

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

# VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR ANTROPOMETRÍA Y BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA



## Índice

Resumen.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.Análisis de la Composición Corporal en deportistas.....	6
1.2.Información sobre la Composición Corporal.....	7
1.3.Antropometría.....	9
1.3.1. Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica.....	9
1.4.Bioimpedancia.....	33
2. JUSTIFICACIÓN.....	41
3. OBJETIVOS.....	42
4. MATERIAL Y MÉTODO.....	43
4.1.Diseño.....	43
4.2.Sujetos.....	43
4.3.Metodología.....	43
4.3.1. Recogida de datos generales.....	44
4.4.Análisis estadístico.....	55
5. RESULTADOS.....	56
5.1.Descripción de la muestra.....	56
6. DISCUSIÓN.....	64
7. CONCLUSIÓN.....	66
8. BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS.....	69

## Abreviaturas utilizadas

A	Antropometría	PT	Pliegue del tríceps
ACT	Agua corporal total	S	Sexo
BIA	Bioimpedancia eléctrica	T	Talla
BMI	Índice de masa corporal		
CC	Composición corporal		
CM	Centímetros		
DC	Densidad corporal		
E	Edad		
ET	Etnia		
G	Gramos		
GC	Grasa corporal		
IMC	Índice de masa corporal		
ISAK	Sociedad Internacional para el avance Kinantropometría		
KG	Kilogramos		
MG	Masa grasa		
MLG	Masa libre de grasa		
MM	Milímetros		
MME	Músculo esquelético		
PA	Pliegue abdominal		
PBC	Perímetro brazo corregido		
PM	Pliegue del muslo		
PMC	Perímetro muslo corregido		
PP	Pliegue de la pantorrilla		
PPAC	Perímetro pantorrilla corregido		
PSE	Pliegue subescapular		
PSEP	Pliegue supraespinal		

## RESUMEN

**Introducción:** Como consecuencia del aumento del interés poblacional por el cuidado del cuerpo, y el aumento de técnicas y estudios de análisis de composición corporal, analizaremos dos de las principales metodologías existentes en el mercado, la bioimpedancia y la antropometría.

**Objetivo:** Contrastar estos dos métodos con el mismo grupo de sujetos, todas ellas, personas sanas y deportistas no profesionales, para valorar la concordancia de dichos resultados.

**Métodos:** Estudio realizado con 45 sujetos, 22 varones y 23 mujeres. Todos ellos clientes del gimnasio Hero Training. Se sometió a todas ellas a un estudio antropométrico realizado por el mismo explorador, un profesional de la antropometría que dispone del nivel 1 del curso I.S.A.K. Todas las medidas se determinaron por triplicado, con lectura a los dos segundos, considerando el valor de la media de las tres mediciones. Para las medidas antropométricas se utilizó un lipocalibre GPM. Para la determinación del porcentaje de grasa corporal, se utiliza la fórmula de Carter. Para la determinación de la masa muscular, elegimos la fórmula de Lee para el cálculo antropométrico. Anterior a las mediciones antropométricas, se les procedió a tomar la medición por BIA con una báscula, modelo OMRON BF 511.

**Resultados:** Tanto para el cálculo de antropometría como para el método de BIA se determina que las mujeres presentan un mayor porcentaje de grasa que los varones, con contra de lo que ocurre con la masa muscular, donde son los varones los que presentan mayores valores. Referente a la edad, podemos concluir que los varones y mujeres de mayor edad, presentan en ambos sexos, un mayor porcentaje de grasa y menor musculo que los sujetos más jóvenes. En los cálculos de IMC los resultados entre ambos sexos son muy lineales, no pudiendo concluir gran cosa. Se observa una gran diferencia de resultados eso si entre ambos métodos, siendo los porcentajes mucho mayores en el MG si utilizamos el método de la BIA, al revés que ocurre con la masa muscular, donde los cálculos antropométricos de Lee superan en más de un 6% los resultados de la bioimpedancia.

**Conclusiones:** Después de someter e a estudio a una muestra de 45 sujetos con ambos métodos, antropométrico y BIA, y analizar los resultados, podemos afirmar que los sujetos de menor edad presentan los mejores resultados de composición corporal, con un mayor porcentaje de masa muscular y menor porcentaje de masa grasa, siendo los varones los que mejores resultados presentan frente a las mujeres. Cuanto mayor edad va alcanzado los sujetos, estos valores se ven modificados, entendemos por una menor actividad física, y ritmos biológicos. En cuanto a que métodos obtiene los resultados más fiables, concluiremos que ambos, utilizados correctamente, son fiables, siendo el antropométrico el que mayor fama tiene por diversos investigadores en la materia.

**Palabras Clave:** composición corporal, bioimpedancia, antropometría.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la sociedad está inmersa en una obsesión por el aspecto físico y el cuidado del cuerpo. Prueba de ello son los innumerables gimnasios que han abierto en la última década, no hay tienda de moda que se precie que no haya impuesto una línea de ropa deportiva en su colección, incluso en los hipermercados de alimentación tienen su línea de ropa deportiva... Nos bombardean con publicidad sobre nuevos productos light, sin azúcares, alto contenido en fibra etc.

Todo ello ha conllevado que en el ámbito profesional de la salud y del deporte existe un gran interés y necesidad para disponer de los medios necesarios que permitan la valoración de la composición corporal de la forma más funcional y válida (precisa y exacta) posible. Ya que actualmente no nos conformamos con saber nuestro peso en kilogramos (kg), sino que queremos saber el porcentaje de grasa y músculo que poseemos. Dos de los métodos más utilizados en la actualidad para la estimación de los diferentes tejidos corporales: grasa, músculo, hueso, etc., son el método Antropométrico (A) y la Bioimpedancia (BIA - del Inglés "Bioimpedance Analysis"-) que, por su bajo coste y especialmente por su gran funcionalidad (protocolo simple y no invasivo que no requiere personal cualificado) y rapidez de administración, ha experimentado un gran desarrollo y popularización en todo el mundo (Porta, García et al. 2009).

Este último método para hallar la composición corporal es el que utilizan en el gimnasio donde actualmente realizo las prácticas, por este motivo, porque voy a poder disponer de la báscula y porque me interesa comparar su fiabilidad con otro tipo de mediciones, he decidido basar mi trabajo de fin de grado en esta metodología.

Por otra parte, el estudio de la composición corporal (CC) se puede realizar aplicando diferentes modelos. El más sencillo es el modelo bicompartimental, el cual divide el cuerpo en masa libre de grasa (MLG) y masa grasa (MG). Los últimos avances y desarrollo de métodos para el análisis de la composición corporal, han proporcionado estudiar los diferentes subcompartimentos de la MLG (Tabla 1) (Wang, Heshka et al. 1995).

TÉCNICA	PRECISIÓN	COSTE	DURACIÓN	DIFICULTAD	RIESGO	COMPARTIMENTO
AAN	Muy alta	Muy alto	30 min	Muy alta	Irradiación	ACT, MLG, MG
M.dilucionales ( $^2\text{H}$ , $^{18}\text{O}$ , Br..etc.)	Alta	Alto	240-360 min	Muy alta	Irradiación	ACT, AEC, MLG
Densitometría	Muy alta	Alto	20 min	Alta	No	MG
DEXA	Alta	Alto	20 min	Alta	Irradiación	MO, MG, MLG
TOBEC	Alta	Muy alto	10 min	Baja	No	ACT, MLG
Antropometría	Baja	Bajo	5-10 min	Baja	No	MG.T, MG.R
BIA	Alta	Bajo	5 min	Baja	No	ACT, MLG
Ecografía (US)	Media-alta	Medio	10 min	Media	No	MG R

ANN: Análisis de activación neutrónica, DXA: densitometría de rayos X con doble nivel de energía, TOBEC: conductancia eléctrica corporal total, BIA: análisis de la impedancia bioeléctrica.

ACT: agua corporal total; AEC: agua extracelular; MLG: masa libre de grasa; MO: masa ósea; MG.T: masa grasa total; MG.R: masa grasa regional.

**Tabla 1:** Comparación de las técnicas de estudio de la composición corporal.

Estos nuevos métodos permiten analizar la CC con más precisión que el clásico modelo bicompartimental, pero conllevan más riesgos (invasividad, radiación, etc.), requieren personal y material altamente especializado y son más caros, por lo que sólo se utilizan en investigación. En grandes estudios epidemiológicos y en la práctica clínica habitual se emplean técnicas sencillas, rápidas, no invasivas y coste-eficientes que proporcionan estimaciones aceptables de la CC. Entre éstas destacan la antropometría y la bioimpedancia (Rodríguez Vicente 2015).

### **1.1. Análisis de la Composición Corporal en deportistas**

La estimación de la composición corporal es importante para la determinación del estado nutricional tanto en condiciones de salud como de enfermedad (Cruz, Armesilla et al. 2009). Un deportista debe tener unos valores óptimos de composición corporal. Cada deporte tiene una tipología diferente que será más pronunciada cuanto mayor sea el nivel del grupo a estudiar (Esparza 1993). Consistente con esto, el ejercicio físico incide sobre nuestra estructura corporal, así como nuestra morfoestructura influye sobre nuestro rendimiento. Esta forma física está determinada por el Somatotipo, es decir, la conformación morfológica, forma, tamaño, composición y proporcionalidad del cuerpo (Carter 1980).

La Cineantropometría es un área científica emergente que estudia la fuerza, dimensión, proporción, composición, y el desarrollo corporal en relación al crecimiento, al deporte, la actividad física y la nutrición (Petroski 1995). La Cineantropometría es la ciencia encargada de la medición del cuerpo humano y su relación con su función y con el movimiento (“cine”: movimiento, “antropo”: hombre y “metría”: medición, que comprende el estudio del ser humano en cuanto a tamaño, forma, proporción, composición corporal).

La Cineantropometría tiene aplicaciones muy útiles en áreas como crecimiento, desarrollo, nutrición, ejercicio y performance deportiva. Si bien el método antropométrico constituye un modo indirecto de valoración de la composición corporal, puede ser un procedimiento práctico, poco costoso y de fácil aplicación para valorar las tendencias más significativas en la composición corporal de una persona y a partir de aquí elaborar un perfil ideal de dimensiones corporales aplicado al deporte. Al mismo

tiempo ofrece la posibilidad de evaluar los efectos de un determinado plan de trabajo sobre el cuerpo de una persona y posibilita de introducir cambios o reorientar el programa y/o la dieta de acuerdo a los ideales perseguidos. En el alto rendimiento la diferencia en el rendimiento va a estar dada por la masa muscular y por la optimización de la composición corporal (Pellenc and Costa 2006).

La antropometría se refiere a las diferentes medidas del tamaño y las proporciones del cuerpo humano. Las ecuaciones antropométricas de predicción permiten estimar la densidad corporal, y a partir de este valor podemos calcular el porcentaje de grasa corporal (%GC) y por derivación la masa libre de grasa (MLG). Para la realización de la antropometría, debemos combinar una serie de medidas antropométricas como el peso, la estatura, los pliegues cutáneos de grasa, los diámetros óseos y los perímetros musculares, los cuales nos sirven como variables dependientes predictoras de la masa grasa y MLG (Cruz, Armesilla et al. 2009).

## **1.2. Información sobre la Composición Corporal**

El Índice de Masa Corporal (IMC o BMI en inglés), es una de las medidas antropométricas más utilizadas en la práctica médica diaria. A través de una sencilla fórmula matemática, pretende definir cuáles son los parámetros más saludables de masa y expresar a través de un simple número el grado de delgadez o gordura de una persona.

Concebido por el belga Adolphe Quetelet a mediados del siglo XIX, de ahí su nombre, el IMC se utiliza de forma sistemática desde los años 80, cuando la obesidad se convirtió en un problema epidemiológico importante en la población occidental.

Para individuos con una composición corporal media, el IMC se interpreta como sigue: 18,5-25, peso óptimo; inferior a 18,5, bajo peso y por debajo de 17,5, desorden alimenticio como anorexia; superior a 25, sobrepeso y superior a 30 obesidad. Un IMC mayor de 40 implica obesidad mórbida y una expectativa de vida notablemente acortada.

Sin embargo, la verdadera utilidad del IMC no es la de diagnosticar un trastorno del peso en una persona, sino más bien la de clasificarla en base a parámetros poblacionales. Además, como hemos visto antes, los baremos sólo son válidos para

pacientes con composiciones corporales medias, y perderían su utilidad en personas muy musculadas, en las edades extremas de la vida (niños y ancianos), en casos de estructuras óseas muy pesadas e, incluso, hay quien asegura que no son comparables entre mujeres y hombres.

