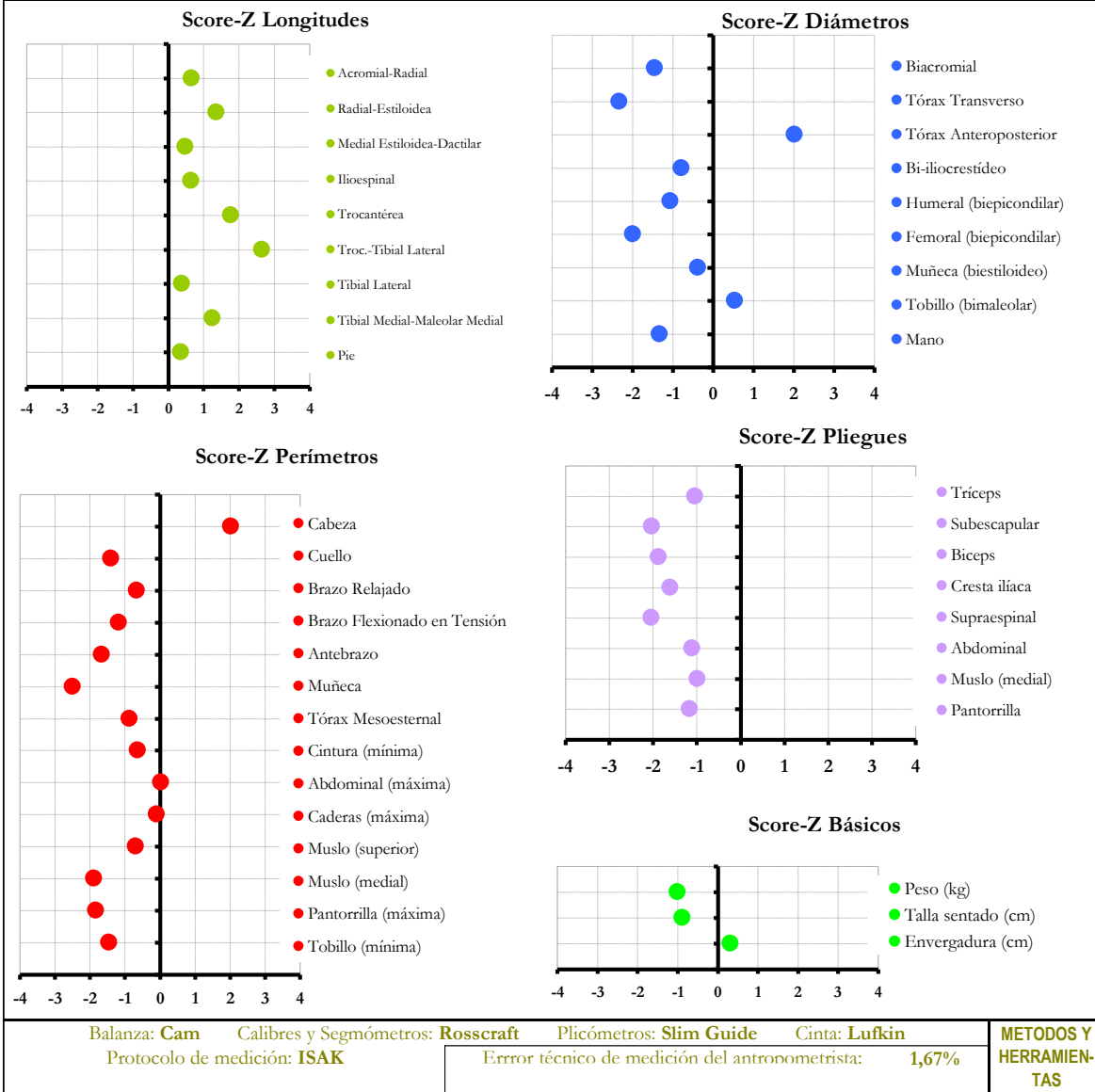


Figura 4. Modelo de proporcionalidad Phantom

### 3.5.2.3 Índices - proporcionalidad y performance

Para realizar un estudio más completo de la proporcionalidad humana se seleccionan 5 índices morfológicos de importancia dentro de la actividad deportiva, variables derivadas, las cuales nos permitirán relacionar las estructuras con ventajas fisiológicas o biomecánicas.

- Cociente estatura sentado / estatura.
- Cociente longitud extremidad superior ( $\Sigma$  longitudes: acromial - radial, radial - estiloidea y estiloidea dedal) / estatura.
- Índice Braquial (cociente entre la longitud radial - estiloidea y acromial - radial).
- Índice Crural (cociente entre la longitud tibial lateral y trocanterea - tibial lateral).
- Cociente envergadura / estatura.

### 3.5.2.4 Masas corporales – Composición corporal

A través de la revisión literaria realizada sobre los métodos de composición corporal consideramos que el fraccionamiento de masas en 5 componentes de Kerr D., es la mejor estrategia. Para ello, debemos extraer los valores mensurados de una serie de variables y aplicar las siguientes fórmulas, para obtener las 5 masas corporales que constituirán variables derivadas:

- Cálculo de la Piel:
- Calculo del Tejido Adiposo
- Cálculo del Tejido Muscular

- Cálculo del Tejido Residual
- Cálculo de Tejido Ósea

### 3.6 Calidad de los datos

Aunque la cineantropometría parezca una técnica sencilla realmente no lo es y requiere de un alto entrenamiento por parte del evaluador. El antropometrista debe minimizar al máximo la variabilidad técnica de las mediciones logrando altos grados de precisión, confiabilidad y exactitud, utilizando una técnica válida de medición.

Utilizando el Error Técnico de Medición (ETM), definido como el desvío estándar de mediciones repetidas, tomadas independientemente unas de otras, en el mismo sujeto, lograremos evaluar la precisión del antropometrista. Las unidades del ETM, son las mismas que las unidades de la variable medida. El ETM, puede definirse como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las diferencias de las mediciones, dividida por el doble del número de los sujetos.

$$\sqrt{d^2 / 2n}$$

Para facilitar la comparación de los ETM recolectados en diferentes variables o diferentes poblaciones, se puede convertir el ETM absoluto, en ETM relativo (%ETM).

$$\% \text{ ETM} = \text{ETM} \times 100$$

# CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.



## 4.1 Descripción general de los datos encontrados

A continuación se detallan los resultados obtenidos en este estudio, expresados en valores para la media aritmética y desvíos estándar. De los 9 jugadores de balonmano evaluados, 3 de ellos juegan como laterales, 2 son extremos, 2 son centrales, 1 es pivot y otro es portero. Estos atletas formaron parte del equipo nacional de balonmano mexicano que tuvo participación en los pasados juegos centroamericanos y del caribe Veracruz 2014 (México) obteniendo el cuarto lugar. Algunos de estos jugadores han tenido participación en campeonatos universitarios así como también en los pasados juegos panamericanos Guadalajara 2011 (México).

La media de edad de los jugadores es de  $23.22 \pm 1.09$  años, todos superan la mayoría de edad de 18 años.

### 4.1.1 Dimensiones corporales del balonmanista mexicano

Actualmente existen muy pocas investigaciones semejantes a este tipo de estudio (Ghobadi, Rajabi, Fazard & Jeffreys, 2013; Urban Kandrác & Táborský, 2011; Srhoj, Marinovi & Rojulj, 2002; Bezerra & Simao, 2006), pero ninguna de ellas analiza un perfil cineantropométrico completo de los jugadores. Los resultados obtenidos en nuestro estudio, revelan una estatura media para el equipo mexicano de  $184.57 \pm 6.55$  cm, valores que se encuentran por debajo de la estatura de los jugadores de los equipos de España, Argentina, Chile, e incluso de Korea, Por otro lado, la envergadura de los jugadores mexicanos es 10 cm menor en comparación con los jugadores de la categoría senior varonil de Croacia evaluados por Srhoj, Marinovi & Rogulj (2002),  $186.51 \pm 7.62$  vs. cm  $196.53 \pm 6.58$  cm (Tabla 7).

Tabla 7. Media y SD de otras selecciones de balonmano expresada en cm

		Talla	Peso	Talla sentado	envergadura
<b>Selección mexicana</b>		<b>184.57±6.55</b>	<b>83.33±13.24</b>	<b>93.5±3.83</b>	<b>186.51±7.62</b>
<b>Deportistas de alto rendimiento Santiago de Chile (Rodríguez 2014).</b>		181±1 7.7	80±11.4	-	-
<b>Posición específica morfológica Características de nivel superior Hombre Jugadores de Balonmano Srhoj, Marinovi, Rogulj 2002).</b>		190.79±6.59	91.29±7.57	98.63±3.41	196.53±6.58
<b>Características antropométricas de jugadores de balonmano campeonato del mundo 2013 (Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati, Jeffreys (2013).</b>	Argentina	188.56±5.86	90.00±8.17	-	-
	Chile	186.00±6.04	88.94±6.85	-	-
	España	192.88±7.60	96.88±11.23	-	-
	Korea	186.72±4.56	85.22±7.76	-	-
<b>Características antropométricas de atletas adultos de balonmano (Bezerra &amp; Simão, 2006).</b>		176.34±7.77	77.85±11.08	-	180.83±8.45

Por otro lado, haciendo una comparación con los estudios de Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati & Jeffreys (2013) y Ramos et al. (2014) sobre la talla y peso corporal de algunos jugadores por su posición de juego podemos observar que el portero de la selección mexicana tiene una talla similar a la de los jugadores evaluados por Ghobadi et

al. y Ramos et al., 192.9 vs. 191.89±5.18 y 193.00±6.93 cm, respectivamente. Sin embargo, el peso corporal medio del portero mexicano es bastante más alto que el resto de los jugadores de la liga ASOBAL de España y los participantes en el campeonato del mundo 2013, 103.3 kg vs 98.90±17.69 y 95.60±10.45 (Tabla 8).

Los jugadores mexicanos laterales, centrales, extremos y pivot tienen una estatura y un peso corporal más bajo que los jugadores de la liga ASOBAL de España y los que participaron en el campeonato del mundo 2013 (Tabla 8).

**Tabla 8. Media y SD por posiciones de juego de la selección mexicana de balonmano y otros equipos expresada en cm**

Posiciones	Ghobadi et al.(2013) campeonato del mundo 2013		Ramos et al.(2014) España liga ASOBAL		Jugadores Mexicanos		
	Talla	Peso	Talla	Peso	Talla	peso	Envergadura
portero	191.89± 5.18	95.60± 10.45	193.00± 6.93	98.90±1 7.69	192.9	103.3	195
Lateral	192.62± 6.65	94.17± 8.20	191.42± 7.51	95.18±8. 57	186.86± 4.95	87.36±3. 8	189.7± 5.47
Central	188.05± 5.96	89.42± 8.12	187.57±	87.84±	180.65± 3.88	77.0± 7.0	179.8±3.39
Extremo	185.01± 5.46	84.66± 6.44	4.50	5.60	179±9.3 3	63.3±0.4	180.95±9.82
Pivot	192.61± 6.33	99.66± 9.47	194.25± 4.86	106.65± 14.73	188.4	98.3	193

Las longitudes y alturas, expresadas en media, desvío estándar se detallan en la tabla 9 y 10. Haciendo referencia a las variables de longitud y altura, son muy escasos los datos recabados de la literatura, por lo cual solamente se pudo comparar 3 variables. El brazo (longitud acromio-radial) de los jugadores mexicanos es un 5% más corto que el brazo de los jugadores portugueses del estudio de Massuça & Fragoso (2013), 33.47±1.77

cm vs.  $34.99 \pm 1.56$  cm, respectivamente. Por su parte, el antebrazo (longitud radial-estiloide) de los jugadores mexicanos es 6% mayor que el de los portugueses,  $29.16 \pm 1.71$  cm vs.  $27.42 \pm 1.84$  cm, respectivamente. Y por último, la dimensión media de la mano (longitud medial estilodieno-dactil) fue de  $19.31 \pm 0.86$  cm, 7% más corta que la de los jugadores portugueses con  $20.83 \pm 1.05$  cm.

**Tabla 9. Media y SD de las longitudes extremidad superior de los jugadores de balonmano mexicanos general y por posiciones**

Posición	Longitudes extremidad superior (cm)		
	Acromial – radial	Radial-estiloideo	Medial estilodieno - dactil
General n=9	$33.47 \pm 1.77$	$29.16 \pm 1.71$	$19.31 \pm 0.86$
Lateral	$33.9 \pm 1.92$	$30.03 \pm 0.46$	$19.86 \pm 0.75$
Extremo	$33.7 \pm 1.27$	$29.15 \pm 1.34$	$18.85 \pm 0.63$
Central	$31.4 \pm 1.97$	$26.7 \pm 1.97$	$18.3 \pm 0.42$
Pivot	34.7	30.2	19.7
Portero	34.7	30.5	20.2

**Tabla 10. Media y SD de las longitudes extremidad inferior de los jugadores de balonmano mexicanos general y por posiciones**

<b>Longitudes extremidad inferior(cm)</b>								
Posición	Iliospi- nal	Trocante ra	Trocante ra - tibial lateral	Tbibial lateral	Tibial medial- maleola r medial	Pie	Iliospi- nal	Trocantera
General	114.28±	94.66±	44.78±	50.07±	44.21±	27.41±	114.28±	94.66±
n=9	3.48	6.33	4.46	2.62	2.71	1.29	3.48	6.33
Lateral	117.56±	97.53±	44.6±	49.7±	45.66±	28.76±	117.56±	97.53±
	2.28	7.61	2.38	1.24	2.90	1.07	2.28	7.61
Extremo	112.85±	89.1±	39.8±	49.6±	43.75±	27.3±	112.85±	89.1±
	1.20	5.65	3.95	2.40	1.76	0.14	1.20	5.65
Central	110.5±	92.45±	47.2±	47.8±	40.8±	25.9±	110.5±	92.45±
	4.10	7.14	7.07	1.97	0.98	0.84	4.10	7.14
Pivot	113.4	98.8	49.2	55.5	44.8	27	113.4	98.8
Portero	115.8	97.5	46.1	51.3	47	27	115.8	97.5

En la tabla 11 Y 12, se presentan los valores obtenidos para los diámetros óseos. En lo que respecta a la variable del diámetro biacromial nuestros jugadores presentan una anchura de hombros absoluta con un valor 1.08 cm mayor que la de los jugadores de Srhoj, Marinovi & Rogulj (2002). Para la variable de tórax transverso nuestros jugadores superan por 0.09 cm, es decir que hay una similitud con los del estudio de Massuça & Fragoso (2013). El ancho de las caderas (diámetro biiliocrestal) de la población de estudio fue más pequeño que las dimensiones presentadas por los jugadores del estudio de Massuça & Fragoso (2013) y Srhoj, Marinovi & Rogulj (2002),  $29 \pm 3.27$  vs.  $29.28 \pm 1.93$  y  $30.45 \pm 1.44$  cm. Si atendemos al diámetro del húmero, observamos que los jugadores mexicanos presentan una anchura de codo levemente inferior a los jugadores evaluados por Srhoj, Marinovi & Rogulj (2002),  $7.16 \pm 0.35$  cm vs.  $7.59 \pm 0.52$  cm, respectivamente. Y por último,

el diámetro del fémur de nuestra población fue 0.31 cm más pequeño al obtenido en los jugadores de Srhoj y 0.43 cm más grande en relación a los jugadores de Massuça.

**Tabla 11. Media y SD de diámetros óseos extremidad superior de los jugadores de balonmano mexicanos**

Posición	Diámetros extremidad superior (cm)						Mano
	Biacromi- al	Tórax transverso	Anteropos- terior del tórax	Biiliocres- toideo	Biepicon- dilar del humero	Biestiloi- deo	
General n=9	43±2.43	30.9±2.34	21.±2.07	29± 3.27	7.16±0.35	5.98±0.84	8.34±0.41
Lateral	45±0.97	30.4±0.66	21.2±0.62	30.2±1.75	7.16±0.27	6.06±0.51	8.56±0.37
Extremo	40.1±1.62	29.8±2.12	20.4±0.14	26.5± 1.69	7.0± 0.08	6.75±1.76	8.05±0.35
Central	41.2± 1.69	29.2±0.98	18.7±1.06	25.5± 0.70	7.2± 0.42	5.53±0.04	8.7± 0.28
Pivot	44.5	34.9	22.5	32.5	7.6	5.7	7.9
Portero	45	34.5	25.4	33.7	7	5.4	8

**Tabla 12. Media y SD de diámetros óseos extremidad inferior de los jugadores de balonmano mexicanos**

Posición	Diámetros extremidad inferior (cm)	
	M Biepicondilar del fémur	Bimaleolar
General n=9	10.27± 1.16	7.36± 0.48
Lateral	10.43± 0.55	7.76± 0.40
Extremo	9.35± 0.07	6.95± 0.35
Central	9.9± 0.70	7.28± 0.40
Pivot	9.7	7.7
Portero	13	6.8

A continuación, se muestran los resultados hallados para los perímetros musculares (Tablas 13 y 14). En la evaluación del perímetro del brazo relajado observamos un valor para nuestros jugadores de  $33.30 \pm 2.48$  cm, similar a las dimensiones encontradas en los jugadores de la categoría senior de Croacia con  $33.31 \pm 2.22$  cm (Srhoj, Marinovi & Rogulj (2002)). Similares resultados fueron hallados para el perímetro del antebrazo en los jugadores mexicanos en relación a los jugadores que participaron en el campeonato nacional de Lisboa, Portugal,  $29.08 \pm 1.42$  vs.  $29.14 \pm 1.88$  cm, respectivamente. En relación a los jugadores de Massuca y Srhoj, nuestros deportistas exhiben un antebrazo de medidas levemente inferiores, 0.6 cm menos que los jugadores del campeonato de Lisboa y 0.38 cm menos que los jugadores croatas.

**Tabla 13. Media y SD de perímetros extremidad superior de los jugadores de la selección de balonmano mexicanos**

Posición	Perímetros parte superior(cm)							
	Cabeza	Cuello	Brazo relajado	Brazo contraído	Ante-brazo	Muñeca	Tórax	Abdomen mínimo
General	$56.11 \pm 1.54$	$38.35 \pm 0.13$	$33.3 \pm 2.48$	$36.6 \pm 2.10$	$29.08 \pm 0.42$	$17.18 \pm 0.84$	$100.28 \pm 6.65$	$84.4 \pm 6.77$
Lateral	$55.83 \pm 2.46$	$39.3 \pm 1.37$	$33.76 \pm 1.11$	$37.36 \pm 1.37$	$30.3 \pm 0.1$	$17.93 \pm 0.30$	$99.16 \pm 1.50$	$83.76 \pm 1.25$
Extremo	$55.5 \pm 0.56$	$35.4 \pm 1.27$	$30.7 \pm 0.98$	$34.7 \pm 1.55$	$27.4 \pm 1.97$	$15.9 \pm 0.56$	$96.85 \pm 5.72$	$78.85 \pm 1.62$
Central	$55.95 \pm 1.06$	$38.25 \pm 0.91$	$31.6 \pm 0.28$	$34.85 \pm 0.21$	$28.8 \pm 0.28$	$17.4 \pm 0.14$	$94.95 \pm 1.90$	$79.5 \pm 1.13$
Pivot	58.2	38.5	37	40	30.2	17	108.5	93.2
Portero	56.4	41.5	36.8	38.2	28.3	17.3	113	97.5

**Tabla 14. Media y SD de perímetros extremidad inferior de los jugadores de la selección de balonmano mexicanos**

<b>Perímetros extremidad inferior (cm)</b>					
Posición	Glúteo	Muslo superior	Muslo medio	Pantorrilla máxima	Tobillo mínimo
General n=9	84.3± 6.77	60.45±4.83	56.95±3.34	36.63± 3.89	22.85± 0.59
Lateral	101±4.12	61.86±1.79	60.13±1.65	39.5±2.09	24.43± 1.12
Extremo	89.95± 3.74	53.85±0.91	52.65±0.35	34.2±4.24	20.85± 1.20
Central	96.45± 3.46	58.7±0.98	54.9±0.42	36.3±0.98	22.5± 0.70
Pivot	108.2	65.9	59.7	40.2	23
Portero	108.5	67.5	57.4	30	22.7

En lo que respecta a los pliegues cutáneos la variable del tríceps presenta valores para nuestra población de  $11\pm 6.76$  mm vs.  $9.21\pm 2.95$  mm del estudio de Srhoj, Marinovi & Rogulj (2002), el pliegue del subescapular de nuestros jugadores presenta una media de  $13.33\pm 7.33$  mm vs.  $12.14\pm 3.22$  mm presentados por los jugadores croatas, el pliegue abdominal está por debajo del valor de referencia de Massuça & Fragoso (2013)  $17.05\pm 5.59$  mm vs.  $17.22\pm 10.18$  mm. Mientras que, el pliegue del muslo medial y de la pantorrilla están por debajo de los estudios de Srhoj et al. (2002) Massuça et al. (2013), muslo  $13,54\pm 4.45$  mm vs.  $9.05\pm 3.06$  mm, pantorrilla  $8,53\pm 3.84$  mm vs.  $5.72\pm 2.79$  mm (Tabla 15 y 16).



**Tabla 15. Media y SD de los pliegues extremidad superior de los jugadores de balonmano mexicanos**

Posición	Pliegues extremidad superior (mm)					
	Tríceps	Subescapular	Bíceps	Cresta ilíaca	Supraespinal	Abdominal
General n=9	11±6.76	13.33±7.33	7.33±3.93	15.94±6.19	11.77±7.24	17.05±5.59
Lateral	10.5 ±1.80	13.16±0.76	7.5 ± 2.29	15.33±2.88	8 ±1.0	13 ±2.17
Extremo	6.0±1.41	9.0±2.12	4.5	12.5±1.41	8.25±1.06	17.0
Central	6.25±1.06	9±0.70	4.25±2.47	13.25±4.59	10.75±3.18	14.5±4.94
Pivot	17	12.5	11	15	14	24.5
Portero	26	32	15	31	30	27

**Tabla 16. Media y SD de los pliegues extremidad inferior de los jugadores de balonmano mexicanos**

Posiciones	Pliegues extremidad inferior (mm)	
	Muslo medial	Pantorrilla medial
General n=9	9.05±3.06	5.72±2.79
Lateral	10±7.0	5.83±1.6
Extremo	6.5±0.70	3.5±0.70
Central	6.75±2.47	4
Pivot	11	12
Portero	14	7

#### 4.1.2.1 Somatotipo

El somatotipo medio para los 9 balonmanistas mexicanos analizados en este estudio es de 3.4 – 5.1 – 2.3 representativo de un biotipo endo-mesomorfo, con predominio del componente músculo esquelético.

Por otro lado, en la tabla 17 se aprecia el biotipo correspondiente a cada uno de los jugadores según posición de juego: extremos, laterales, centrales, pivot y portero.

**Tabla 17. Biotipo correspondiente a cada jugador balonmanista mexicano**

<i>Jugador/posición</i>	<i>Somatotipo</i>			<i>Biotipo</i>
	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo	
<i>1/Lateral</i>	3.1	5.6	1.7	Endo-mesomorfo
<i>2/Lateral</i>	3.0	6.9	1.4	Endo-mesomorfo
<i>3/Lateral</i>	2.7	4.2	3.6	Ecto-mesomorfo
<i>4/Pivot</i>	4.0	5.6	1.3	Endo-mesomorfo
<i>5/Extremo</i>	2.1	2.8	4.9	Meso-ectomorfo
<i>6/Extremo</i>	2.2	6.3	2.6	Mesomorfo – balanceado
<i>7/Portero</i>	7.1	4.5	1.5	Meso-endomorfo
<i>8/Central</i>	2.8	5.5	2.3	Mesomorfo – balanceado
<i>9/Central</i>	2.1	4.9	2.7	Ecto – mesomorfo.

La media posicional del somatotipo (SAM), nos indica cuan homogéneo es el grupo. A partir de un análisis tridimensional, se puede determinar la distancia entre un somatotipo individual y el somatotipo medio correspondiente a su grupo. A mayores valores, menor es la homogeneidad de un grupo. Siguiendo las recomendaciones de Heath Carter, podemos definir 3 niveles de homogeneidad: distancia elevada ( $SAM \geq 1,0$ ); distancia moderada ( $SAM = 0,80-0,99$ ), y distancia reducida ( $SAM \leq 0,79$ ). Según los resultados obtenidos en nuestro estudio se puede observar que la población de jugadores mexicanos tiene un SAM de 0.97, lo cual indica que presentan una homogeneidad moderada.