Debido a estas limitaciones, se han hecho distribuciones de IMC para niños y en los atletas se usan otras medidas antropométricas como las que se basan en la cantidad de grasa corporal. El uso clínico más relevante del BMI es para diagnosticar los casos de bajo peso corporal en situaciones de anorexia nerviosa y otros desórdenes alimenticios, donde el IMC inferior a 17,5 constituye uno de los criterios diagnósticos aceptados por la OMS.

El porcentaje de grasa corporal se refiere a la cantidad de masa grasa del cuerpo con respecto al peso total expresado en forma de porcentaje. Dependiendo de la distribución de la grasa en el cuerpo, esta se clasifica en grasa visceral o grasa subcutánea.

Grasa visceral (grasa que rodea los órganos internos); se considera que una gran cantidad de grasa visceral está íntimamente relacionada con los niveles de grasa en el torrente sanguíneo, lo que puede provocar el padecimiento de enfermedades comunes, tales como la hiperlipidemia y la diabetes, que reducen la capacidad de la insulina para transferir energía desde el torrente sanguíneo y utilizarla las células. Para prevenir o mejorar las condiciones de las enfermedades comunes, es importante intentar reducir los niveles de grasa visceral a un nivel aceptable. Las personas con unos niveles de grasa visceral elevados suelen tener estómagos grandes. No obstante, esto no siempre se cumple y los niveles de grasa visceral elevados pueden provocar obesidad metabólica. La obesidad metabólica (obesidad visceral con peso normal) representa niveles de grasa superiores a la media, incluso si el peso de una persona se encuentra en el nivel correspondiente a su estatura o por debajo del mismo.

Por otra parte, la grasa subcutánea (grasa que se encuentra bajo la piel); no solo se acumula alrededor del estómago, sino también en torno a la parte superior de los brazos, caderas y muslos, y puede provocar una alteración en las proporciones del cuerpo. Aunque no está directamente relacionada con un mayor riesgo de padecer enfermedades, se la relaciona con el aumento de la presión coronaria y la aparición de otras complicaciones.

Con lo referido al musculo, se pueden distinguir dos tipos de músculos: el músculo de los órganos internos, como el corazón, y el músculo que va unido a los huesos y permite la movilidad del cuerpo. El músculo esquelético puede aumentarse con la práctica de ejercicio y otro tipo de actividades.

El aumento de la proporción de músculo esquelético significa que el cuerpo puede quemar energía con mayor facilidad, lo que significa que es menos probable que ésta se convierta en grasa y facilita un estilo de vida más dinámico (Silva, Collipal et al. 2008).

### **1.3. Antropometría**

El método antropométrico es uno de los más habitualmente utilizados, debido a su carácter no invasivo así como la facilidad de adquirir los datos requeridos en el trabajo campo. En función del resultado que se quiera obtener, se utilizan no sólo las medidas de los pliegues cutáneos sino como también diámetros, perímetros, peso y talla, que se introducen en las numerosas expresiones matemáticas que existen hoy en día y han sido desarrolladas con este propósito y que por lo general son específicas para cada población, sexo e intervalo de edad (Serrano, Beneit et al. 2007).

#### **1.3.1. Estándares Internacionales para la valoración Antropométrica**

La antropometría, al igual que cualquier otra ciencia, depende de la estricta adhesión a un protocolo de reglas de medición determinado por los organismos normativos nacionales e internacionales. La antropometría es una ciencia muy antigua, y como tantas, ha evolucionado siguiendo una variedad de caminos. La diversidad de los caminos antropométricos es a la vez su riqueza y su rutina. Una de las consecuencias de las múltiples tradiciones antropométricas ha sido la falta de normalización en la identificación de los sitios y técnicas de medición. Esto ha dificultado las comparaciones a través del tiempo y espacio.

Las normas antropométricas internacionales detalladas a continuación son las aplicadas por la International society for the Advancement of Kinanthropometry (Sociedad Internacional para el Avance de la Kinantropometría) (ISAK). Fue fundada como una

organización de individuos cuya labor científica y profesional está relacionada con la cineantropometría. La ISAK ha desarrollado normas internacionales para la valoración antropométrica y un esquema de acreditación internacional en antropometría (IAAS). El sistema de acreditación se basa en un sistema de jerarquía de cuatro niveles. Un elemento clave es el objetivo del mantenimiento de calidad en la medida al exigir que todos los niveles tienen que cumplir con unos mínimos de error técnico de medida (TEM). La ISAK, que evolucionó a partir de su precursor, la International Working Group on Kinanthropometry (Grupo de trabajo Internacional en Kinantropometría) (IWGK), está conformada de miembros originarios de más de 50 países y ha trabajado desde 1986 en el desarrollo de normas antropométricas.

Las normas incluidas en este apartado han sido recopiladas por expertos internacionales incluyendo todos los antropometristas de Nivel 4 acreditados por la ISAK en todo el mundo. Las técnicas antropométricas descritas en este manual han sido mejoradas, para evitar la repetición a base de definiciones y descripciones de una serie de textos clásicos y congresos realizados a lo largo del siglo XX. Estos sitios de medición proporcionan la base para el sistema de acreditación ISAK en vigencia desde 1996. Hasta la fecha, más de 1500 antropometristas de 18 países han sido acreditados bajo este esquema, en las técnicas de medición antropométrica. El propósito de este documento es contribuir a la estandarización global de la antropometría.

Este manual presenta una serie de técnicas indispensables para que el antropometrista obtenga un perfil antropométrico integral de una persona. Estos sitios de medición proporcionan una buena descripción del cuerpo en su totalidad. Los sitios anatómicos son aquellos que se toman rutinariamente para una variedad de propósitos, tales como el seguimiento de atletas, control del crecimiento, desarrollo, envejecimiento y rendimiento motriz, así como la unificación de las intervenciones de la actividad física y nutrición con los cambios en el tamaño, forma y composición corporal. También se incluyen aquellos sitios anatómicos que pueden servir como indicadores del estado de salud general de la población.

Una vez realizada la medición de estos sitios anatómicos antropométricos, el profesional puede emplear una serie de herramientas utilizando varios programas de cómputo para el análisis de datos. Estos incluyen el somatotipo, el fraccionamiento de la masa corporal en componentes de las masas ósea, muscular, adiposa (grasa) y residual,

estimaciones de proporcionalidad, predicción de la densidad corporal (y subsecuentemente porcentaje de grasa corporal) utilizando una serie de ecuaciones de regresión. Es factible así mismo, la transformación de los datos en categorías percentiles específicas por edad y por sexo para sitios anatómicos individuales, obesidad general y ranking de masa proporcional, así como otros índices tales como la relación cintura-cadera, la suma de pliegues cutáneos y de perímetros corregidos por pliegues.

Existen muchísimas razones para la toma de mediciones de las dimensiones corporales. Este documento describe los sitios corporales “centrales” que se incluyen con mayor frecuencia en un perfil antropométrico. La adopción de un perfil y una metodología estandarizados permite que se realicen comparaciones a nivel local, nacional e internacional entre grupos de muestra. También introduce implicaciones estimulantes para la reunión de datos alrededor del mundo que, por primera vez, puede ser lograda con facilidad por medio del uso juicioso de la Internet. Habrá, no obstante, ocasiones en que se requieran sitios de medición antropométrica específicos no incluidos en estas directivas. Los antropometristas no deben sentirse forzados a usar sólo aquellos sitios incluidos en estas directrices cuando surge la necesidad de otros puntos anatómicos de medición (Albarran and Holway 2005).

### **El sujeto**

Es necesario proporcionar al sujeto información sobre las mediciones que se le van a realizar, siguiendo las reglamentaciones locales o institucionales con respecto al consentimiento informado. A lo largo del protocolo, se le podrá pedir al sujeto que adopte diferentes posiciones. Para que las mediciones se realicen de la manera más rápida y eficiente posible, se debe solicitar al sujeto que se presente con un mínimo de vestimenta. Los trajes de baño o trusas (de dos piezas en el caso de las mujeres) son ideales por la facilidad que ofrecen para tener acceso a los sitios de medición. La indumentaria debe tener un espesor mínimo y amoldarse a los contornos naturales del cuerpo. También debe permitir el acceso a zonas de cuerpo donde se realiza la medición de los pliegues.

En lo que respecta a vestimenta y otros aspectos, los antropometristas deberán ser sensibles y respetar las creencias y tradiciones culturales del sujeto. Por consiguiente, la

sala de medición debe ofrecer privacidad y estar a una temperatura confortable para el sujeto. Debe tenerse en cuenta que todas las personas poseen un área alrededor de sus cuerpos, conocido “espacio personal”, que al ser invadido les hace sentir incómodas o amenazadas. Esto es particularmente cierto en lo que respecta a la parte frontal del sujeto y es por eso que la mayoría de las mediciones se toman desde el costado o por detrás. Los antropometristas deben tener en cuenta que algunos sujetos pueden sentirse más cómodos si las mediciones son realizadas por personas de su mismo sexo.

Existen algunas personas cuyas mediciones no pueden ser tomadas con exactitud. Esto se puede deber a factores tales como una piel extremadamente dura, una gran adiposidad subcutánea o lesiones. En estos casos, se recomienda que no se tomen mediciones para evitar errores potenciales y situaciones embarazosas de significación. El antropometrista no debe tomar ninguna medición que comprometa el bienestar físico o emocional del sujeto (Albarran and Holway 2005).

### **Recolección de datos**

En general, el medidor debería poder moverse y manejar el instrumento libremente alrededor del sujeto. Esto se facilita al disponer de un espacio adecuado para estos procedimientos de medición.

En lo posible, debe utilizarse un anotador para asistir al medidor e ingresar los datos. El medidor y el anotador trabajan en equipo y es responsabilidad de este último, ayudar al medidor en todos los casos en que sea necesario. El anotador debe ser entrenado en las técnicas de registro de datos. También, deberá poder verificar la exactitud de la ubicación de un sitio y asegurar la secuencia correcta de los sitios de medición.

A pesar de que se observe una esmerada atención a las normas, siempre existe la posibilidad de incurrir en errores cuando se realiza el registro de los datos. Esto puede producirse debido a la mala formación del medidor, falta de atención por parte del anotador o que el anotador falle en seguir los pasos diseñados para evitar este tipo de errores. El anotador repite los valores a medida que los va registrando, permitiendo así que el medidor efectúe una verificación inmediata. Siempre que sea posible, las mediciones deben ser repetidas por tercera vez. Cuando se toman dos mediciones, el

valor promedio se utiliza para el análisis de datos. Cuando se toman tres mediciones, se utiliza el valor de la mediana para el análisis de datos (Albarran and Holway 2005).

### **Equipo antropométrico**

Se requiere disponer de un equipo determinado según los sitios anatómicos específicos a ser medidos. A continuación se proporciona una descripción general del equipo necesario.

Estadiómetro; este instrumento se utiliza para la medición de la estatura y talla sentado del sujeto. Generalmente se adosa a una pared para que el sujeto se pueda alinear verticalmente de manera apropiada. El estadiómetro debe tener una capacidad de medida mínima de 60 a 220 cm y precisión de 0,1 cm. Se baja una barra móvil de por lo menos 6 cm de ancho hasta el vértice de la cabeza. Se recomienda que esta barra móvil incluya un dispositivo de traba. El piso debe ser duro y nivelado. Con frecuencia se utiliza el mismo equipo para medir la talla sentada a partir de un cajón. Los estadiómetros varían desde muy simples y relativamente económicos a complejos y muy caros.

Se deben calibrar periódicamente mediante el control con una altura estándar. Para el trabajo de campo, cuando no se dispone de un estadiómetro, se puede utilizar un metro de carpintero, como ocurre en este estudio. Se recurrió a este recurso, el metro adosado a una pared y controlado con respecto al plano vertical y la altura, en conjunto con una escuadra o un instrumento similar colocado a 90°. Como “último recurso” se podrá utilizar una hoja de papel pegada a una pared, y una escuadra. En este caso, la medición de la altura se realizara con una cinta metálica. Este método no es aceptable en condiciones de laboratorio.

Balanzas (báscula o pesa); el instrumento tradicional preferido es la báscula con precisión mínima de 100 g. No obstante, se está generalizando el uso de la balanza electrónica y la precisión de estas balanzas es mayor que la de la báscula. Por ejemplo, en la actualidad en las tiendas especializadas unas balanzas digitales para baño/pesapersonas relativamente económicas que incorporan células de carga que actúan como sensores. Estas balanzas son fáciles de transportar y por consiguiente pueden ser

utilizadas tanto en laboratorio como en campo. La precisión mínima de estos instrumentos es de 50 g.

La calibración de las balanzas es de importancia fundamental, se realizará con pesas de calibración certificadas por un departamento oficial de pesos y medidas que totalicen un mínimo de 150 kg.

Cinta antropométrica; para la medición de perímetros se recomienda una cinta de acero flexible con una longitud mínima de 1,5 m de largo. Debe estar calibrada en centímetros con gradación milimétrica. Si se utiliza una cinta de fibra de vidrio, se le debe calibrar regularmente a base de una cinta metálica, ya que estas cintas no metálicas pueden estirarse a través del tiempo. Cuales quiera de las cintas utilizadas, deben ser no extensibles, flexibles, con una anchura no mayor a 7 mm y un espacio sin graduar (zona neutra) de por lo menos 4 cm antes de la línea del cero.

Además del uso ya descrito, la cinta antropométrica se utiliza para la localización precisa de una cantidad de sitios de pliegues cutáneos y marcar las distancias entre las protuberancias o puntos óseos de referencia anatómica. La cinta debe guardarse en un estuche con retracción automática.

Plicómetro; para la medición de pliegues cutáneos se requiere una presión de cierre constante de 10 g/mm<sup>2</sup> en todas las mediciones. Idealmente, deberían estar calibrados hasta 40 mm como mínimo con divisiones de 0,2 mm y deben ser calibrados regularmente. Para la inserción de datos en ecuaciones de regresión o análisis de valores brutos, debe utilizarse el mismo calibre que se empleó en el ensayo original. ISAK recomienda el Plicómetro Harpenden.

Antropómetro; se utiliza para medir alturas y longitudes, bien sea directa o indirectamente. El instrumento también puede ser utilizado para medir longitudes de segmentos corporales en forma directa, diámetros óseos grandes, diámetros no óseos, así como estatura y talla sentado.

Se recomienda que, siempre que sea posible, se efectúen mediciones directas de las longitudes de segmentos, utilizando un segmómetro o un calibre móvil grande.

Calibre móvil grande; este instrumento puede ser el segmento superior del antropómetro o un dispositivo específico. Posee dos ramas rectas que permiten la medición de

diámetros óseos grandes. Estas ramas están acopladas a una escala rígida, ya que es necesario ejercer una presión considerable al medir las dimensiones óseas. La distancia entre las ramas debe ser verificada para asegurar que el calibre ha sido armado correctamente.

Segmómetro; fue diseñado como una alternativa al antropómetro, aunque no es apropiado para la medición de diámetros óseos grandes. El instrumento se fabrica en base a una cinta de acero de 100 cm de largo y por lo menos 15 mm de ancho, con dos ramas rectas de aproximadamente 7-8 cm de largo. Se utiliza para la medición directa de longitudes de segmentos corporales o para medir algunas alturas.

Calibre ancho; el antropómetro torácico o calibre ancho es un instrumento abisagrado que se utiliza principalmente para medir la profundidad del torso. Las ramas del instrumento deberán ser suficientemente largas (aproximadamente 25 cm más que la escala de medición) para permitir que las mismas sean colocadas por encima del hombro al sitio de la marcación anatómica. Si se carece de un calibre ancho, la medición de la profundidad anteroposterior del tórax se podrá realizar con un calibre móvil grande con ramas curvas o en forma de L.

Calibre móvil pequeño; este calibre se utiliza para medir los diámetros Biepicondilar del húmero y Bicondilar del fémur, así como los diámetros de otros huesos pequeños. Debe tener ramas de 10 cm de largo como mínimo, una cara de 1,5 cm de ancho y una precisión mínima de 0,05 cm. Sus ramas largas proporcionan suficiente profundidad para abarcar el ancho del fémur y del húmero. Existen varios modelos comerciales. También puede utilizarse un calibre vernier modificado.

Cajón antropométrico, el cajón deberá tener aproximadamente 40 cm de (alto) por 50 cm de (ancho) por 30 cm de (profundidad). Se debe conocer el alto exacto del cajón utilizado en el laboratorio y éste debe estar registrado en el mismo. Uno de sus lados debe tener una sección recortada para permitir que el sujeto coloque sus pies debajo del mismo durante la medición de la longitud ilioespinal. Se recomienda, además, que tenga aberturas a los costados para cuando el antropometrista quiera levantar o reorientar el cajón. Este dispositivo es particularmente útil cuando se miden longitudes tales como la ilioespinal y la troncantérea con un segmómetro. En estos casos se agrega la altura del cajón a la altura medida de la marcación, antes de ingresarla a la profundidad. De esta manera se determina de manera más eficiente la altura exacta de la marcación desde el

piso ya que el antropometrista no necesita agacharse hasta el suelo sino hasta la parte superior del cajón. Este cajón también es útil para la medición de otras longitudes y diámetros en la cuales el sujeto debe estar sentado en el cajón (Albarran and Holway 2005).

### **El perfil antropométrico**

Existen dos “perfiles” generalizados para los fines de la evaluación antropométrica, los perfiles denominados Restringidos y los Completos. El perfil restringido (17 mediciones), el utilizado para este proyecto, es una parte del Perfil completo (39 mediciones). Ambos pueden ser registrados en la misma hoja de protocolo (proforma). Las mediciones se dividen en cinco grandes categorías: Básicas, pliegues cutáneos, perímetros, longitudes y diámetros.

El perfil restringido; la medición de estos sitios permitirá efectuar cálculos sobre somatotipo, proporcionalidad, grasa corporal relativa (mediante la aplicación de una cantidad limitada de ecuaciones de predicción), índices de área de superficie corporal, de masa corporal, la relación cintura/cadera, patrones de distribución de grasa corporal y diámetros corregidos en función de pliegues cutáneos. Otras comparaciones, tales como la valoración de categorías de obesidad y la jerarquización proporcional, por masa para fines de comparación con otras poblaciones de interés, también pueden ser realizadas para los sitios anatómicos medidos.

El perfil completo; la medición de los sitios incluidos en el perfil completo permitirá efectuar cálculos adicionales, tales como estimados de grasa corporal relativa (utilizando una mayor cantidad de ecuaciones de predicción) y cálculos de masa ósea, muscular, adiposa y residual con el empleo de técnicas de fraccionamiento de masa corporal. De igual manera es posible realizar cálculos de masa esquelética y masa muscular con el empleo de varios métodos (Albarran and Holway 2005).

### **Marcación de sitios anatómicos**

Los sitios anatómicos son los puntos identificables del esqueleto que en general, están situados en la superficie del cuerpo y son las marcaciones que identifican la ubicación

exacta del punto anatómico a ser medido, o partir del cual se localiza un sitio de tejido blando. Por ejemplo, el pliegue cutáneo subescapular o el perímetro del brazo. Las marcaciones se localizan mediante el tacto o la medición. Para asegurar la comodidad del sujeto, el medidor debe tener uñas cortas.

La marcación o el punto de referencia se localiza con el dedo pulgar o índice. Una vez identificado el lugar de referencia se libera el sitio para evitar cualquier distorsión de la superficie cutánea, y luego se relocaliza el sitio y se identifica con un marcador de fieltro de punta fina o un lápiz dermográfico. El sitio se identifica inmediatamente por encima de la marcación. Después, se verifica la marca para asegurar que no ha habido ningún desplazamiento cutáneo en relación a la masa ósea subyacente. Cuando se utiliza una cinta antropométrica para realizar las marcaciones, estas se marcan por el borde superior de la cinta, mientras se la sostiene en ángulo recto, en relación al eje del miembro.

Todas las marcaciones deberán ser identificadas antes de proceder a la medición. Estos sitios anatómicos conforman una pequeña parte de la cantidad de sitios, potencialmente infinitos que se encuentran en la superficie del cuerpo humano. Estos sitios se incluyen ya que son los puntos de referencia representativos utilizados para elaborar el perfil del sujeto. No obstante, cabe aclarar que para estudios ergonómicos, de crecimiento y desarrollo infantil y de poblaciones específicas de deportistas, con frecuencia se necesita realizar medidas de otros sitios anatómicos. Las marcaciones se identifican con sus nombres en latín. A continuación se nombran y se analiza cada marcación existente, pero no todas ellas han sido realizadas para este estudio (Albarran and Holway 2005).

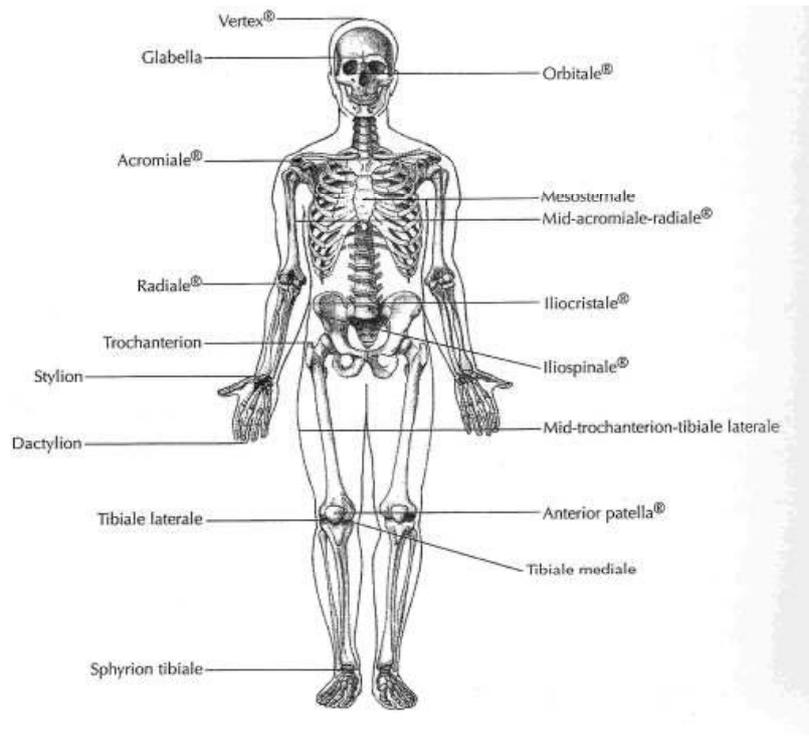


Figura 1. Marcaciones óseas. Puntos anatómicos de referencia.

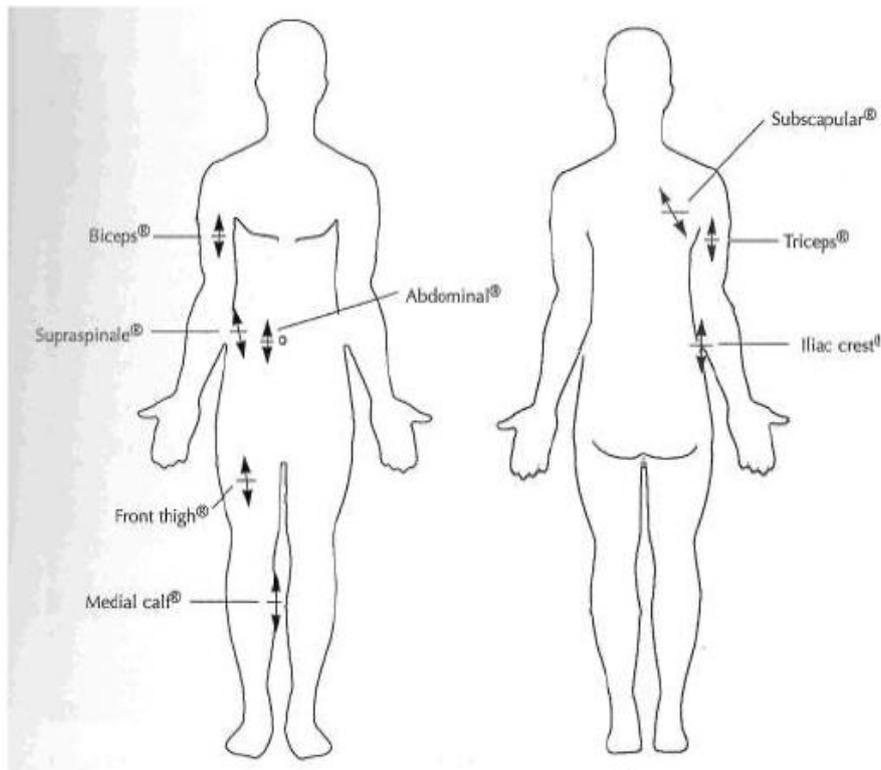


Figura 2. Ubicación de sitios de pliegues anatómicos: vista anterior (panel izquierdo) y posterior (panel derecho).