La figura 5, muestra la ubicación del biotipo de cada jugador de la selección mexicana varonil de balonmano. La clasificación de endo-mesomorfo le corresponde a 3 jugadores, lo que significa el componente mesomorfo predomina sobre los otros dos y la endomorfia difiere en más 0.5 puntos a la ectomorfia, Estos jugadores presentan moderada adiposidad, alto desarrollo músculo-esquelético y diámetros óseos grandes.

Por otro lado, el somatotipo meso-ectomorfo corresponden a 1 jugador donde existe un bajo desarrollo músculo-esquelético y linealidad relativa moderada; menos volumen por unidad de altura (más estirado). Dos de los jugadores exhiben un somatotipo mesomorfo balanceado, es decir que no difieren por más de 0.5 puntos entre el componente endomorfo y ectomorfo, presentando un alto desarrollo músculo esquelético relativo, diámetros óseos grandes, músculos de gran volumen y articulaciones grandes.

El somatotipo meso-endomorfo le corresponde a 1 jugador y según su puntuación presenta un moderado desarrollo músculo-esquelético y una extremadamente alta adiposidad relativa, muy abundante grasa subcutánea y grandes cantidades de grasa abdominal en el tronco. Finalmente, 2 jugadores son ecto-mesomorfos, presentando moderado desarrollo músculo-esquelético relativo, mayor volumen muscular, huesos y articulaciones de mayores dimensiones; y linealidad relativa moderada, menos volumen por unidad de altura (más estirado).

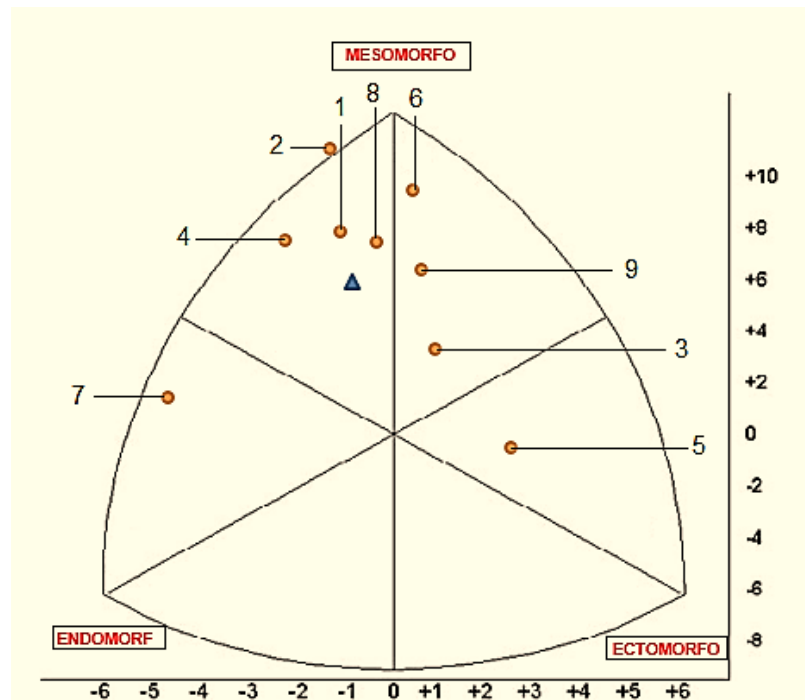


Figura 5. Ubicación del biotipo en la somatocarta de los jugadores de la selección mexicana

La tabla 18 y figura 6 muestran los componentes del somatotipo para diferentes poblaciones de balonmanistas.

Tabla 18. Biotipo correspondiente a equipos de otros países

País	Somatotipo			Biotipo
	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo	
Santiago, Chile (Rodríguez, Castillo, Tejo, & Rozowski, 2014)	2,9	5,5	2,3	Endo-mesomorfo
Estudio somatotípico en deportistas de alto rendimiento de Argentina (Lentini, Cardey, Aquilino, & Dolce, 2006)	2.6	5.0	2.3	Mesomorfo balanceado
Elite Czechoslovak Štěpnička (1972) obtenido de (Urban & Kandrác, 2013).	2.7	5.0	3.0	Mesomorfo balanceado
España equipo sub 20 (Urban & Kandrác, 2013).	1.49	4.64	2.99	Ecto-mesomorfo

Al observar el biotipo del jugador mexicano y de otros equipos internacionales de referencia hallamos que el somatotipo mesomorfo balanceado corresponde a deportistas de alto rendimiento de Argentina y del equipo elite de Checoslovaquia. Al equipo de Santiago de Chile le corresponde un biotipo endo-mesomorfo, al igual que el biotipo de nuestros jugadores, es decir que presenta baja adiposidad relativa, poca grasa y diámetros óseos grandes y músculos de gran volumen. Mientras que, al equipo de España sub 20, le que corresponde un somatotipo ecto-mesomorfo.

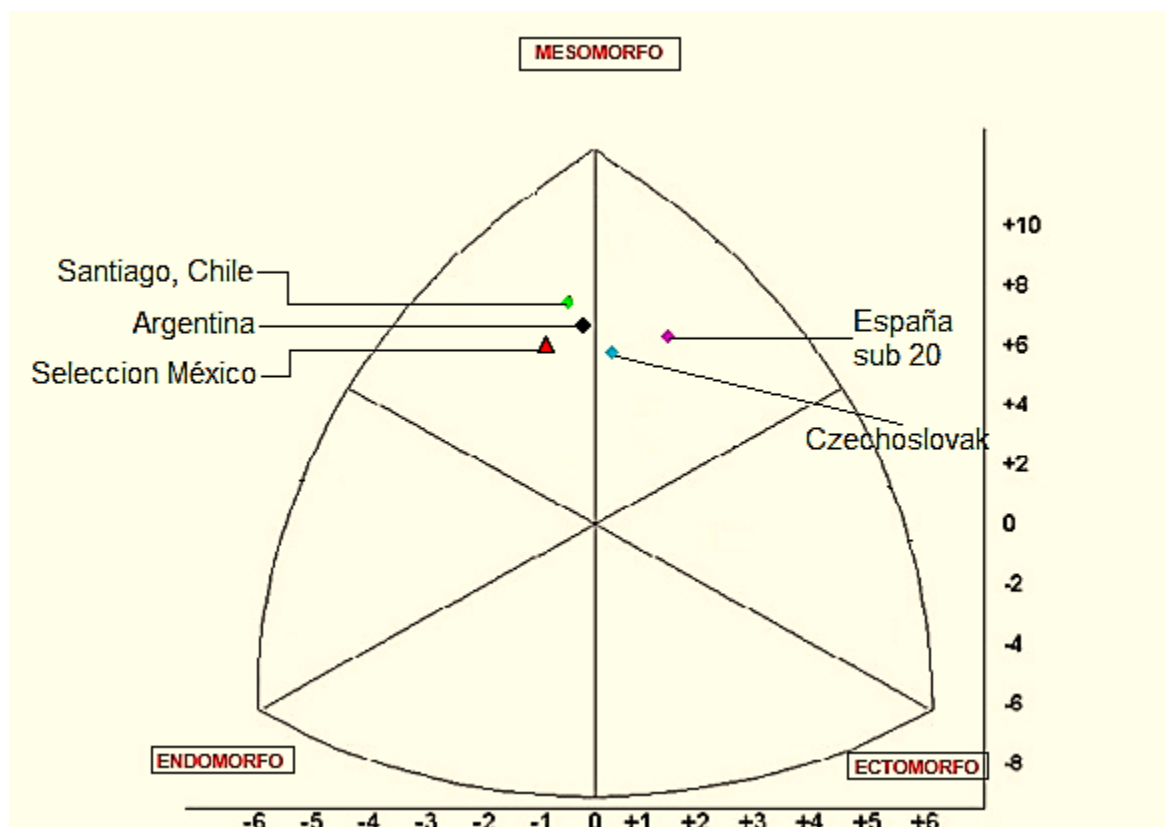


Figura 6. Ubicación del biotipo en la somatocarta del equipo de la selección mexicana y de otras selecciones de referencia

Durante el análisis del somatotipo también decidimos averiguar los resultados del mismo atendiendo a las posiciones de juego de los jugadores. Los resultados obtenidos se presentan en la (Tabla 19).

**Tabla 19. Biotipo correspondiente según la posición de del equipo mexicano**

<b>Mexicanos</b>					
<b>Posición</b>	<b>Somatotipo</b>			<b>SAM</b>	<b>Biotipo</b>
	<b>Endomorfo</b>	<b>Mesomorfo</b>	<b>Ectomorfo</b>		
<b>Central</b>	2.4	5.2	2.5	0.152	Mesomorfo balanceado
<b>Extremo</b>	2.2	4.5	3.8	0.253	Ecto-mesomorfo
<b>Portero</b>	7.1	4.5	1.5	0.226	Meso-endomorfo
<b>Pivot</b>	4	5.6	1.3	0.095	Endo-mesomorfo
<b>Lateral</b>	2.9	5.5	2.2	0.246	Endo-mesomorfo

Como se puede apreciar los centrales y los laterales presentan un somatotipo mesomórfico balanceado con predominio del componente músculo-esquelético. Los extremos exhiben un somatotipo ecto-mesomórfico con predominio del componente músculo esquelético pero con tendencia a la linealidad, es decir predominio de la altura sobre el peso corporal. Por otro lado, el pivot si bien presenta un somatotipo con predominio del componente músculo esquelético, tiende a la endomorfia como segundo componente. Finalmente, el portero destaca por el predominio del componente endomórfico indicando una clara prevalencia de la adiposidad relativa a la estatura.

Por otro lado, presentamos los resultados obtenidos en un estudio de similares características realizado por Urban et al. (2011), tabla 20 y 21.

**Tabla 20. Biotipo del equipo España según la posición**

**España** (URBAN, KANDRÁČ, & TÁBORSKÝ, 2011)

<b>Posición</b>	<b>Somatotipo</b>			<b>Biotipo</b>
	<b>Endomorfo</b>	<b>Mesomorfo</b>	<b>Ectomorfo</b>	
<b>Central</b>	1.20	4.90	3.03	Ecto-mesomorfo
<b>Extremo</b>	1.43	4.75	2.83	Ecto-mesomorfo
<b>Portero</b>	1.20	4.90	3.03	Ecto-mesomorfo
<b>Pivot</b>	2.13	5.07	1.93	Mesomorfo balanceado
<b>Lateral</b>	1.38	4.13	3.60	Ecto-mesomorfo

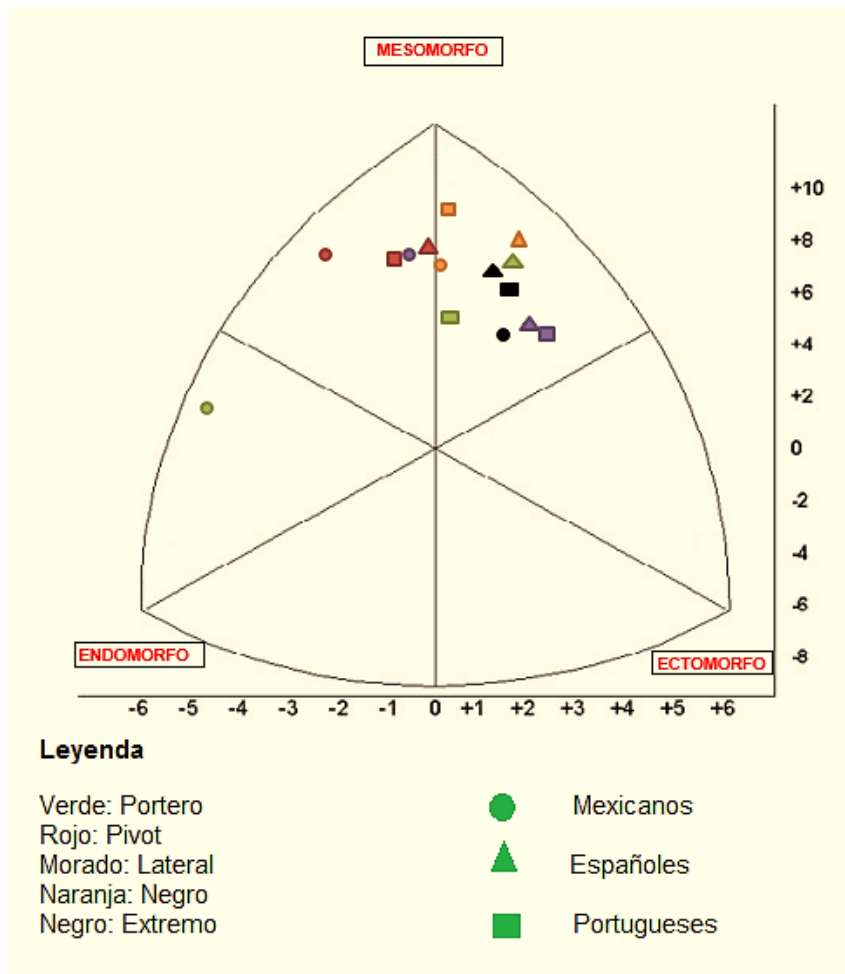
**Tabla 21. Biotipo del equipo Portugal según la posición**