## Acromiale

- Definición: El punto en el borde superior del acromión en línea con su aspecto más lateral.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición relajada con los brazos colgando a los costados del cuerpo. El cinturón escapular debe estar en una posición intermedia.
- Ubicación: El antropometrista debe estar parado por detrás del lado derecho del sujeto, palpará el proceso de la espina de la escápula hasta la zona del acromión. Este representa el comienzo del borde lateral, que en general, corre anteriormente, de forma levemente superior y medial. Aplicar el borde liso de un lápiz al aspecto lateral del acromión para confirmar la ubicación de la parte más lateral del borde. El acromión tiene una densidad ósea asociada. Palpar hacia arriba hasta el margen superior del borde del acromión de forma alineado con su aspecto más lateral. Marcar este punto máximo superior y lateral.



## Radiale

- Definición: El punto en el borde más próximo y lateral de la cabeza del radio.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición relajada con los brazos colgando a cada lado del cuerpo.
- Ubicación: Palpar hacia abajo en la fosa lateral del codo derecho. Es probable sentir el espacio entre la cabeza del humero y la del radio. A continuación mueva el pelgar de manera distal sobre la parte más lateral de la cabeza radial

proximal. Se confirma la ubicación correcta mediante una leve rotación del antebrazo, propiciando así el giro de la cabeza del radio.



### Acromiale-Radiale medio

- Definición: El punto equidistante entre los sitios Acromiale y Radiale.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una postura relajada con los brazos colgando a los lados del cuerpo.
- Ubicación: Mida la distancia linear entre las marcaciones Acromiale y Radiale con el brazo relajado y colgando al costado del cuerpo. La mejor manera de medirla es con un segmómetro o calibre móvil grande. Si se utiliza una cinta métrica, tenga cuidado de no seguir la curvatura de la superficie del brazo. Coloque una pequeña marca horizontal a nivel del punto medio entre estos dos puntos. Proyecte una marca hacia la superficie antero-posterior del brazo en la forma una línea horizontal. Esto es necesario para poder localizar los sitios de los pliegues del Tríceps y del Bíceps.



### Sitio de pliegue del Tríceps

- Definición: La parte posterior del Tríceps, en la línea media, a nivel de la marcación correspondiente al Acromiale-Radiale medio.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta la posición anatómica para la marcación del sitio del pliegue del Tríceps.
- Ubicación: El sitio de pliegue del Tríceps se marca en la línea media del Tríceps a nivel de la marcación correspondiente al Acromiale-Radiale medio.



### Sitio de pliegue del Bíceps

- Definición: La parte más anterior del Bíceps.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta la posición anatómica para la marcación del sitio de pliegue del Bíceps.
- Ubicación: El sitio del pliegue del Bíceps se marca encima de la parte más anterior del Bíceps visto de costado a nivel de la marcación correspondiente al Acromiale-Radiale medio.

### Stylian

- Definición: El punto más distal en el margen lateral del proceso Styloid (estiloide) del radio.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una postura relajada con los brazos colgando a los lados del cuerpo. El medidor levanta la muñeca para localizar la marcación.

- Ubicación: Utilizando la uña del dedo pulgar, el antropometrista palpa el espacio triangular limitado por los tendones musculares de la muñeca, inmediatamente arriba del dedo pulgar. Esta zona también se denomina la “tabaquera” anatómica. Una vez identificada la tabaquera, se palpa el espacio entre el radio distal y el escafoides a fin de identificar correctamente el proceso estiloides.

### Stylian medio

- Definición: El punto medio, en la superficie anterior (palmar) de la muñeca, de la línea horizontal a nivel del stylian.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una postura relajada con los brazos colgando a los lados del cuerpo. El medidor levanta la muñeca para localizar la marcación.
- Ubicación: La cinta se alinea con la marcación stylian y se dibuja una línea perpendicular al eje longitudinal del antebrazo, cerca del punto medio de la muñeca. Se calcula el punto medio entre los bordes medial y lateral de la muñeca. En este punto, se trata una línea que corta transversalmente la línea perpendicular.

### Subscapulare

- Definición: El punto más bajo del ángulo inferior de la escápula.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una postura relajada con los brazos colgando a ambos lados del cuerpo.
- Ubicación: Palpe el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo. De haber dificultad en ubicar al ángulo inferior de la escápula, el sujeto deberá mover su brazo derecho lentamente en dirección hacia la espalda. Se palpará continuamente el ángulo inferior de la escápula mientras el brazo vuelve al costado del cuerpo. Se deberá efectuar una última revisión o control de esta marcación con el brazo relajado al costado del cuerpo.



### Sitio del pliegue del subscapulare

- Definición: El sitio ubicado a 2 cm. En una línea que corre hacia abajo en forma lateral y oblicua en un ángulo de 45° desde la marcación Subscapulare.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una postura relajada con los brazos colgando a ambos lados del cuerpo.
- Ubicación: Una cinta métrica para ubicar el punto a 2 cm de la marcación subscapulare en una línea que corre hacia abajo lateralmente en un ángulo de 45°.

### Mesosternale

- Definición: El punto medio del cuerpo del esternón a nivel del centro de la articulación de la cuarta costilla con el esternón (articulación condroesternal).
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición erecta, parado o sentado con los brazos colgando a ambos lados del cuerpo.
- Ubicación: Esta marcación se localiza mediante la palpación, comenzando por encima de las clavículas. El antropometrista deberá utilizar su pulgar para recorrer el camino desde la clavícula hasta el primer espacio intercostal (es decir, entre la primera y la segunda costilla). A continuación cambia el pulgar por el dedo índice y repite el proceso descendiendo hasta el segundo, tercer y cuarto espacio intercostal. La cuarta costilla se encuentra entre los dos últimos espacios. Como una medida de verificación adicional, se ha identificado la

costilla, se constata que la segunda costilla está a nivel del ángulo del esternón que puede ser palpado como un saliente del mismo.

### Iliocristale

- Definición: El punto en el aspecto más lateral del tubérculo ilíaco, situado en la cresta ilíaca.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición relajada con el brazo izquierdo colgando al costado del cuerpo y con el brazo derecho en abducción, en posición horizontal.
- Ubicación: Colóquese por detrás del sujeto, con la mano derecha localice el borde más lateral de la cresta ilíaca en el ilion. Con la mano izquierda se estabiliza el cuerpo al ejercer resistencia en el lado izquierdo de la pelvis. Se fija la marcación en el punto más lateral sobre el borde del ilio identificado previamente.

### Sitio del pliegue de la cresta ilíaca

- Definición: El sitio en el centro del pliegue cutáneo tomado inmediatamente arriba de la marcación Iliocristale.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición relajada con el brazo izquierdo colgando al costado del cuerpo y con el brazo derecho en abducción, en posición horizontal.
- Ubicación: Se levanta el pliegue inmediatamente arriba el Iliocristale. Se deben alienar los dedos de la mano izquierda sobre l marcación Iliocristale y ejercer presión hacia adentro para que los dedos pasen por encima de la cresta ilíaca. Sustituya los dedos por el pulgar izquierdo y reubique el dedo índice a suficiente distancia hacia arriba del pulgar, de manera que esta tracción represente el pliegue cutáneo a ser medido. Marque el centro del pliegue tomado. El pliegue corre en norma anterior y levemente hacia abajo, según lo determina el pliegue natural de la piel.

## Iliospinale

- Definición: El extremo inferior del borde de la espina ilíaca antero-superior.
- Posición del sujeto: El sujeto estará parado con los brazos colgando a los lados del cuerpo.
- Ubicación: Palpe el aspecto superior del ilion y sígalo antero-inferiormente, a lo largo de la cresta hasta la espina ilíaca antero-superior y luego hacia abajo hasta que corra posteriormente. La marcación se efectúa en el margen o borde inferior donde apenas se siente el hueso. Si existiera dificultad en la localización del sitio para la marcación, el sujeto deberá levantar el talón del pie derecho y efectuar una rotación externa del fémur. Debido a que el músculo sartorio se origina en el Iliospinale, esta rotación externa del fémur permite palpar el músculo y seguirlo hasta su origen.

## Sitio del pliegue supraspinale

- Definición: El sitio en la intersección de dos líneas: (1) la línea desde la marca Iliospinale marcada hasta el borde axilar anterior y (2) la línea horizontal a nivel de la marca Iliocristale.
- Posición del sujeto: El sujeto estará parado y relajado, con los brazos colgando a los costados del cuerpo. El brazo derecho podrá estar en abducción, en posición horizontal, luego de identificar el borde axilar anterior.
- Ubicación: El pliegue corre levemente hacia abajo y anteriormente según lo determina el pliegue natural de la piel.



### Sitio del pliegue abdominal

- Definición: El sitio ubicado a 5 cm a la derecha del omphalion (punto medio del ombligo).
- Posición del sujeto: El sujeto estará parado y relajado, con los brazos colgando a los costados del cuerpo.
- Ubicación: El sitio se identifica en el lado derecho del sujeto, con una marca longitudinal a 5 cm del punto medio del ombligo. El pliegue en este sitio se toma de forma vertical.



### Trochanterion

- Definición: El punto superior máximo, no el punto más lateral, del trocánter mayor del fémur.
- Posición del sujeto: El sujeto estará parado y relajado, con el brazo derecho cruzando el tronco.
- Ubicación: Para localizar este sitio, el antropometrista deberá estar parado detrás del sujeto y palpar el aspecto lateral de los músculos glúteos con el talón (eminencia thenar) de su mano. Es aconsejable estabilizar al sujeto ejerciendo resistencia en el lado izquierdo de la pelvis con la mano izquierda, mientras que se ejerce presión con la mano derecha. Una vez que se haya identificado al trocánter mayor, el medidor deberá palpar hacia arriba para localizar el punto más alto del trocánter. Es el sitio donde aún se puede palpar el hueso al aplicar una fuerte presión hacia abajo.

### Tibiale laterale

- Definición: El punto superior máximo en el borde lateral de la cabeza tibial.
- Posición del sujeto: El sujeto estará parado y relajado, con los brazos colgando a los costados del cuerpo.
- Ubicación: Este punto es a menudo difícil de marcar correctamente debido a los ligamientos laterales gruesos que atraviesan la articulación de la rodilla. Palpe el sitio utilizando la uña del dedo pulgar y los siguientes puntos de referencia: Localice el espacio de la articulación delimitada por el cóndilo lateral del fémur y la porción antero-lateral del cóndilo tibial lateral. Presione hacia adentro con firmeza, a fin de localizar el borde superior y lateral de la cabeza tibial. Puede ser útil que le sujeto flexione y extienda la rodilla varias veces para asegurar que se ha localizado el punto preciso. La marcación se deberá efectuar a aproximadamente a un tercio de la distancia siguiendo el borde antero-posterior.

### Trochanterion-tibiale laterale medio

- Definición: El punto equidistante entre el trochanterion y el tibiale laterale.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición relajada con el brazo izquierdo colgando al costado del cuerpo y el antebrazo derecho cruzando el tronco.
- Ubicación: Mida la distancia lineal entre las marcaciones de los sitios del Trochanterion y el Tibiale laterale. La mejor forma de medirla es con un segmómetro o un calibre móvil grande. Si se utiliza una cinta métrica, asegúrese de no seguir la curvatura de la superficie del muslo. Coloque una marca horizontal pequeña a nivel del punto medio entre estos dos puntos de referencia.

### Sitio del pliegue de la pantorrilla medial

- Definición: El sitio en el aspecto más medial de la pantorrilla a nivel de la circunferencia máxima.
- Posición del sujeto: El sujeto estará parado y relajado, con los brazos colgando a los costados del cuerpo. Deberá tener los pies separados y el peso del cuerpo distribuido en forma equilibrada.
- Ubicación: Se localiza el nivel de la circunferencia máxima en la cara medial de la pantorrilla y se marca con una pequeña línea horizontal. La circunferencia máxima es identificada utilizando los dedos medios de la mano para manipular la posición de la cinta en una serie de movimientos hacia arriba o abajo hasta localizar la circunferencia máxima. Observe el punto marcado desde la parte frontal para ubicar el punto medial mayor, y marcarlo con una línea vertical que lo atraviese.



### Sitio del pliegue del muslo anterior

- Definición: El sitio en el punto medio de la distancia entre el pliegue Inguinal y la superficie anterior de la rótula en el punto medio del muslo.
- Posición del sujeto: El sujeto adopta una posición sentada con el torso erguido y los brazos colgando a los costados. La rodilla de la pierna derecha deberá estar flexionada en el ángulo recto.
- Ubicación: El antropometrista estará parado frente al lado derecho lateral del muslo con el sujeto sentado. Se marca el sitio paralelo al eje longitudinal del muslo en el punto medio de la distancia entre el pliegue

Inguinal y el margen superior de la superficie anterior de la rótula ( con la pierna flexionada). El pliegue Inguinal es el pliegue que se forma entre el ángulo del tronco y el muslo. Si hubiera dificultad en la localización del pliegue, el sujeto deberá flexionar la cadera para formar un pliegue. Coloque una pequeña marca horizontal a la altura del punto medio entre las dos marcaciones. Luego trae una línea perpendicular que cruce la línea horizontal. Esta línea perpendicular se localiza en la línea media del muslo. Si se utiliza una cinta métrica, se debe evitar seguir la curvatura de la superficie del miembro.



### Tibiale mediale

- Definición: El punto máximo superior en el borde medial de la cabeza tibial.
- Posición del sujeto: El sujeto está sentado con la pierna derecha apoyada sobre la rodilla izquierda para trazar la marca en la cara medial de la pierna.
- Ubicación: El Tibiale mediale se encuentra aproximadamente en el mismo plano transversal que el tibiale laterale. Palpe el espacio de la articulación comprendido entre el cóndilo medial femoral, y el cóndilo medial tibial. El punto superior mayor deberá ser marcado en el borde medial proximal mientras se mantiene la pierna en esta posición.

### Sphyrion tibiale

- Definición: El borde más distal del maléolo medial.
- Posición del sujeto: El sujeto está sentado con la pierna derecha apoyada en la rodilla izquierda, para permitir la marcación del aspecto medial de la pierna
- Ubicación: Esta referencia se localiza con máxima facilidad, al palpar con la uña del pulgar desde abajo y dorsalmente. Es el borde distal, no el aspecto medial mayor, del maléolo medial (Albarran and Holway 2005).

### **Mediciones básicas (instrucciones generales)**

La precisión en la valoración de las mediciones antropométricas se podría considerar bastante difícil de conseguir, razón por la que se deben extremar las precauciones a la hora de tomar las medidas. A pesar que las instrucciones no parecen difíciles, requieren de una gran destreza por parte del medidor para obtener unos resultados fiables. Un buen antropometrista debe ser capaz de tomar medidas exactas, y para ello debe seguir un protocolo estandarizado:

- Antes de medir, el antropometrista debe conocer la técnica de la medición.
- Al menos se debe hacer las medidas en un mínimo de 20 sujetos.
- Se han de tomar las mediciones siempre sobre el lado derecho del cuerpo.
- Se deben tomar de 2 a 3 mediciones en cada punto anatómico, usando la fórmula del promedio si son dos las mediciones y la mediana si se trata de 3. Es importante, sobre todo en el caso de medidores novatos, que las mediciones se tomen de manera repetida para poder tomar confianza y una mayor precisión.
- Hay que intentar no tomar las mediciones después de que el sujeto haya realizado una actividad física, entrenamiento, sauna o haya tomado un baño, ya que estos tres factores, ejercicio, calor y agua caliente producen deshidratación lo cual puede hacer variar la medición de masa corporal.

- Para la toma de la masa corporal, se precisa de una balanza. Está comprobado que el mejor momento del día para tomar la medida es por la mañana, después de doce horas sin comer y después de evacuar. Hay que tomar la medida sin ropa. Asegurarse que el individuo se coloca en el centro de la balanza con los dos pies centrados en la superficie de la misma y sin apoyarse en ningún lado.
- Para la talla, existen cuatro técnicas para medir; `parado con los pies colocados de manera libre, parado con los pies contra una pared, acostado y talla con tracción. La medición de talla acostado, se emplea con niños hasta 2 a 3 años, o en adultos incapacitados para sujetarse de pie. Al tomar la talla, debemos saber que aquí también se pueden presentar diferencias, dependiendo del momento del día en el que se tome la medida. Por norma general somos más altos por la mañana (Albarran and Holway 2005).

### **Técnicas para la medición de los pliegues**

Lo primero de todo será asegurarse que el plicómetro está midiendo correctamente, para ello si es posible, se deberá revisar la tensión de las ramas, para asegurarse que la presión es constante a través de todo el arco. El recorrido completo de la aguja es de 20 mm. La cual se refleja en la escala pequeña del calibrador. Asegurarse que esta aguja está a cero antes de comenzar las medidas.

Hay que localizar de manera cuidadosa el lugar del pliegue, marcándolo con un lápiz de punta fina o lápiz dermatográfico. Así se asegura que siempre vamos a tomar la medida en el mismo lugar durante las repeticiones de las mediciones. El pliegue cutáneo se toma en la línea que se ha marcado previamente, elevando una doble capa de la piel del tejido subcutáneo. Ayudándose de los dedos pulgar e índice de la mano izquierda. Hay que asegurarse que el tamaño del panículo es suficiente y además que las dos capas de piel están paralelas evitando coger tejido muscular en todo momento.

Hay que colocar las ramas proximales de las caras del plicómetro a 1 cm. Del borde de los dedos pulgar e índice del medidor. El calibrador se sujetará siempre a 90° del lugar a medir. Es importante que el medidor se cerciore que la mano se mantiene sosteniendo el pliegue cutáneo a medir, mientras se está usando el plicómetro. Se deben esperar dos

segundos para realizar la lectura de la medición después de ejercer la presión total del calibrador. Al igual que ocurre con otro tipo de mediciones, hay que tomar las medidas en sucesión, para evitar errores y conseguir una mayor fiabilidad de los datos, lo que quiere decir, que se tomara una serie completa de mediciones de todos los pliegues, antes de repetir una segunda y tercera medición. Si en las medidas se aprecia que los valores de los pliegues son cada vez menores, puede ser debido a que el tejido adiposo está siendo comprimido. Esto ocurre principalmente en sujetos de mayor volumen de masa grasa.

Al igual que ocurría en otras medidas, hay que intentar no tomar las mediciones después de que el sujeto haya realizado una actividad física, entrenamiento, sauna o haya tomado un baño, ya que estos tres factores, ejercicio, calor y agua caliente producen aumento del flujo sanguíneo en la piel, incrementando el grosor de la misma (Albarran and Holway 2005).

### **Técnicas para la medición de circunferencias**

La técnica más empleada para la medición de los perímetros, es la de las “manos cruzadas”. Hay que tener especial cuidado en el cero se encuentre más lateral que medial. El equipo empleado es una cinta antropométrica. Existen cintas de tensión constante, aunque estas no son aconsejables. Es importante que el espacio entre la piel y la cinta sea lo menor posible, aunque no es siempre posible, por ejemplo, cuando se mide la circunferencia del tórax, debido a la superficie cóncava de la piel en esta zona.

Para tomar la medida, el antropometrista se situara frente al sujeto, con la cinta en la mano derecha sujetando el estuche y con la mano izquierda se irá pasando la cinta alrededor de la zona a medir hasta volver a juntar el extremo inicial con su mano derecha. Aquí la mano izquierda queda libre para poder ajustar la presión adecuada en la cinta y ajustar el nivel. Con los dedos medios de ambas, manos se girara la cinta hasta que el cero quede orientado de tal manera que la lectura sea fácil. Es necesario que los ojos del medidor estén a la misma altura que la cinta (Albarran and Holway 2005).

## **1.4. Bioimpedancia**

Otro equipo aplicado para la evaluación o medición de la CC, es la bioimpedancia eléctrica. Se trata de un método rápido, no invasivo y de precios no tan altos (Ripka, Rotta et al. 2014).

El análisis de la impedancia bioeléctrica, o bioimpedancia data de 1786 cuando a un físico de nacionalidad italiana, Galvani, observo con experimentos en una rana como la corriente eléctrica influenciaba en sus tejidos. Hubo que esperar unos años más, hasta el año 1960 para que se realizaran estudios más concluyentes. Fue un médico francés, Thomasset, el que se empeñó en demostrar que era capaz de reflejar el fluido de un cuerpo a través de la electricidad. Resultado de estos estudios, fue los primeros analizadores que surgieron de impedancia de medición de los tejidos en 1962, fruto del estudio de este francés y sus colegas.

A posteriori hubo otros muchos científicos y médicos que siguieron estudiando la impedancia, pero no fue hasta 1970 que se establece la base del análisis de la impedancia.

En la década de los 80 , es cuando toma nombre este método, el cual se sostiene hasta nuestros días, y es “Análisis de la Impedancia Bioeléctrica”. A pesar de que han aparecido diversos métodos similares, hoy en día la bioimpedancia se sigue considerando internacionalmente como uno de los métodos más reconocidos y de importante aplicación para el estudio y análisis en diversas áreas, como pueda ser la medicina nutricional o la antropología. Diversos estudios establece la relación entre la impedancia y la ACT (agua corporal total), MLG (masa libre de grasa) y grasa corporal.

Es en esta década cuando se empiezan a comercializar diversos instrumentos de estimación de bioimpedancia.

El Instituto Nacional Estadounidense de Salud NIH, organiza de manera periódica Conferencias de Consenso de BIA, con especialistas de todo el mundo, para seguir compartiendo sus experiencias y avances en el uso de este método.

La bioimpedancia es al fin y al cabo un método de diagnóstico diferencial, sencillo, fiable y económico, y sobre el que continuamente siguen apareciendo en el mercado software que ayudan a dar una mayor precisión de diagnóstico.

La bioimpedancia es una técnica que se incorpora con posterioridad. Fue Nyboer en 1959 el primero que estableció una relación entre la impedancia a través de tejidos biológicos y la composición de estos. Su fundamento reside en la distinta resistencia de los tejidos corporales al paso de una corriente eléctrica, en función de la cantidad y distribución de agua y electrolitos en los distintos compartimentos corporales. Cuanto más tejido magro mayor será la capacidad de conducción por la presencia de agua y electrolitos, al contrario de lo que ocurre con los tejidos adiposos y óseos.

Los aparatos utilizados, ohmímetros, miden la resistencia y la reactancia parámetros a partir de los que se calcula la impedancia, cuyo valor se introduce en fórmulas matemáticas, teniendo en cuenta la edad, sexo, peso y talla. Este procedimiento ha experimentado un gran desarrollo en los últimos años y hoy en día se dispone de aparatos sencillos de manejar, económicos y de fácil transporte que mediante un programa integrado calculan el porcentaje de grasa como el porcentaje de músculo esquelético de forma inmediata (Serrano, Beneit et al. 2007).

**Parámetros de medición de impedancia:** En la corriente alterna, a la resistencia total de un conductor biológico, se le denomina Impedancia, el cual está compuesto de dos componentes, la **Resistencia R**, resistencia pura medida en ohmios del agua que tenemos dentro del cuerpo y el cual presenta electrolitos. La resistencia capacitiva o **reactancia Xc**, que es la resistencia presente en el cuerpo debido a la capacidad condensadora que poseen las células del cuerpo humano.

Cuando medimos el ángulo de fase, es la diferencia entre estos dos componentes, resistencia y reactancia lo que hace posible la impedancia.

*Ángulo de fase:* Hoy en día los aparatos modernos de BIA están dotados de unos componentes electrónicos capaces de medir y diferenciar estos dos componentes, la resistencia y la reactancia.

Para establecer la fórmula de ángulo de fase, hay que basarnos en los condensadores en el circuito de la corriente alterna producen un retardo de tiempo, llamémosle  $t$ , lo que quiere decir, que la corriente máxima va por delante en el tiempo del voltaje máximo. Cada célula humana metabólicamente activa posee aproximadamente de una diferencia de potencial de 50-100 mV en la membrana, que es lo que permite que dichas células actúen como condensadores en un entorno eléctrico alterno. La corriente alterna posee

una onda sinusoidal, en el que el cambio se mide en  $^{\circ}$  grados y se denomina como un ángulo de fase  $\phi$  (phi) o un  $\alpha$  (alfa).

Según esto, y para que se entienda mejor, se observara una gran ángulo de fase cuando las células estén bien nutridas, y ángulos de fase más pequeños, en los casos de células mal alimentadas, con bajos potenciales de su membrana.

El ángulo de fase, toma mayor relevancia cuando se mide en la frecuencia de 50 KHz, ya que en el agua pura de electrolitos tendría un ángulo de fase de 0 grados, contra el ángulo de fase de 90 grados que poseen la masa de una membrana celular. Es casi imposible de detectar las células grasas por su baja o incluso nula actividad metabólica, ya que estas células son de almacenamiento puro.