**Portugal** (URBAN, KANDRÁČ, & TÁBORSKÝ, 2011)

Posiciones	Somatotipo			Biotipo
	Endomorfo	Mesomorfo	Ectomorfo	
Central	2.10	6.00	2.37	Mesomorfo balanceado
Extremo	1.25	4.47	3.03	Ecto-mesomorfo
Portero	2.50	4.45	2.75	Mesomorfo balanceado
Pivot	2.93	5.30	1.97	Endo-mesomorfo
Lateral	1.20	4.05	3.80	Mesomorfo - ectomorfo

A diferencia de lo encontrado a la posición, los mexicanos presentan 1 posición mesomorfo balanceados (central), 1 ecto-mesomorfo (extremo), 2 endo-mesomorfo (Pivot y lateral) y 1 meso-endomorfo (portero); tanto en los jugadores españoles como en los portugueses evaluados en el 20<sup>vo</sup> Campeonato europeo de balonmano del 2010 predomina el somatotipo ecto-mesomorfo y el mesomorfo balanceado. Estos valores nos indican que los jugadores mexicanos en comparación con el resto de jugadores analizados presentan unos mayores valores para la adiposidad relativa.

En la siguiente somatocarta (figura 7) se puede apreciar la ubicación del biotipo por posición de cada una de las posiciones de los jugadores mexicanos y de los países de España y Portugal. Como se puede apreciar las diferencias más notorias se encuentran entre los porteros, donde el portero mexicano presenta una adiposidad relativa a su estatura extremadamente alta.



**Figura 7. Ubicación del biotipo equipo de la selección mexicana y de otras selecciones de referencia, según posición de juego**

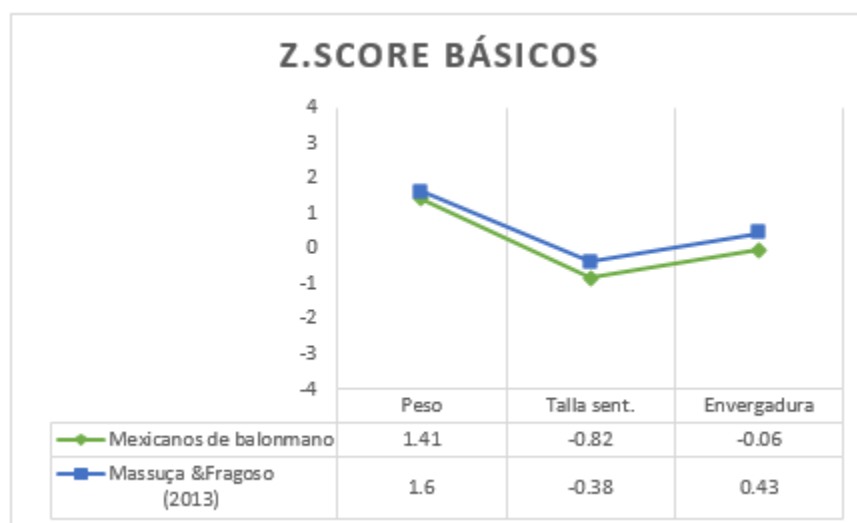
#### 4.1.2.2 Proporcionalidad “Phantom”

Los resultados obtenidos mediante el análisis de la proporcionalidad por el método phantom, se presentan mediante una tabla con los score-Z y un gráfico de dispersión.

Cabe mencionar que para poder realizar un análisis comparativo en la proporcionalidad de los jugadores se extrajeron los valores obtenidos de las medidas básicas, perímetros, diámetros y pliegues del estudio de (Massuça & Fragoso, 2013) y posteriormente se calcularon los valores Phantom.

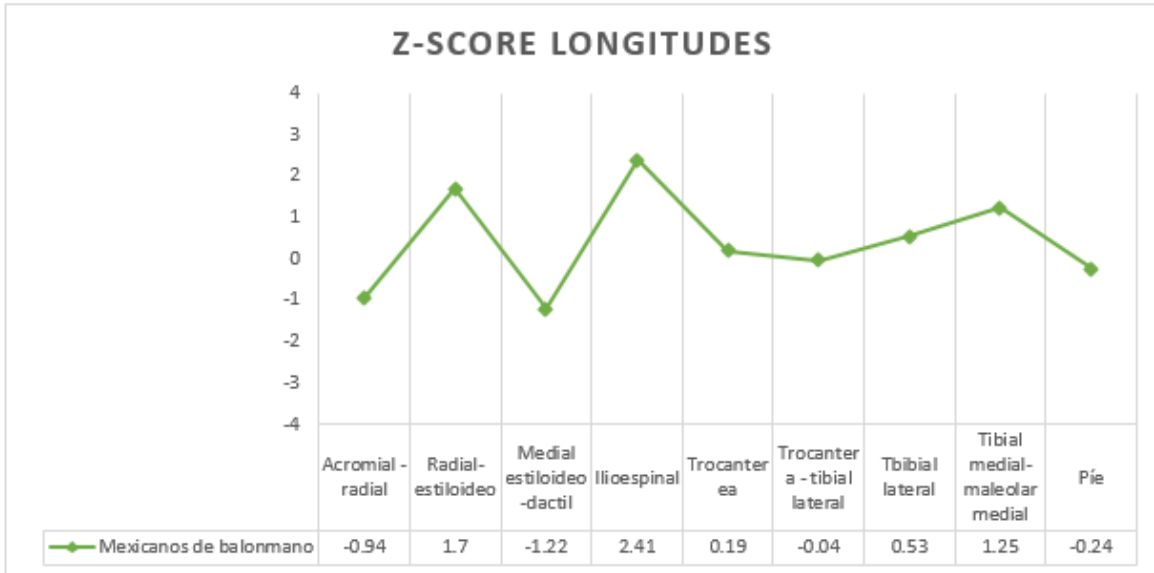


En la figura 8, se presenta el score-Z, para las medidas básicas (peso, talla sentada y envergadura). En relación a los deportistas evaluados por Massuca, los mexicanos presentan un peso proporcional a su estatura similar. Sin embargo, al analizar las otras dos variables hallamos que nuestros jugadores tienen un tronco relativamente más pequeño y una envergadura proporcionalmente más corta que los jugadores del campeonato de Lisboa.



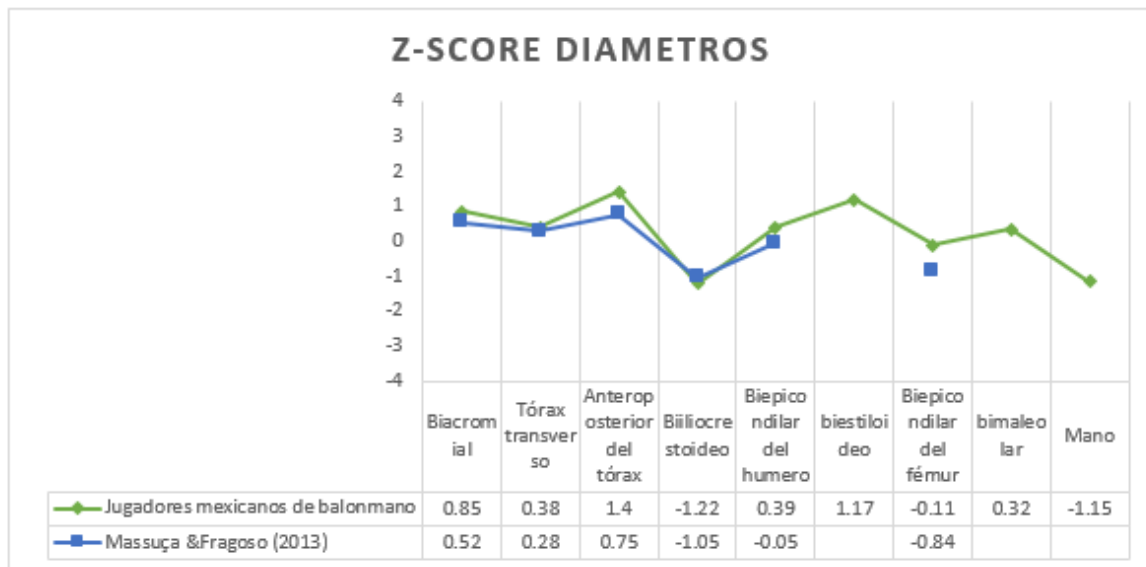
**Figura 8. Score-z para las medidas básicas. Jugadores mexicanos vs. Portugueses**

Al analizar las longitudes, observamos que los balonmanistas mexicanos presentan una altura ilioespinal proporcionalmente elevada con respecto a la estatura, con 2.41 desvíos en positivo. Por otro lado, el resto de las variables no presentan desvíos proporcionalmente destacables en relación a la estatura. (Figura 9).



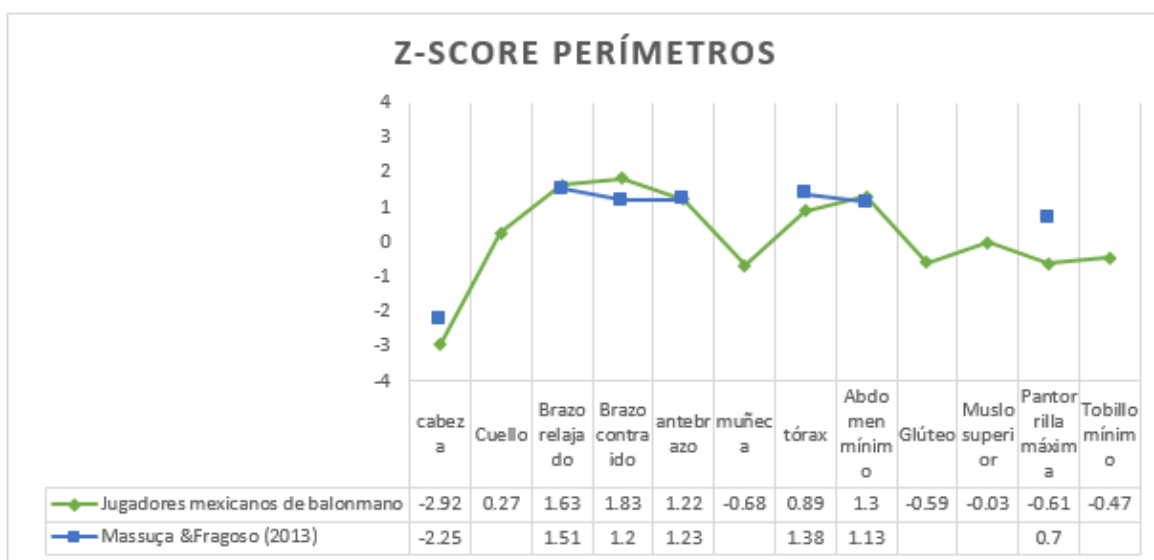
**Figura 9. Score-z para las longitudes y alturas de los jugadores mexicanos**

Como se refleja en la figura 10, si bien los deportistas mexicanos presentan diámetros óseos más pequeños o más grandes en términos absolutos que los jugadores portugueses, al analizar el score-Z advertimos que ambas selecciones presenten características proporcionalmente similares.