El ángulo de fase proporciona información sobre el estado celular así como de la condición del cuerpo de un sujeto.

*Resistencia:* La resistencia R es la resistencia pura de un conductor ante la presencia de corriente alterna. Este parámetro es inversamente proporcional al agua total del cuerpo humano. Si tenemos en cuenta que la materia grasa tiene una resistencia alta, podemos afirmar que la masa magra es buena conductora de la corriente eléctrica, puesto que este tipo de masa contiene una gran cantidad de agua, y por lo tanto de electrolitos.

Por esto mismo es que, en sujetos de peso normal (saludable), la resistencia sería un inmejorable parámetro para estimar el agua corporal, la cual se localiza en el 95% de las extremidades. En este cálculo hay causas externas e internas al cuerpo humano, que pueden modificar el resultado y dar variaciones sobre-proporcionadas, como pueden ser, enfermedades del sujeto, la temperatura ambiental, la presión del aire, haber realizado alguna actividad física, etc. Todas estas causas internas o externas afectan en una medida o en otra en el contenido de agua de las extremidades.

Ocurrirá lo mismo ante un bajo contenido de agua en el cuerpo en las extremidades, causada por enfriamiento o presiones altas, donde la medición de la resistencia estará por encima del rango normal, debido a que en este caso, el agua y por lo tanto la masa corporal tendrán valores demasiado bajos y la grasa corporal por lo contrario tendrá valores demasiado altos.

Hay que mencionar que el agua corporal es muy variable a lo largo del día en el cuerpo humano, llegando a cambiar incluso cada hora, es por esto que hay que intentar hacer varias mediciones en un mismo paciente para obtener una evaluación de la composición corporal más fiable y precisa.

También hay que decir que la resistencia es inversamente proporcional al área de sección y proporcional a la longitud del cuerpo, con lo que un individuo más alto presentará una mayor resistencia si lo comparamos a un sujeto de menor altura.

Se puede calcular el volumen conductor de un sujeto con la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen del conductor (V)} = \text{longitud(L)} \times \text{Área(A)}$$

*Reactancia:* Es la resistencia presente en el cuerpo debido a la capacidad condensadora que poseen las células del cuerpo humano, llamada también reactancia  $X_c$ . Debido a que todas las membranas celulares poseen unas capas proteica-lípidas, todas las membranas son capaces de actuar como condensadores pequeños haciendo que la reactancia sea una evaluación de la masa celular corporal.

La reactancia es la resistencia que ofrecen los tejidos no-iónicos, las membranas celulares, así como los tejidos de sostén. Los primeros de ellos, los tejidos no-iónicos retardan el paso de la corriente eléctrica.

El ángulo de fase y la reactancia establecen la relación entre el cuerpo y la bioimpedancia. Hay estudios que demuestran la relación entre el ángulo de fase y la reactancia con variables nutricionales e incluso con la esperanza de vida (Alvero-Cruz, Gómez et al. 2011).

**Análisis de la Impedancia Bioeléctrica de la Corriente alterna (BIA):** Hay varios procedimientos nuevos de la medición de la impedancia eléctrica, que con la ayuda de uno o varios electrodos, una pequeña cantidad de corriente eléctrica y otros electrodos colocados en diversos sitios del cuerpo, es capaz de medir con los impulsos de la electricidad al pasar a través.

En el mercado existen varios aparatos diversos que hacen el análisis de la impedancia Bioeléctrica BIA con corriente alterna, la mayoría usados para el cálculo del agua corporal total y para el cálculo de la grasa corporal. BIA utiliza siempre corriente alterna, pero hay sistemas que varían en diseño y complejidad que utilizan otras

frecuencias y corrientes. Los niveles de intensidad usados en el cuerpo humano con los métodos de bioimpedancia eléctrica son corrientes de amperaje muy bajo, y en los que el agua actúa como conductor y es la resistencia que ofrece el fluido al paso de esta corriente la que nos dará los valores estimados de grasa y agua en el cuerpo. La resistencia se mide por un impedanciómetro.

Es en esta frecuencia de 50 KHz, cuando debido a la activación de los electrodos por la corriente alterna enviada, el sistema empieza a manifestar la reactancia y resistencia entre los dos electrodos pasivos táctiles, lo que permite medir dichos valores.

Como decía existen diversos métodos para realizar una bioimpedancia, siendo el más utilizado la tetrapolar. Dicho método consiste en la utilización de cuatro electrodos, dos por los cuales se conducirá la corriente alterna y los otros dos que son los receptores de esta corriente. Se procederá a medir en este caso la resistencia ofrecida, los valores de bioimpedancia y reactancia. La distancia a la que se colocarán estos electrodos deberá ser mayor a 4-5 cm para evitar las interferencias, provocando sino valores erróneos de reactancia y resistencia.

Para tomar las medidas el sujeto deberá estar en posición decúbito supino para que sean menores los efectos de la gravedad, la cual tiene tendencia natural a remansar el agua de las extremidades inferiores cuando se ha estado en una situación de bipedestación (posición erguida sobre las dos extremidades) . Además los electrodos se deben colocar en muñeca-mano y pie-tobillo.

**Uso Clínico:** Es amplio el repertorio de especialidades médicas en las que se benefician de la bioimpedancia eléctrica como puede ser en el área de endocrinología, nefrología, pediatría, etc. Estarían fuera del ámbito de aplicación los pacientes con prótesis metálicas internas los cuales (rodilla, cadera, etc.), que se podrían ver alterada los datos de temperatura con el paso de la corriente. Existen diferentes estudios de especialistas médicos en los que se relación la bioimpedancia eléctrica (BIA) con obesidad, anorexia, cáncer e incluso el SIDA. En este último caso, la bioimpedancia ayuda a los médicos puedan medir los resultados de sus tratamientos en un paciente, ya que el BIA ofrece información precisa de la composición corporal y así comparar los datos de desgaste progresivo de los tejidos.

También es aplicable cada vez más la BIA en pacientes terminales con enfermedades crónicas de riñón.

**Validez de las mediciones de bioimpedancia eléctrica:** No podemos considerar al cuerpo humano como uniforme, ni por su longitud ni por su composición iónica, y demás circunstancias, que pueden llegar a hacer imprecisas las mediciones. Para hacernos una idea de que factores pueden influenciar en la bioimpedancia, se puede afirmar por estudios diversos en el tema, que la bioimpedancia eléctrica es diferente entre las etnias. En la mayoría de los estudios con instrumentos de BIA mano-mano, pie-pie y mano-pie, se utilizaron en sujetos japoneses de 18 a 27 años y en ellos se demostró una sobreestimación de los resultados de casi el 3,3% de grasa corporal. Esto es debido a que la BIA se ve afectada por diferentes y diversos aspectos, como pudiera ser el caso de la comida, bebida, altura de la camilla, la temperatura ambiente, la temperatura de la piel, si se ha realizado una actividad física en las últimas horas, etc. Por ejemplo el haber realizado una actividad física, provoca que el flujo sanguíneo al musculo aumenta debido al gasto cardiaco al que se ve sometido el cuerpo, además de incrementar la temperatura corporal, tanto de piel como de músculos, disminuyendo así la resistencia muscular y dando pues un valor menor de impedancia corporal. También la colocación de los electrodos puede alterar los resultados o las especificaciones de la máquina en si ya que cada una puede poseer dependiendo del fabricante unas ecuaciones o algoritmos diferentes.

Otros factores que también pueden afectar al cálculo de la BIA y sus resultados, son la ingesta de alimentos, la posición del cuerpo, situaciones clínicas o enfermedades, etc (Alvero-Cruz, Gómez et al. 2011).

Individuos	Comentarios	Recomendaciones
Comida, bebidas, alcohol	En ayunas o tras 4 h de ayuno	No tomar alcohol en las 8 h anteriores a la BIA
Ejercicio físico	Interferencias No en 8 h anteriores	Para seguimiento durante períodos de entrenamiento, realizar siempre a la misma hora
Momento del día	Anotar hora de la BIA	Por la mañana en ayunas. Tras 4 h de ayuno
Temperatura ambiente		Anotar temperatura ambiente
Piel	Sin lesiones	Pegar bien los electrodos en toda su superficie. No pegar en zonas lesionadas. Limpieza previa con alcohol de 70°
Posición de las extremidades	En abducción	Brazos a 30°; Piernas a 45°
Posición	Supino. Excepción para las BIA pie-pie, mano-mano	Entre 8 y 10 min de posición en decúbito supino. Protocolizar siempre el mismo tiempo para estudios de investigación. Seguir instrucciones del fabricante. En pacientes encamados (decúbito supino) anotar esta circunstancia
Alteraciones de la forma corporal	Anotar anomalías corporales	Amputaciones, atrofas, escoliosis, distrofas, obesidad
Grupo étnico	Anotar	Grandes diferencias según la raza y la ecuación utilizada debe ajustarse a esa circunstancia
Control de ejercicio físico/entrenamiento	Anotar hora del día. Tener en cuenta circunstancias de control de entrenamiento en deportistas	Respetar en lo posible normas de ayuno y ejercicio. Realizar BIA tras día/s de compensación de sesiones de entrenamiento

Figura 3: Recomendaciones de uso de la bioimpedancia eléctrica en diferentes situaciones y circunstancias (Alvero-Cruz, Gómez et al. 2011).

Para poder asegurar la fiabilidad de los resultados obtenido con BIA, es muy importante la selección de una ecuación de estimación apropiada, que nos dé un error estándar de estimación (EEE) lo más bajo, no superando el intervalo de 2-2,5 Kg en los varones , y de 1,5-1,8 Kg en el caso de las mujeres. Es importante a la hora de escoger dicha ecuación conocer bien la población que se va a someter a estudio y conocer el método de referencia empleado, si ha sido de validación externa o interna. Hay que tener en cuenta además que el cuerpo humano presenta diferencias geométricas, su nivel de agua es variable, así como su masa grasa, lo que influye de manera directa en sus cualidades conductoras.

A pesar de todos estos factores que pueden alterar los valores de las mediciones en bioimpedancia, se puede afirmar que este método, BIA, tiene una mayor fiabilidad que la toma de pliegues cutáneos, ya que este segundo método requiere de un explorador, aun así la bioimpedancia requiere del rigor cumplimiento de una serie de normas.

Estos dos métodos analíticos, antropometría y bioimpedancia eléctrica, son muy diferentes entre sí y para poder equiparar los resultados obtenidos con ambos métodos, necesitamos encontrar alguna relación en los resultados obtenidos. Respecto a este punto, los investigadores advierten que hay que tener cautela en la interpretación de dichos resultados. Dicho esto, el objetivo del trabajo será hallar esta correlación entre ambos métodos, para poder valorar si tienen concordancia los resultados obtenidos y poder conocer la fiabilidad que dichas técnicas. Evaluaremos además los distintos aparatos que existen para la bioimpedancia eléctrica, ya que su uso se está generalizando en los análisis nutricionales (Serrano, Beneit et al. 2007).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

No existen modelos antropométricos validados para estimar la composición corporal en deportistas no de élite, pero que dedican un considerable número de horas semanales a la práctica de actividad física programada. Los modelos establecidos en población general pueden no ajustarse a este colectivo, considerando el sedentarismo característico de la población.

Dada la falta de modelos específicos para estos deportistas, se pretende analizar la validez de los distintos modelos antropométricos de composición corporal en este colectivo, tomando como método de referencia la antropometría por pliegues cutáneos.

### **3. OBJETIVOS**

El objetivo del presente estudio será comparar los resultados de la composición corporal (% grasa corporal y % músculo esquelético), obtenidos mediante; los pliegues cutáneos e impedancia bioeléctrica. Los sujetos escogidos son deportistas activos y sanos, de ambos sexos, pertenecientes al gimnasio Hero Training.

## **4. MATERIAL Y MÉTODO**

### **4.1. Diseño**

Se ha realizado un estudio observacional transversal.

### **4.2. Sujetos**

El estudio se llevó a cabo con una muestra de sujetos voluntarios activos y sanos, de ambos sexos. Pertenecientes al gimnasio Hero Training, situado en la localidad de Fuente el saz del Jarama.

Como criterios de inclusión se admitieron aquellos sujetos que no formasen parte del gimnasio Hero Training, que estuviesen dispuestos a participar en el estudio.

Los participantes fueron debidamente informados sobre el objetivo del estudio y el protocolo de recogida de información. Todos firmaron el consentimiento informado (Anexo 1).

### **4.3. Metodología**

La recogida de información tuvo lugar el mes de Mayo del año 2016. Los voluntarios fueron citados en diferentes días para que acudieran al gimnasio Hero Training, donde se realizaban las mediciones en una sala. Una vez allí se les explicó detalladamente el objetivo del estudio y en qué consistía su participación.



Todas las medidas se realizaron en la misma sesión, para evitar que variaciones en las condiciones ambientales o biológicas afectaran a los resultados. Se realizó primero la medición por BIA y después las mediciones por A.

Todos los voluntarios firmaron impreso de consentimiento informado (Anexo 1).

#### **4.3.1. Recogida de datos generales**

Se diseñó un cuestionario estructurado (Anexo 2), en el que se recogían los datos personales del sujeto (nombre, apellidos, sexo, fecha de nacimiento, fecha de evaluación), para luego después en esa misma hoja recoger todas las mediciones tanto de BIA como de la A. Para a posteriori meter todos esos datos A en un base de datos (Anexo 3), proporcionado por el antropometrista.

#### **Determinaciones antropométricas**

Para la obtención de los resultados de la composición corporal por A, se tomaron los datos necesarios para aplicar las fórmulas de % de peso graso y masa muscular esquelética. Todas las medidas fueron realizadas por el mismo explorador, un profesional de la antropometría que dispone del nivel 1 del curso I.S.A.K. Se siguió un protocolo I.S.A.K, de perfil restringido en cual se tomaron un total de 11 datos divididos en: peso, talla, 3 perímetros (brazo relajado, muslo y pierna) y 6 pliegues de grasa (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial). Todas las medidas se determinaron por triplicado, con lectura a los dos segundos, considerando el valor de la media de las tres mediciones. Cuando se encontraba una diferencia superior a 1 mm, se descartaba esa medición y se repetía.

*Peso corporal (kg):* Se determinó con una báscula OMRON BF 511 con una precisión de 100 g. Los sujetos se colocaron de pie, en ropa interior y descalzos, en el centro de la plataforma de la báscula, en posición estándar erecta, con las manos en los laterales del cuerpo, la mirada al frente, de manera que se distribuyese el peso por igual en ambas piernas. La lectura se realizó en el momento en el que el aparato mostraba un valor estable.

*Talla (cm):* Se utilizó un metro de carpintero, adosándolo a una pared y controlado con respecto al plano vertical y la altura, en conjunto con una escuadra o un instrumento similar colocado a 90°.



*Pliegues cutáneos (mm):* El grosor de los pliegues cutáneos se determinó con un lipocalibre GPM de presión constante, con una precisión de 0,2 mm. Para ello primero se marcó con un lápiz dermográfico o bolígrafo el punto exacto en el que iba a realizarse la medición; luego se cogió el panículo adiposo en el punto marcado con los dedos índice y pulgar de la mano izquierda, teniendo cuidado de no soltarlo hasta haber finalizado la medición.

Con la mano derecha se sujetó el calibrador, haciendo presión para separar las ramas, aplicándolas luego en ángulo recto con respecto a la dirección del pliegue y a una distancia aproximada de dos centímetros de los dedos.

Después se liberó la presión ejercida sobre el plicómetro, se esperaron dos segundos y se procedió a efectuar la lectura, en milímetros. Finalmente, se retiró el instrumento y se soltó el pliegue. Todas las mediciones se realizaron en el lado derecho del cuerpo. Los sujetos se colocaron en posición antropométrica: de pie, adoptando una postura relajada, con los brazos colgando a los lados del cuerpo.

Se tomaron un mínimo de tres mediciones en cada sitio de referencia. Si la diferencia entre ambas mediciones fue mayor de 1 mm se realizó una cuarta medición.

Finalmente, se hizo la media de los tres valores más representativos del punto anatómico en cuestión.

*Pliegue del tríceps:* Es el espesor del pliegue cutáneo ubicado sobre el músculo tríceps, en la región mesobraquial, entre el acromion y el olécranon. Es una medición utilizada

con frecuencia en estudios antropométricos porque se correlaciona de forma aceptable con el porcentaje de grasa corporal. Para su determinación el sujeto colocó el brazo derecho con una leve rotación externa a nivel de la articulación del hombro. El antropometrista se ubicó detrás del brazo derecho y tomó el panículo en dirección al eje longitudinal del miembro.



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



*Pliegue supraespinal:* Es el panículo localizado en el punto de intersección de la línea que une el borde axilar anterior con la espina ilíaca anterosuperior y la proyección horizontal del nivel superior de la cresta ilíaca, en dirección diagonal, unos  $45^\circ$  con respecto a la horizontal, siguiendo la línea de clivaje de la piel. El pliegue se tomó en sentido oblicuo hacia adentro unos  $45^\circ$ .



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



*Pliegue del muslo:* Es el grosor del panículo localizado en la parte anterior del muslo, en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y la superficie anterior de la rótula.

Para su determinación el sujeto se colocó sentado en la parte anterior del cajón de medición, con el torso erecto y los brazos colgando a los lados del cuerpo y con la rodilla extendida.



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



*Circunferencias o perímetros corporales (cm):* Para la medición de las circunferencias corporales se empleó una cinta métrica metálica inextensible. Los sujetos se colocaron en posición antropométrica y la cinta métrica se colocó perpendicular al eje longitudinal del segmento a medir.

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



*Perímetro medial del muslo:* Es la circunferencia perpendicular al eje longitudinal del muslo, en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y la superficie anterior de la rótula. El punto anatómico de referencia se marcó con el sujeto sentado, con los pies apoyados en el piso y la rodilla en posición de 90°. Para su determinación el sujeto se colocó de pie, con las piernas ligeramente separadas y el peso del cuerpo uniformemente distribuido sobre los dos pies.



*Circunferencia de la pantorrilla (máxima):* Es el perímetro máximo localizado sobre los gemelos, en un plano perpendicular al eje longitudinal de la pierna.



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

*Índice de masa corporal (IMC) (en kg/m<sup>2</sup>):* Este parámetro se considera de mayor interés epidemiológico como indicador de la adiposidad. Se calculó a partir de la fórmula de Quetelet:

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

La catalogación del IMC se realizó siguiendo la clasificación de la OMS de 2004 (Tabla 2) (Rodríguez Vicente 2015).

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

### **Cálculo de la composición corporal por antropometría**

Existe varios métodos o formulas para hallar tanto el porcentaje de grasa como el de musculo esquelético de nuestros cuerpos, por ello a continuación se describe alguno de ellos.

*Cálculo del porcentaje de grasa corporal mediante modelos predictivos para población general adulta: Durnin J, Womersley J y Siri:* Para aplicar este modelo primero se calcula la densidad corporal (Dc) mediante las ecuaciones de Durnin y Womersley (Rodríguez Vicente 2015):

Hombres:

- 20-29 años:  $Dc = 1.1631 - 0.0632 \times \log_{10}(\Sigma 4P)$
- 30-39 años:  $Dc = 1.1422 - 0.0544 \times \log_{10}(\Sigma 4P)$

- 40-49 años:  $Dc = 1.1620 - 0.0700 \times \log_{10} (\Sigma 4P)$
- 50-72 años:  $Dc = 1.1715 - 0.0799 \times \log_{10} (\Sigma 4P)$

Mujeres:

- 20-29 años:  $Dc = 1.1599 - 0.0717 \times \log_{10} (\Sigma 4P)$
- 30-39 años:  $Dc = 1.1423 - 0.0632 \times \log_{10} (\Sigma 4P)$
- 40-49 años:  $Dc = 1.1333 - 0.0612 \times \log_{10} (\Sigma 4P)$
- 50-68 años:  $Dc = 1.1339 - 0.0645 \times \log_{10} (\Sigma 4P)$

Donde  $\Sigma 4P$  es el sumatorio de los pliegues del tríceps, bíceps, cresta ilíaca y subescapular (mm).

A continuación se estima el porcentaje de masa grasa mediante la ecuación de Siri.:

$$MG (\%) = (495/Dc) - 450$$

$$MLG (\%) = 100 - MG$$

*Cálculo del porcentaje de grasa corporal mediante modelos predictivos para deportistas:* Con las dos siguientes fórmulas se muestra otros métodos para la determinación del porcentaje de grasa. Siendo la ecuación de Carter la elegida en el trabajo para la obtención de la MG (Cruz, Armesilla et al. 2009):

a) Faulkner:

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

$$\text{Mujeres: } MG (\%) = 0.213 \times (PT + PSE + PSesp + PA) + 7.9$$

Donde PT: pliegue del tríceps (mm); PSE: pliegue subescapular (mm); PSesp: pliegue supraespal (mm); PA: pliegue abdominal (mm).

b) Carter:

$$\text{Hombres: MG (\%)} = 0.1051 \times (\text{PT} + \text{PSE} + \text{PSesp} + \text{PA} + \text{PM} + \text{PP}) + 2.58$$

$$\text{Mujeres: MG (\%)} = 0.1548 \times (\text{PT} + \text{PSE} + \text{PSesp} + \text{PA} + \text{PM} + \text{PP}) + 3.58$$

Donde MG: masa grasa (%); PT: pliegue del tríceps (mm); PSE: pliegue subescapular (mm); PSesp: pliegue supraespinal (mm); PA: pliegue abdominal (mm); PM: pliegue del muslo (mm); PP: pliegue pantorrilla (mm).

*Cálculo de la masa muscular esquelética mediante modelos predictivos para población general adulta:* Se calculó la masa muscular esquelética mediante la ecuación de Lee (Cruz, Armesilla et al. 2009):

$$\text{MME (kg)} = T \times (0.00744 \times \text{PBC}^2 + 0.00088 \times \text{PMC}^2 + 0.00441 \times \text{PPaC}^2) + (2.4 \times S) - (0.048 \times E) + \text{Et} + 7.8$$

Donde: MME, masa muscular esquelética; T, talla (m); PBC, perímetro brazo corregido (cm) [PBC = perímetro brazo relajado (cm) - (3.1416 x (PT (mm)/10))]; PMC, perímetro muslo corregido (cm) [PMC= perímetro del muslo (cm) - (3.1416 x (PM (mm)/10))]; PPaC, perímetro de la pantorrilla corregido (cm) [PPaC = perímetro de la pantorrilla (cm) - (3.1416 x (PP (mm) /10))]; PT: pliegue del tríceps (mm); PM, pliegue muslo anterior (mm); PP, pliegue pierna medial (mm); S, sexo (mujeres=0; hombres=1); E, edad (años); Et, etnia (“-2”=asiáticos; “1.1”=afro-americanos; “0”=caucásicos e hispánicos).

*Cálculo de índices de composición corporal:* Una vez estimada la MG y la MLG, se podría calcular los índices de masa grasa (IMG) y de masa libre de grasa (IMLG) como se indica a continuación; pero en el presente trabajo no se realizó (Rodríguez Vicente 2015):

$$\text{IMG (kg/m}^2\text{)} = \text{MG (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\text{IMLG} = \text{MLG (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

### **Análisis de bioimpedancia (BIA)**

El porcentaje de grasa corporal como el de músculo esquelético se obtuvo por el análisis de impedancia bioeléctrica directamente con una báscula de bioimpedancia (OMRON BF 511) siguiendo el protocolo descrito por el fabricante (mediante el método de IB).

El fabricante recomienda unas horas para la medición de la grasa corporal siendo:

- Después de despertarse y 30 minutos después de a ver orinado.
- Antes de la comida y unas 2 horas o más después del desayuno.
- Por la tarde unas 2 horas o más después de la comida y antes de darse un baño o de cenar.
- Antes de acostarse y unas 2 horas o más después de cenar o de darse un baño.

Evitar realizar mediciones en las siguientes circunstancias:

- Obviar las mediciones inmediatamente después de comer, de bañarse o de una sauna.
- Inmediatamente después de ejercicio físico intenso.
- Después de beber alcohol o una gran cantidad de agua o después de una comida (2 horas).

Si se efectúa una medición bajo las siguientes condiciones físicas, la composición corporal calculada podría variar significativamente de la real, ya que, en esos momentos, el contenido de agua del cuerpo está cambiando.

El fabricante da unas advertencias acerca de que el monitor puede dar unos resultados de porcentaje de grasa corporal calculado en esta unidad difiera significativamente del porcentaje de grasa corporal real en las siguientes circunstancias:

- Ancianos (más de 81 años de edad).
- Personas con fiebre.
- Culturistas o atletas muy entrenados.
- Pacientes sometidos a diálisis.
- Pacientes con osteoporosis que tengan una densidad ósea muy baja.
- Mujeres embarazadas.
- Personas con hinchazones.