**Figura 10. Score-z para los diámetros óseos de los jugadores mexicanos y portugueses**

Desde el punto de vista proporcional, no hallamos grandes diferencias entre balonmanistas mexicanos y portugueses en cuanto a los perímetros musculares. La única variable que cabe mencionar es el tamaño del brazo contraído, el cual es relativamente más voluminoso para los jugadores mexicanos, 1,83 vs. 1,20 desvíos positivos, (Figura 11).



**Figura 11. Score-z para los perímetros musculares de los jugadores mexicanos y portugueses**

Cuando analizamos la proporcionalidad Phantom relacionada con los pliegues cutáneos, encontramos que los jugadores mexicano presentan pliegues proporcionalmente más elevados en comparación a los portugueses, excepto para los pliegues cutáneos del muslo y de la pierna, presentando en esa región del cuerpo una adiposidad subcutánea relativamente más baja, (Figura 12).

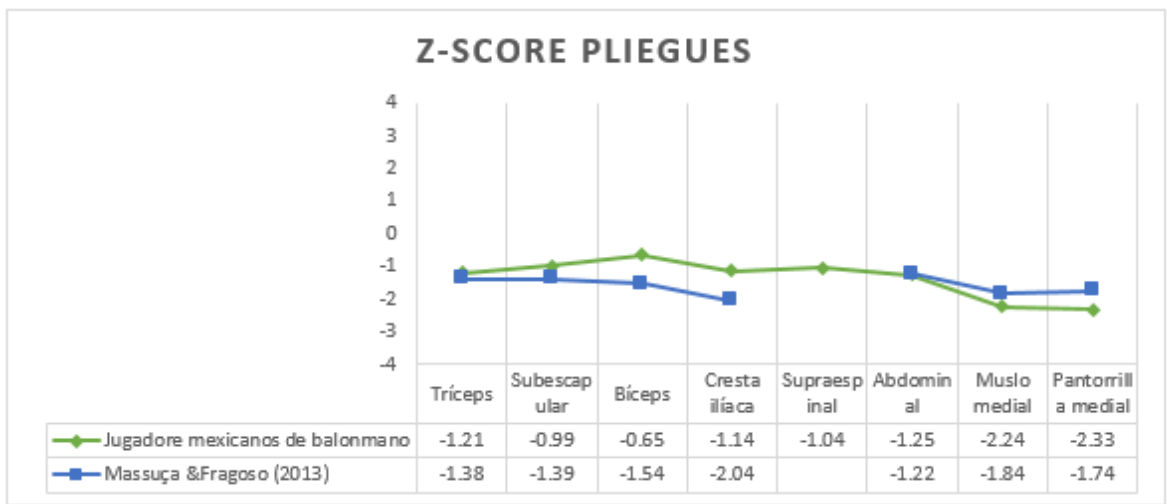


Figura 12. Score-z para los pliegues cutáneos de los jugadores mexicanos y portugueses

### Proporcionalidad phantom por posiciones

La figura 13, muestra los score-z para las medidas básicas de los jugadores mexicanos según posición de juego. El pivot y el portero presentan un peso proporcionalmente más elevado en relación a la estatura, 2.82 y 3.09 desvíos positivos, respectivamente. Por otro lado, tanto la talla de sentado como la envergadura no presentan valores proporcionalmente diferentes entre ninguno de los jugadores.

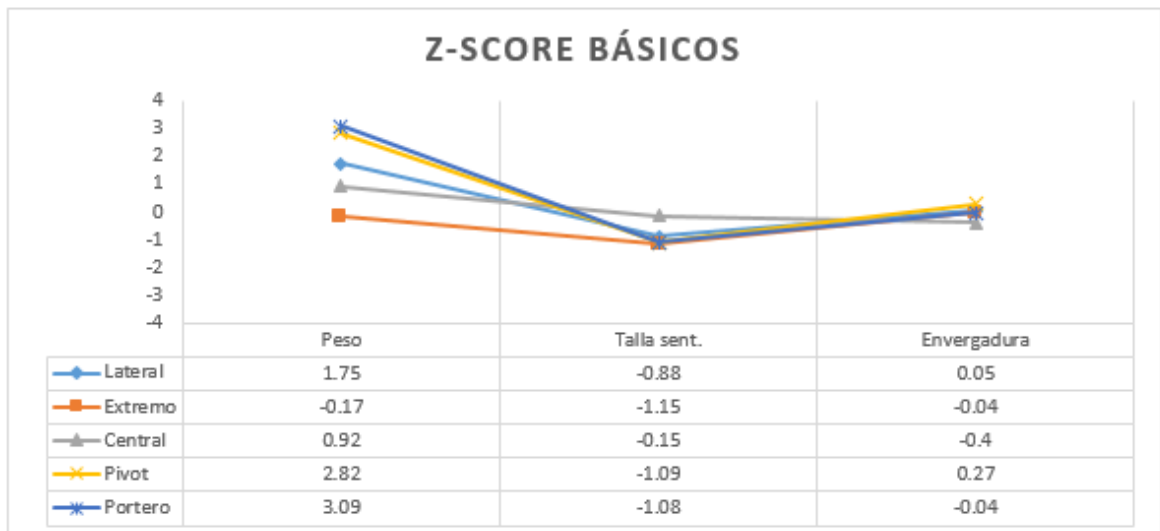
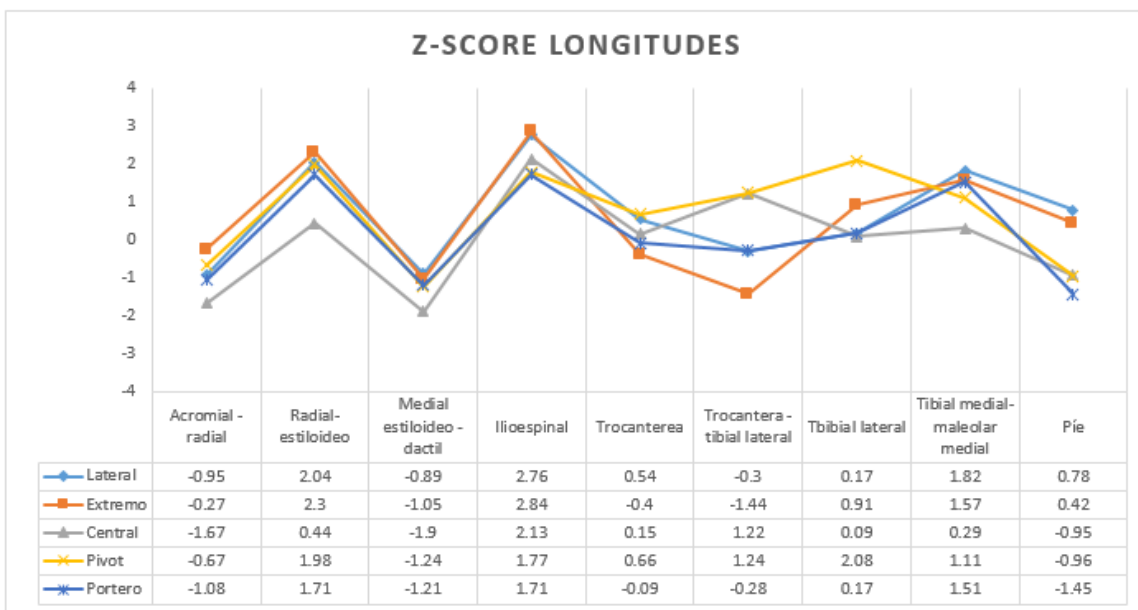


Figura 13. Score-z para las medidas básicas los jugadores mexicanos según posición de juego

En cuanto a las longitudes y alturas (Figura 14), destaca el antebrazo (radial estiloides) de los laterales que es proporcionalmente más largo al hallado en el resto de los jugadores, con 2.04 desvíos en positivo. Por otro lado, el jugador lateral, el extremo y el central presentan una altura de cadera (ilioespinal) relativamente más alta que el resto de sus compañeros, con 2.76, 2.84 y 2.13 desvíos en positivo.

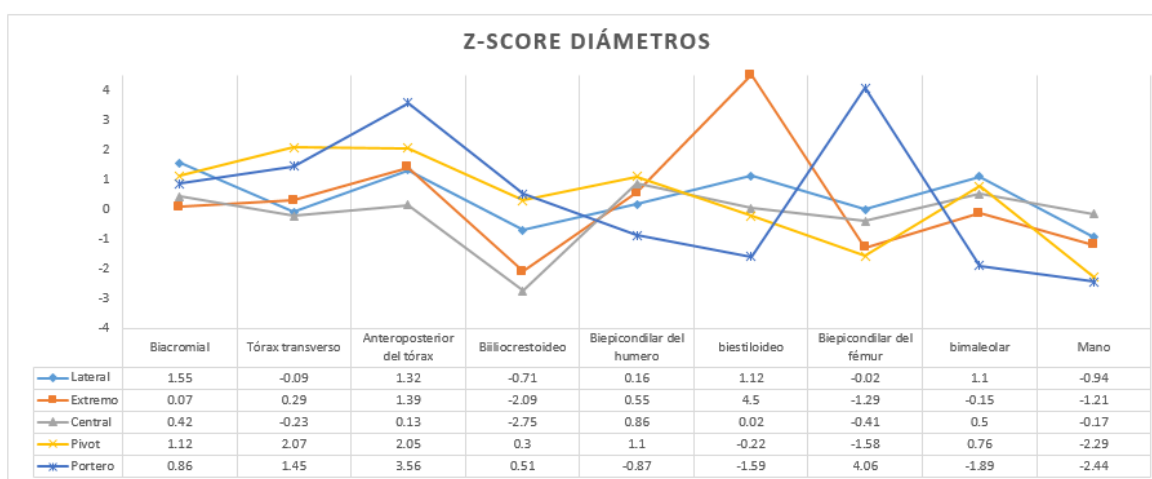
Por último, el pivot presenta una altura tibial lateral, proporcionalmente más alta a la exhibida por el resto del equipo, con 2.08 desvíos en positivo.



**Figura 14. Score-z para las longitudes los jugadores mexicanos según posición de juego**

En el phantom para los diámetros (Figura 15), destaca la anchura de la mano del portero y pivot que es proporcionalmente más chica en comparación al resto de los jugadores, con -2.44 y -2.29 desvíos en negativo. Curiosamente, en relación al diámetro biestiloideo, los extremos presentan un ancho de muñeca extremadamente mayor en relación al resto de los compañeros con 4.5 desvío en positivo. En relación a los miembros inferiores destaca el gran tamaño de la rodilla de los porteros, con un diámetro femoral de 4.06 desvíos en positivo.

Por otro lado, analizando las variables del tronco hallamos que el jugador pivot destaca con 2.07 desvíos en positivo en lo que respecta al diámetro transversal del tórax, presentando un tórax relativamente más ancho en el eje mediolateral. Por su parte, el pivot y el portero presentan un diámetro anteroposterior relativamente mayor al resto de sus compañeros de juego con 2.05 y 3.56 desvíos en positivo, indicando la presencia de un tórax más ancho en torno al eje anteroposterior. Finalmente, si atendemos a la cadera, observamos que tanto el extremo como el lateral exhiben unas caderas proporcionalmente pequeñas en relación a su estatura, con desvíos en negativo de -2.09 y -2.75.



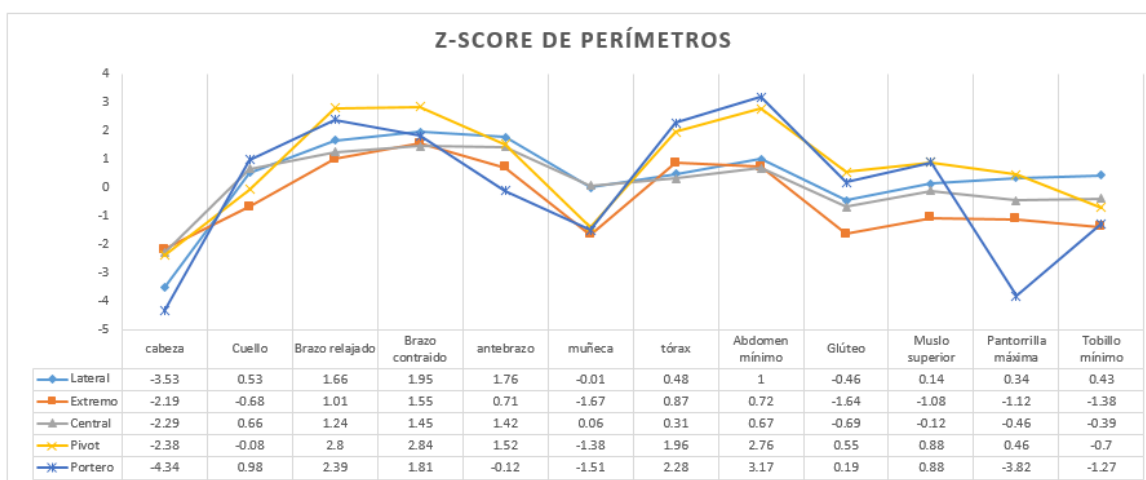
**Figura 15. Score-z para los diámetros los jugadores mexicanos según posición de juego**

La figura 16 muestra el Z-Score de los perímetros por posiciones de juego de los mexicanos. Los porteros y los laterales presentan un perímetro de cabeza relativo a la estatura más pequeño en relación a sus compañeros, aunque como se puede observar todos los jugadores exhiben una cabeza proporcionalmente chica a su estatura.

Al observar las variables del brazo detectamos que el brazo relajado tiene un score-z de 2.8 desvíos en positivo para el pivot y de 2.39 desvíos en positivo para el portero, lo que indica que tienen un brazo proporcionalmente más voluminoso en comparación al resto de los jugadores. Para el brazo contraído hallamos 2.84 desvíos en positivo para el pivot, indicando que este jugador tiene más capacidad proporcional de contraer la musculatura del bíceps que el respecto de compañeros.

Por otro lado, el perímetro del pecho del portero es proporcionalmente mayor en relación a los demás jugadores con 2.28 desvíos en positivo, lo mismo que el volumen del abdomen con 3.17 desvíos en positivo. De la misma forma el pivot presenta un abdomen proporcionalmente voluminoso con 2.76 desvíos en positivo.

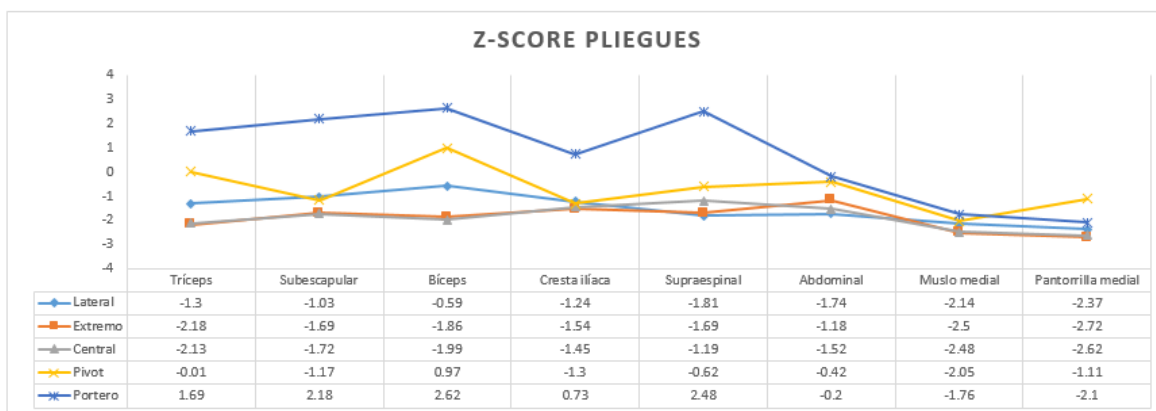
Finalmente, destacan las proporciones de la pantorrilla máxima del portero el cual presenta -3.82 desvíos en negativo, indicando que la musculatura en dicha región es proporcionalmente menor si la comparamos con los jugadores de las demás posiciones de juego.



**Figura 16. Score-z para los perímetros los jugadores mexicanos según posición de juego**

Para analizar a los pliegues podemos observar la figura 17, donde se puede apreciar en la variable del tríceps desvíos en negativo para el extremo y el central -2.18 y -2.13. El pliegue subescapular, supraespinal y biceps presentan desvíos positivos de 2.18, 2.48 y 2.62 para el portero, indicando un predominio proporcional de tejido adiposo subcutáneo en la región del tronco y del brazo.

En cuanto a la región de la pierna (muslo medial y pantorrilla medial), todos los jugadores presentan una adiposidad subcutánea baja en proporción a la estatura. Aunque en menor medida para la pantorrilla medial del pivot y el muslo medial del portero.



**Figura 17. Score-z para los pliegues de los jugadores mexicanos según posición de juego**

#### 4.1.2.3 Proporcionalidad y Performance

##### Índices de extremidad

Lo que respecta a los índices de extremidades (Tabla 22) obtenemos en la longitud de extremidad superior media una denominación de mesobraquial es decir que las extremidades son intermedias al igual que para los de la posición de extremo. Por otro lado, a las posiciones de lateral, central, pivot y portero le corresponde la denominación de braquibraquial, es decir extremidades cortas. Lo correspondiente al índice de longitud inferior tenemos una denominación media (general) y para todas las posiciones de macroesqueletico, es decir que son de extremidades inferiores largas.

Analizando el penúltimo índice de extremidades, el índice braquial obtuvimos para todos los balonmanistas mexicanos la denominación de macrápico, es decir que tienen el antebrazo largo (superior a 83).



Por último el índice crural presenta una media de 93.57 puntos, indicando que tienen la pierna relativamente larga en relación al muslo.

**Tabla 22. Índices de extremidades**

Índices de extremidades				
General/ posiciones	Longitud extremidad superior	Índice braquial	Índice crural	Longitud extremidad inferior
General	45.26	91.54	93.57	62.19
Lateral	44.84	88.58	97.66	62.91
Central	42.29	85.03	86.44	61.16
Extremo	45.64	86.49	109.92	63.04
Pivot	44.90	87.03	91.05	60.19
Portero	44.27	87.89	101.95	60.03

Indicando por otro lado los índices del tronco (Tabla 23) observamos que en el índice córmico medio (general) y para los jugadores de posición central tienen una denominación mesocórmico (tronco intermedio) mientras que los laterales, extremo, pivot y portero tienen una denominación de braquicórmico, es decir, tronco corto. El índice acromio-ilíaco medio (general) y para la posición lateral, central, extremo, presenta una denominación de tronco trapecoidal (tronco ancho); mientras que, para los pivot y portero el tronco tiene una clasificación de intermedio (tronco medio) indicando una forma más rectangular.

Por último, la envergadura relativa media para el equipo y para los laterales, extremos, pivot y portero es superior a 100 cm, indicando que los jugadores mexicanos tienen una envergadura ligeramente elevada en relación a la estatura lo que se presenta como una ventaja desde el punto de vista biomecánico.

**Tabla 23. Índices del tronco**

Índices del tronco			
General/ posiciones	índice Córmico	Índice acromio- iliaco	Envergadura
General	51.54	68.55	101.05
Lateral	50.49	67.20	101.51
Central	52.44	61.89	99.52
Extremo	49.83	66.00	101.08
Pivot	49.94	73.03	102.44
Portero	49.97	74.88	101.08

#### 4.1.2.3. Composición Corporal

- Fraccionamiento en 5 componentes (D. Kerr)

En la tabla 24 se muestra el peso corporal total medio de los balonmanistas mexicanos, y el fraccionado del mismo en las cinco masas corporales que lo componen, expresadas en media y desvió estándar.

**Tabla 24. Peso corporal fraccionado en cinco masas. Jugadores mexicanos**

Masas	Peso total medio	Muscular	Adiposa	Ósea	Residual	Cutánea
Kg para cada masa	87.29±14.36	41.76±5.19	21.40±7.26	9.73±2.06	10.14±1.96	4.27 ±0.38
% para cada masa	-	48.28	24.08	11.09	11.60	4.95

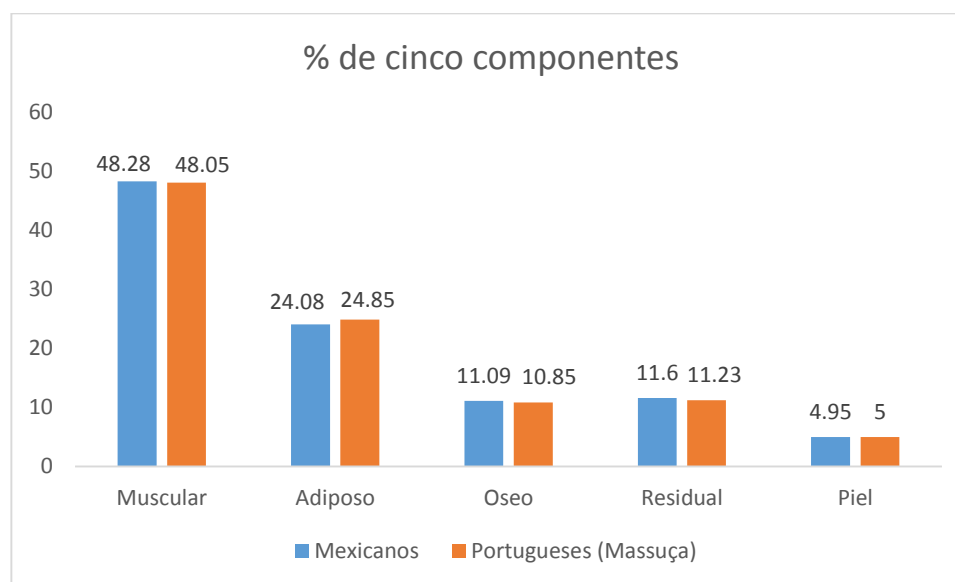
En relación a la bibliografía hallada, Massuça & Fragoso, (2013) presentan el fraccionamiento del peso corporal en masas para los jugadores más exitosos de Lisboa, Portugal (Tabla 25).

**Tabla 25. Peso corporal medio y fraccionamiento de masas. Jugadores exitosos de Lisboa, Portugal**

Masas	Peso total medio	Muscular	Adiposa	Osea	Residual	Cutánea
Kg para cada masa	86.07	41.36±4.81	21.39±5.95	9.34±1.18	9.67±1.46	4.31±0.27
% para cada masa	-	48.05	24.85	10.85	11.23	5.0

Como se aprecia en las tablas anteriores no existen diferencias entre los cinco compartimentos representados en kg para los jugadores mexicanos y los jugadores portugueses (Massuça & Fragoso, (2013).

Otro de los estudios hallados Ilić, Macura, & Ranisavljev (2011), presenta un porcentaje de grasa corporal (%GC) de 13.6±5.86 %, pero lamentablemente estos datos no los podemos comparar con nuestro estudio ya que sólo refleja la grasa determinada por el método bioquímico de dos componentes que no hemos utilizado en nuestro estudio y los autores no indican a través de qué formula lo han estimado



**Figura 18. Composición corporal del balonmanista mexicano y portugueses**

A continuación se hace referencia a los resultados del fraccionamiento de masas por posiciones de juego del mexicano, respecto al peso corporal total de cada posición se

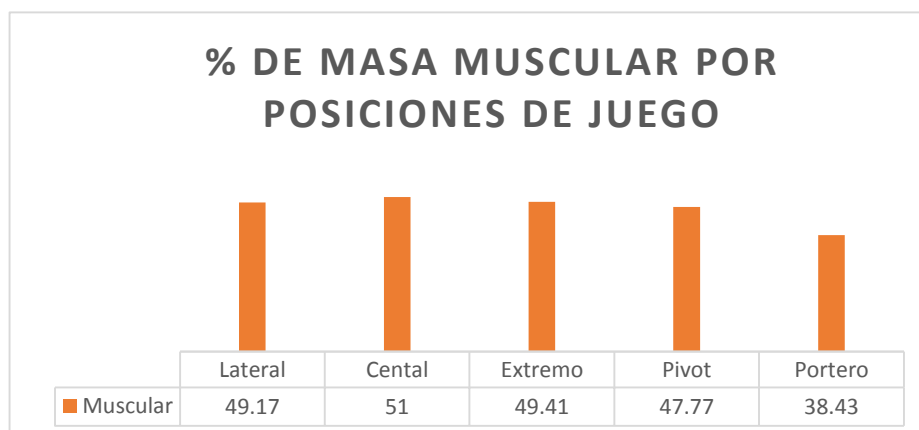
muestra la figura 19 en donde se aprecia que la posición portero tiene un peso de 113.75 kg, pivot 105.8 kg, extremo 71.9 kg, central 76.89 kg y lateral 89.52 kg.



**Figura 19. Peso corporal total por posición de juego**

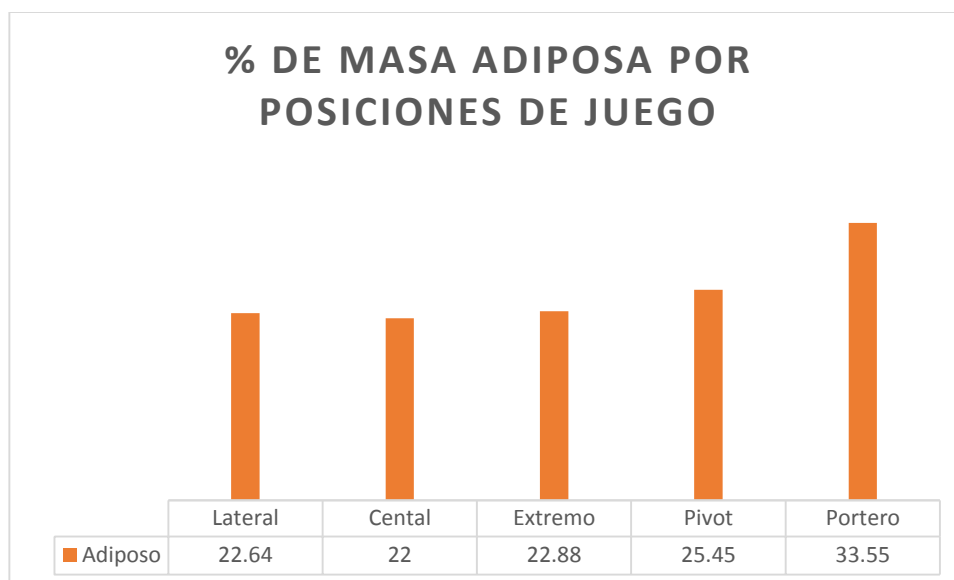
A continuación se hace referencia a los resultados del fraccionamiento de masas por posiciones de juego del mexicano.

Se puede apreciar en la figura 20 que la posición central presenta 51% de muscular, por otro lado el portero obtiene menor porcentaje de masa muscular 38.43%. Se puede considerar que no existe mucha deferencia en las posiciones lateral, central, extremo y pivot sin embargo, el portero mexicano presenta menor porcentaje muscular.



**Figura 20. % de masa muscular según posición de juego de los mexicanos**

Por otro lado haciendo referencia al % se aprecia en la figura 21 la posición que presenta menor tejido adiposo es el central con 22% mientras que el portero presenta un 33.55% por lo que existe una gran diferencia entre las otras posiciones de juego al respecto. Otros estudios como el de Ramos & et al (2014), muestran, el % GC por el método de dos componentes mediante el Inbody 720 y el software Lookin'Body 3.0. Los valores para los laterales es de  $11.27\pm 3.39\%$ , para los extremos y el central de  $13.24\pm 3.69\%$ , para el pivot  $12.93\pm 7.45\%$  y para el portero  $18.67\pm 2.57\%$ . Nuevamente, no pudimos realizar una comparación por no contar con el mencionado software. No obstante, se puede apreciar es que en este estudio los laterales obtuvieron menor % de GC y en nuestro estudio fueron los centrales. Por otro lado, el mayor porcentaje graso en el estudio de Ramos et al. es para portero coincidiendo con nuestro estudio.. Por otro parte, Hasan, Rahaman, Cable, & Reilly (2007) estiman en la posición del extremo un valor de masa grasa de  $10.4\pm 2.6\%$ , para el central un  $10.8\pm 3.3\%$  y para el portero un  $10.5\pm 3.3\%$  en este caso el central tiene un % graso ligeramente mayor y los extremos un porcentaje menor.



**Figura 21. % de masa adiposa según posición de juego de los mexicanos**

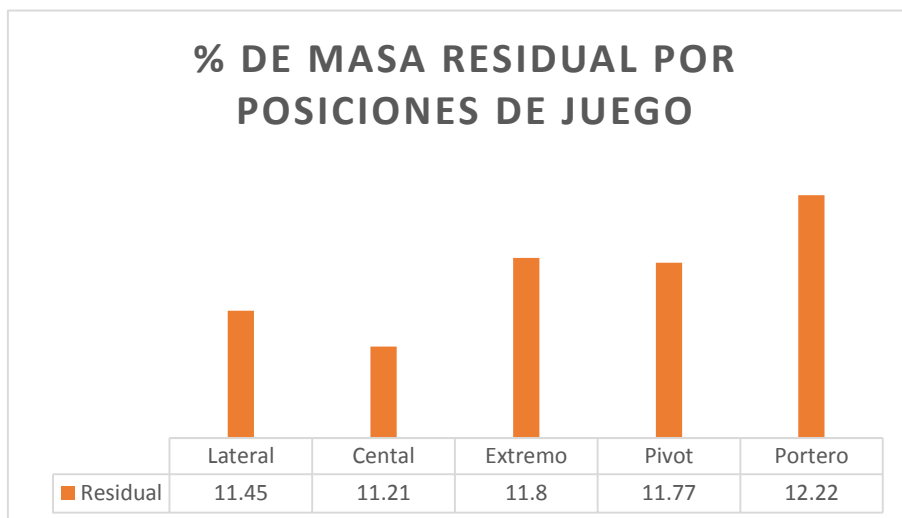
La figura 22, presenta la masa ósea representada en % para cada una de las posiciones de la selección de balonmano.

Los mayores porcentajes para la masa ósea son para los laterales 11.82% y el menor para el central con 10.49%. De acuerdo al estudio de Ilić, Macura y Ranisavljev (2011) en serbios se estimó un porcentaje óseo con Tanita TBF / 531 de  $16.20 \pm 0.40\%$  para los porteros,  $17.27 \pm 0.89\%$  para los extremos, de  $16.60 \pm 0.93\%$  para el central y los laterales y de  $16.45 \pm 1.50\%$  para el pivot. Desafortunadamente dicho estudio no menciona la fórmula utilizada para la estimación de estos porcentajes por ende no es posible hacer la comparación exacta con nuestro estudio. Sin embargo, podemos apreciar que los extremos de Ilić et al. presentan mayor porcentaje óseo a diferencia de los laterales mexicanos, mientras que el portero y el central mexicanos presentan un menor % que los jugadores serbios.



**Figura 22. % de masa ósea según posición de juego de los mexicanos**

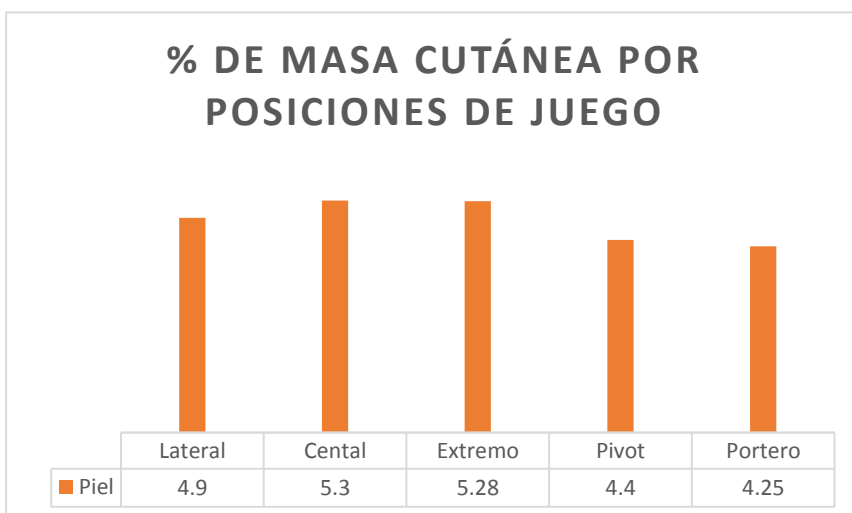
La masa residual por posiciones de juego se muestra en la figura 23 en porcentaje. La posición central presenta menor % de masa residual a diferencia del portero que presenta mayor % que todas las posiciones de juego. Para este compartimento ha sido difícil hacer una comparación bibliográfica por la falta de información.



**Figura 23. % de masa residual según posición de juego de los mexicanos**

Para culminar con la composición corporal de cinco compartimentos se aprecia en la figura 24 la masa cutánea en porcentaje por posiciones de la selección mexicana.

En este caso la posición del portero presenta menor porcentaje de piel 4.25% con respecto al mayor 5:30 % del central. De la misma manera no fue posible su análisis con otras referencias.



**Figura 24. % de masa cutánea según posición de juego de los mexicanos**

## CAPÍTULO V. CONCLUSIÓN



A nivel mundial existen pocos datos morfológicos de los atletas de esta disciplina deportiva. En México, no existen registros al respecto, lo que motivó la iniciación de este proceso evaluativo con el fin de poder caracterizar morfológicamente a nuestros jugadores de balonmano mexicanos y compararlos con los del resto del mundo. Por ello, el propósito de esta investigación fue determinar las características cineantropométricas de la selección mexicana de balonmano varonil de 2015. Los resultados obtenidos se compararon con los pocos datos disponibles en la literatura sobre estas selecciones a nivel mundial.

La descripción morfológica revela las siguientes características para los 9 jugadores de balonmano evaluados:

- La edad media de edad los jugadores es de  $23.22 \pm 1.09$  años.
  - La media de la talla de los jugadores mexicanos es de  $184.57 \pm 6.55$  cm, de peso  $83.33 \pm 13.24$  kg, y de envergadura  $186.51 \pm 7.62$  cm, superando la talla en 2 cm.
  - La masa muscular es de 48.28% de su peso total. La masa adiposa es de 24.08%, la masa ósea 11.09%, la masa residual 11.60% y la masa cutánea de 4.95%. El somatotipo de nuestros jugadores es endo-mesofórfico (3.4 – 5.1 – 2.3). En cuanto a los índices corporales generales podemos considerar a estos atletas de tronco intermedio, extremidades superiores intermedias, antebrazo largo, tronco trapezoidal y envergadura levemente superior a su estatura. Por lo que concierne al índice braquial en todas las posiciones de juego los jugadores presentaron la denominación de macropico, es decir, de antebrazo largo, el índice crural indica que tienen la pierna relativamente larga en relación al muslo.
- ✓ Al analizar los datos obtenidos en la selección nacional y por posiciones de juego hallamos:
- El portero presenta una talla de 192.9 cm, un peso de 103.3 kg y envergadura de 195 cm, el lateral una talla de  $186.86 \pm 4.95$  cm, un peso de  $87.36 \pm 3.18$  kg y una envergadura de  $189.7 \pm 5.47$ , el central una talla de  $180.65 \pm 3.88$  cm, un peso de  $77 \pm 7.07$  kg y una envergadura de  $179.8 \pm 3.39$ , el extremo una talla de  $179 \pm 9.33$  cm,

un peso de  $63.3 \pm 0.42$  kg y envergadura de  $180.95 \pm 9.82$ , y finalmente, el pivot una talla de 188.4 cm, un peso de 98.3 cm y una envergadura de 193 cm.

- El somatotipo para nuestros jugadores centrales es 2.4 – 5.2 – 2.5, para los extremos 2.2 – 4.5 – 3.8, para el portero 7.1 – 4.5 – 1.5, para el pivot 4.0 – 5.6 – 1.3 y para los laterales 2.9 – 5.5 – 2.2.
- Los índices corporales por posiciones presentan que el central tiene tronco intermedio, mientras que los laterales, extremo, pivot y portero presentan tronco corto por ende es una desventaja para la práctica de este deporte, desde el punto de vista biomecánico. Para la extremidad superior los extremos presentan extremidades intermedias mientras que los laterales, central, pivot y portero extremidades cortas, sin dudar alguna la extremidad superior presenta una desventaja y sobre todo para los porteros ya que al presentar una extremidad corta tiene una desventaja para abarcar más espacio en la portería, como también a los laterales es una desventaja porque favorece biomecánicamente y físicamente al lanzamiento del balón desde distancias superior a los 9 metros. Por otro lado, todos los jugadores de las diferentes posiciones presentan el antebrazo largo. En lo que cabe al tronco es trapezoidal para los jugadores de posición lateral, central, extremo y los jugadores pivot y portero presentaron un tronco intermedio. Por último, los laterales, extremos, pivot, portero presentan una envergadura proporcionalmente más larga que su talla, mientras que para el central se queda ligeramente corta, la envergadura favorece a las distintas posiciones sin embargo el central se queda ligeramente corto respecto a los demás.
- ✓ Al analizar los datos obtenidos en la selección nacional y por posiciones de juego en relación a los extranjeros se observó que:
  - La selección mexicana evaluada presento menor peso corporal y menor talla de pie y envergadura que los de referencias.
  - Por otro lado, el portero presenta un mayor peso corporal y una talla de pie similar a las referenciadas. Sin embargo, los jugadores lateral, central, extremo y pivot presentan valores bajos en talla de pie y de peso que los de referencias.

- El biotipo de la selección de estudio corresponde a un endo-mesomorfo es decir que tiende a ser más endomorfo en comparación a los estudios de referencia que tienden a ser mesomorficos balanceados.
- En lo que corresponde a posiciones de juego, el biotipo para el central es mesomorfo balanceado coincidiendo con el biotipo de jugadores de Portugal mientras que los centrales de España responden al biotipo de ecto mesomorfo. Los extremos mexicanos atañen al biotipo ecto-mesomorfo coincidiendo con las referencias de España y Portugal. El portero mexicano responde a un meso-endomorfo no coincidiendo con las referencias de España y Portugal. El pivot coincidió con la referencia de Portugal con un biotipo endomesomorfo pero no con el biotipo del jugador español que es un mesomorfo balanceado. Los laterales por su parte, son endo mesomorfos no coincidiendo con las referencias de España y Portugal.
- En el compartimento de 5 componentes arrojó valores en kg de masa muscular similares al estudio de Massuca & Fragoso (2013) de igual forma sucede con la masa adiposa. Sin embargo, es preciso mencionar que el portero fue la posición donde se obtuvo un menor porcentaje de masa muscular y un mayor porcentaje de masa adiposa.

## PROPUESTA FUTURA

Finalmente, se deja abierta la propuesta de investigación, de las diferencias en las proporciones de los segmentos corporales a partir de la disciplina en la cual se destaquen los jugadores de balonmano. Y la relación existente entre las extremidades y la biomecánica de los lanzamientos y el salto, para que pueda ser objeto de futuros estudios, dado que el tamaño de la muestra en el presente estudio no lo ha permitido.

## LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Durante la indagación por las bases de datos para la estructuración de la justificación y la discusión nos encontramos con poco material actualizado y completo.

Por otro lado, analizar y comparar la proporcionalidad phantom así como el compartimento de cinco componentes fue prácticamente imposible por la falta de bibliografía que abarquen estas dos categorías de análisis.

# *ANEXOS*



Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Organización Deportiva

**Características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano**

LEFD. Jose Omar Lagunes Carrasco

Consentimiento Informado

Sr.: \_\_\_\_\_ firma: \_\_\_\_\_

Se le extiende una invitación a participar en el proyecto titulado “características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano” el propósito de este estudio fue “determinar las características cineantropométricas de la selección mexicana varonil de balonmano con el fin de obtener un perfil antropométrico para cada una de las posiciones de juego”. Se me ha explicado a detalle el objeto de mi cooperación y al aceptar participar en este proyecto de investigación los resultados obtenidos serán manejados de forma confidencial y que en ningún momento se violara mi privacidad. Entiendo también que el análisis de mis registros durante este estudio no implica ningún costo extra para mí y que los gastos serán absorbidos por el investigador, así entiendo que los resultados obtenidos podrán ser publicados en revistas de divulgación científica.

Entiendo que estoy en mi derecho de solicitar cualquier aclaración o información acerca de la investigación en cualquier momento del desarrollo de la misma y que estoy en libertad de retirarme de este estudio en el momento que desee.

Testigo 1: \_\_\_\_\_ Testigo 2: \_\_\_\_\_

Nombre y firma

Nombre y firma

## Referencias

- Behnke, A., & Wilmore, J. (1974). Evaluation and regulation of body build. *Englewoods Clifs. New Jersey. Prentice Hall Inc.*
- Bennett, K., & Osborne, R. (1986). Interobserver measurement reliability in anthropometry. *Human Biol.*, 58, 5, 572-760.
- Bezerra, E., & Simão, R. (2006). Características antropométricas de atletas adultos de handebol. *Fitness & Performance Journal*, v.5, n° 5, 318-324.
- Carter, L. (1980). *The Heath- Carter somatotype method*. San Diego: University Press.
- Clarys, J. (1984). Gross Tissue Weights in the Human Body By Cadaver Dissection. *H Biology*, Vol 56, n°3, 459-473.
- Cressie, C., Withers, T., & Craig, P. (1986). Statical analysis of somatotype date. *Yearbook of physical anthropology*, 29,, 197-208.
- Daza, J. (2007). *Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano*. Bogotá: Editorial medica panamericana.
- Diccionario paidotribo de la actividad física y el deporte. (1999). Paidotribo Ed.
- Esparza, F. (1993). Manual de cineantropometría. Pamplona: (GREC) FEMEDE.
- Eston, R., & Reilly, T. (2009). *Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. tests, procedures and data*. USA and Canada: Routledge.
- Forbes, G. (1987). Human Body Composition (Growth, Aging, Nutrition and activity). *New York:Springer-verlag*.



- Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of world- class elite handball players according to the playing position: reports from men's handball world championship 2013. *journal of human kinetics*, 213-220.
- Hasan, A. (2007). ANTHROPOMETRIC PROFILE OF ELITE MALE HANDBALL PLAYERS IN ASIA. *Biology of Sport.Vol. 24 No1.*, 3-12.
- Heath, B., & Carter, L. (1990). Somatotyping: development and implications. *cambridge studies in biological anthropology (volume 5).*, Cambridge University press.
- Herrero, Á. (2004). CINEANTROPOMETRÍA: COMPOSICIÓN CORPORAL Y SOMATOTIPO DE FUTBOLISTAS QUE DESARROLLAN SU ACTIVIDAD EN LA COMUNIDAD DE MADRID. Madrid: UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. ISBN: 978-84-692-0150-3.
- Holways, F. (2002). La Composición Corporal. Mitos y presunciones científicas. *Bs. As.*, 1-4 (artículo sin publicar).
- Ilić, V., Macura, M., & Ranisavljev, I. (2011). PROFILE OF YOUNG ELITE HANDBALL PLAYERS ACCORDING TO PLAYING POSITIONS. *Original scientific paper UDC:796.322.085*, 71-77.
- Katch, F., & McArdle, W. (1990). Parte II: Composição Corporal e controle de peso. Avaliação de la Composição Corporal. Nutrição, controle de peso e exercício. *Río de Janeiro, MEDSI*, 127-150.
- Kerr, D. (1988). An anthropometric method for fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses, in males and females age 6 to 77 years. M.Cs. in Kinesiology. Tesis, University, British Columbia, Canada.
- Keys, A., & Brozek, J. (1953). Body fat in adult man. *Physiol. Physiol. Rev.*, 33, 245-325.

- Lentini, N., Cardey, M., Aquilino, G., & Dolce, P. (2006). *Estudio Somatotípico en Deportistas de Alto Rendimiento de Argentina*. Obtenido de PubliCE Standard.: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/estudio-somatotipico-en-deportistas-de-alto-rendimiento-de-argentina-738>
- León, M., Valero, M., & Moreno, J. (1996). Métodos de análisis de la composición corporal. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 3, 2:, 33-43.
- Marques, M., & Cols. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *Int J Sports Physiol Perform*, 414–422.
- Marques, M., & González-Badillo, J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res*, 563–571.
- Martin, A. (1991). Variability in the Measures of Body Fat. *Sports Medicine* 11 (5), 277-288.
- Martínez, J., & Urdampilleta, A. (2012). Protocolo de medición antropométrica en el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 17, N° 174*, 1-1.
- Massuça, L., & Fragoso, I. (2013). A multidisciplinary approach of success in team-handball. *Apunts Med Esport*; 48(180), 143-151.
- Mohamed, H. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *J Sports Sci*, 257–266.
- Norton, K., & Olds, T. (1996). *Anthropometrica*. Australia: Kevin Norton y Tim Olds.
- Norton, K., & Olds, T. (2000). *Antropométrica*. Rosario. Argentina: Edición en español: Mazza, J. Ed. Biosystem Servicio Educativo.

- Póvoas, S. (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*, 3365–3375.
- Ramos, D., & Cols. (2014). Body Composition Features in Different Playing Position of Professional Team Indoor Players: Basketball, Handball and Futsal. *Int. J. Morphol.*, 32(4);, 1316-1324.
- Rodríguez, E. (2004). Estudio morfológico de gimnastas masculinos de la selección nacional de la República de Argentina. Universidad Nacional de San Martín.
- Rodríguez, M., & Martín, I. (2010). Estudio cineantropométrico en jugadores de baloncesto de categoría alevín. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 15, N° 149*, 1-1.
- Rodríguez, X., Castillo, O., Tejo, J., & Rozowski, J. (2014). Somatotipo de los deportistas de alto rendimiento de Santiago, Chile. *Rev Chil Nutr Vol. 41,*, 29-39.
- Ross, W. D., De Rose, E., & Ward, R. (1988). Antropometry applied to sports medicine. . *The olimpic book of sports medicine, VI of the encyclopedia of sports medicine an international olimpic committee publication. 6*, 233-265.
- Ross, W., & Marfell-Jones, M. (1991). Kineanthropometry. Physiological testing of the high-performance athlete. *H. H. Kinetics. Campaign, IL.*, 223-308.
- Seidler, R., Bo, J., & Anguera, J. (2012). Neurocognitive Contributions to Motor Skill Learning: The Role of Working Memory. *Journal of Motor Behavior*, 445–453.
- Sibila, M., & Pori, P. (2009). Position-related differences in selected morphological body characteristics of top-level handball players. *Coll Antropol*, 1079–1086.
- Sillero, M. (2004). Teoría de la Kinantropometría. Fac. de CC. de la Act. Física y del Deporte (I.N.E.F): I.S.B.N: 84-689-0494-5.

- Sirvent, J., & Garrido, R. (2009). *Valoración antropométrica de la composición corporal*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Srhoj, V., Marinovi, M., & Rogulj, N. (2002). Position Specific Morphological Characteristics of Top Level Male Handball Players. *Coll. Antropol.* 26 , 219–227.
- Supo, J. (2011). *Seminario de Investigación Científica*.
- Urban, F., & Kandrác, R. (2013). THE EFFECT OF DEVELOPMENTAL TRENDS ON SOMATOTYPE COMPONENTS IN ELITE MALE HANDBALL PLAYERS. *Scientific Review of Physical Culture vol. 3 no.4*, 132-136.
- URBAN, F., KANDRÁČ, R., & TÁBORSKÝ, F. (Junio de 2011). *POSITION-RELATED CATEGORIZATION OF SOMATOTYPES IN TOP LEVEL HANDBALL PLAYERS*.  
Obtenido de EHF:  
[http://cms.eurohandball.com/PortalData/1/Resources/4\\_activities/3\\_pdf\\_act/CZE\\_Taborsky\\_ECh\\_W17\\_Antropometric\\_Profiles\\_-\\_Playing\\_Positions.pdf](http://cms.eurohandball.com/PortalData/1/Resources/4_activities/3_pdf_act/CZE_Taborsky_ECh_W17_Antropometric_Profiles_-_Playing_Positions.pdf)
- Vila, H., Abrales, J., & Rodríguez, N. (2009). Estudio del perfil antropométrico del jugador juvenil de balonmano en la Región de Murcia. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 80-85.
- Vila, M. (2008). CARACTERÍSTICAS CINEANTROPOMÉTRICAS Y LA FUERZA EN JUGADORES JUVENILES DE BALONMANO POR PUESTOS ESPECÍFICOS. *Archivos de Medicina del Deporte VOLUMEN XXV - N.º 125* , 167- 177.
- Wallace, C. (1997). Conditioning for Team . *Strength and Conditioning*, 19: 7-12.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *Eur J Sport Sci*, 375–386.