- Mujeres en etapa de menstruación.

Estas diferencias pueden deberse a cambios en las tasas de líquidos corporales y/o composición corporal.

Por todo ello, se les recomendó a los sujetos hacer las mediciones por la mañana, en situación de post-ingesta (al menos 2 horas después de comer) o sin haber desayunado y habiendo pasado 12 horas sin haber realizado ejercicio físico intenso.

Durante la prueba; los voluntarios permanecieron de pie con las rodillas y espalda recta y mirada al frente. Los brazos debían estar elevados de forma horizontal y los codos extendidos hasta quedar rectos, siendo la postura final con los brazos extendidos hasta que quedasen rectos y formasen un ángulo de 90° grados respecto a su cuerpo. Todo ello sosteniendo la unidad de pantalla de forma que se pueda ver la pantalla. Debían sujetarla presionando sus palmas firmemente sobre los electrodos de agarre, colocando el dedo corazón en el rebaje de la parte posterior de los electrodos de agarre. Con el pulgar y el dedo índice sostenían los electrodos de agarre internos firmemente y con los dedos anular y meñique sujetaban los electrodos de agarre externos.



Las posturas que se debían evitar durante la medición son: movimiento durante la medición, brazos doblados, brazos demasiado bajos o altos, pantalla colocada hacia arriba, rodillas dobladas y de pie sobre el borde de la unidad de plataforma.

Por lo que el protocolo que se siguió durante las mediciones fue:

- Configurar y ajustar los datos personales del sujeto en el monitor. Los parámetros que se debían introducir para la correcta medición son: edad, sexo y la estatura en centímetros.

- Subirse en la unidad de medición descalzos y colocando los pies sobre los electrodos de los pies, de manera que el peso quedara uniformemente distribuido.
- A continuación, se extendían los brazos sujetando la unidad de pantalla (electrodos de mano), hasta que quedasen rectos y formasen un ángulo de 90° grados con respecto al cuerpo.
- Una vez que había finalizado la medición, aparecía su peso, en ese momento era cuando se podían bajar de la plataforma de medición.

Con este tipo de monitor, te da una serie de parámetros de composición corporal y pudiendo interpretarlos inmediatamente los resultados, como son: el peso corporal, el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa corporal, el porcentaje de músculo esquelético, el metabolismo basal y la grasa visceral (Alvero-Cruz, Gómez et al. 2011).

Para este estudio los únicos parámetros que se han cogido han sido el peso corporal, el IMC, la GC y el MME.

Este monitor para hallar el IMC, emplea la siguiente fórmula para indicar la proporción que existe entre el peso y la estatura del sujeto.

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)} / \text{estatura (m)} / \text{estatura (m)}$$

El porcentaje de grasa corporal lo calcula con la siguiente formula (Alvero-Cruz, Gómez et al. 2011).

$$\text{Porcentaje de grasa corporal (\%)} = \\ (\text{Masa de grasa corporal (kg)} / \text{peso corporal (kg)}) \times 100$$

#### **4.4. Análisis estadístico**

Todos los resultados fueron expresados como la media y la desviación estándar ( $X \pm DE$ ).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Descripción de la muestra

Se examinaron 45 deportistas, 22 varones (48,9%) y 23 mujeres (51,1%), pertenecientes al gimnasio Hero Training. Con una edad media de la muestra general de  $34,26 \pm 9,01$  años, con un intervalo de 18,09 a 51,92. Para peso, estatura e IMC, los valores promedios así como las desviación estándar fue:  $68,55 \pm 10,45$  kg,  $1,68 \pm 0,08$  metros y  $24,27 \pm 2,65$  kg/m<sup>2</sup> respectivamente (tabla 3).

**Tabla 3**  
**Datos antropométricos de los sujetos incluidos en el estudio**  
**Media  $\pm$  desviación estándar. Entre paréntesis, intervalo.**

	<b>Total</b>	<b>Varones</b>	<b>Mujeres</b>
<b>Número de sujetos</b>	45	22	23
<b>Edad (años)</b>	$34,26 \pm 9,01$ (18,09 - 51,92)	$33,77 \pm 9,082$ (18,09 - 51,92)	$34,72 \pm 8,36$ (20,92 - 49,58)
<b>Peso (Kg)</b>	$68,55 \pm 10,45$ (48,25 - 95,60)	$75,18 \pm 9,30$ (60,00 - 95,60)	$62,20 \pm 7,05$ (48,25 - 74,00)
<b>Talla (m)</b>	$1,68 \pm 0,08$ (1,52 - 1,83)	$1,73 \pm 0,06$ (1,63 - 1,83)	$1,63 \pm 0,06$ (1,52 - 1,77)
<b>IMC</b>	$24,27 \pm 2,65$ (19,70 - 31,42)	$25,18 \pm 2,50$ (20,52 - 31,42)	$23,41 \pm 2,54$ (19,70 - 30,11)
<b>Pliegue del Triceps (mm)</b>	$14,63 \pm 7,73$ (5,47 - 40,13)	$8,91 \pm 3,31$ (5,47 - 19,33)	$20,10 \pm 6,72$ (9,07 - 40,13)
<b>Pliegue del Subescapular (mm)</b>	$12,72 \pm 4,73$ (6,07 - 29,20)	$10,92 \pm 3,76$ (6,07 - 23,07)	$14,44 \pm 5,00$ (7,92 - 29,20)
<b>Pliegue del Supraespinal (mm)</b>	$11,25 \pm 5,81$ (4,47 - 30,40)	$9,37 \pm 4,86$ ( 4,47 - 24,31)	$13,05 \pm 6,16$ (6,33 - 30,40)
<b>Pliegue Abdominal (mm)</b>	$20,75 \pm 8,58$ (7,67 - 46,07)	$19,26 \pm 9,66$ (7,67 - 46,07)	$22,17 \pm 7,35$ (12,07 - 43,07)
<b>Pliegue Muslo frontal (mm)</b>	$22,31 \pm 11,25$ (6,25 - 43,73)	$13,50 \pm 6,60$ (6,25 - 29,07)	$30,74 \pm 7,74$ (13,07 - 43,73)
<b>Pliegue Pantorrilla medial (mm)</b>	$13,61 \pm 8,90$ (3,07 - 40,07)	$7,27 \pm 2,89$ (3,07 - 13,33)	$19,67 \pm 8,49$ (4,13 - 40,07)
<b>Circunferencia Brazo relajado (cm)</b>	$30,20 \pm 4,63$ (22,80 - 48,5)	$33,50 \pm 4,07$ (28,40 - 48,50)	$27,05 \pm 2,39$ (22,80 - 31,90)
<b>Circunferencia Muslo medio (cm)</b>	$53,38 \pm 4,70$ (66,00 - 44,40)	$54,90 \pm 4,33$ (66,00 - 48,10)	$51,92 \pm 4,68$ (60,00 - 44,40)
<b>Circunferencia Pantorrilla (cm)</b>	$36,20 \pm 4,84$ (10,00 - 47,00)	$36,05 \pm 6,13$ ( 10,00 - 41,50)	$36,33 \pm 3,32$ ( 31,80 - 47,00 )

Como se puede observar en dicha tabla, referente a la edad no hay diferencias significativas entre sexos, pero respecto al peso corporal se aprecia que los varones son más pesados que las mujeres. Al igual que sucede con la talla pero no ocurre lo mismo con IMC, que se encuentra mucho más parejo.

Otros parámetros que se ven reflejados en la tabla 3, son los datos antropométricos, como son los pliegues cutáneos y las distintas circunferencias. Se aprecia que en todos los pliegues, los varones poseen un valor mucho menor que el de las mujeres, habiendo incluso diferencias tan grandes como 17 mm en el pliegue del muslo frontal. Siendo el que menor diferencia posee el del abdominal con una disimilitud de 3 mm, e incluso es abultada dicha diferencia.

Con las circunferencias ocurre justo lo contrario todos los resultados son mayores en varones que en mujeres, excepto la circunferencia de la pantorrilla, que le supera por unos pocos milímetros el valor de las mujeres. Y en este caso, las diferencias entre sexos no son tan abultadas como ocurría entre los pliegues cutáneos, siendo el valor más alto de 6 cm.

**Tabla 4**  
**Características generales de la muestra, en relación al IMC**  
**Media ± desviación estándar.**

	Total	Varones		Mujeres	
		IMC < 25	IMC ≥ 25	IMC < 25	IMC ≥ 25
<b>Número de sujetos</b>	45	11	11	18	5
<b>Edad (años)</b>	34,26 ± 9,01	33,13 ± 10,92	34,41 ± 9,09	33,86 ± 7,66	37,84 ± 10,94
<b>Peso (Kg)</b>	68,55 ± 10,45	71,42 ± 7,22	78,93 ± 9,92	59,98 ± 6,01	70,20 ± 4,26
<b>Talla (m)</b>	1,68 ± 0,08	1,75 ± 0,06	1,71 ± 0,06	1,63 ± 0,06	1,62 ± 0,05
<b>IMC</b>	24,27 ± 2,65	23,36 ± 1,47	27,00 ± 1,93	22,47 ± 1,74	26,79 ± 2,10

En la tabla 4, se puede observar los mismos parámetros que en la tabla 5, pero ahora en relación al IMC, separados por dos grupos; los sujetos que se sitúan por debajo de un 25 IMC y los que se colocan por encima de 25 IMC. El primer parámetro de la tabla se corresponde al número de sujetos, donde en los varones está equiparada el mismo número de deportistas entre grupos, siendo 11 en cada caso. Por el contrario, en el

grupo de las mujeres hay una gran diferencia entre cada grupo, encontrándonos con 18 sujetos en el grupo de menos de 25 de IMC y 5 mujeres en el de mayor de 25 IMC.

Como se puede apreciar en dicha tabla, con lo referente a la edad entre los dos grupos de varones, no existe una gran diferencia, tan solo un 1 % de diferencia. Pero si nos pasamos al sexo femenino, entre los dos grupos de IMC, los sujetos que se sitúan por encima de un IMC de 25, poseen un valor mucho más alto que las que se encuentran por debajo del IMC 25. Si comparamos entre ambos sexos, los deportistas menores de 25 IMC están parejos los resultados, mientras que los superiores a 25 IMC, hay una diferencia de 3 %. Con referencia a la muestra en general, se podría decir que todos los grupos se encuentran muy cercanos o incluso con el mismo valor que al de la media de la muestra total, como es el grupo de los varones por encima de un IMC de 25.

Lo mismo sucede con el peso corporal que con el caso anterior. Entre los dos grupos de varones y mujeres, los que se sitúan inferiores a un 25 de IMC, tienen un valor menor que los que poseen un IMC superior a 25. Pero entre sexos se puede ver, que si existe una diferencia entre los dos grupos, teniendo un valor superior los varones con un IMC inferior a 25, comparándolos con las mujeres con un IMC de menos de 25. Siendo el mismo caso con el grupo de IMC mayor a 25, dando un valor de un 8 % superior en varones en comparación al de mujeres.

Con lo referente a la talla, se ve a simple vista que los varones poseen unos resultados más altos que el de las mujeres, comparándolo en ambos grupos. Si nos fijamos dentro de cada sexo, los varones que se encuentran con un IMC mayor a 25, tienen menos talla que el otro grupo, e incluso es el grupo que más próximo se encuentra del valor medio de la muestra general. En el de las mujeres sucede lo mismo, pero siendo la diferencia mucho menor, de tan solo 1 centímetro.

Si analizamos el parámetro del IMC, entre sexos se ve una diferencia de tan solo 1 % superior los varones al de las mujeres entre ambos grupos. Si dentro de cada sexo y lo comparamos entre varones y mujeres, tanto el grupo de menor y de mayor de un IMC de 25 en los varones, es superior un 1 % al grupo de las mujeres.

**Tabla 5**  
**Composición corporal de los deportistas, fraccionado por sexos.**  
**Media  $\pm$  desviación estándar. Entre paréntesis, intervalo.**

	<b>Total</b>	<b>Varones</b>	<b>Mujeres</b>
<b>Número de sujetos</b>	45	22	23
<b>% MG</b>			
<b>Carter</b>	16,21 $\pm$ 7,43 (6,56 - 35,07)	9,91 $\pm$ 2,81 (6,56 - 17,82)	22,24 $\pm$ 5,03 (14,15 - 35,07)
<b>BIA</b>	25,83 $\pm$ 8,28 (7,60 - 44,18)	19,68 $\pm$ 6,63 (7,60 - 31,92)	31,71 $\pm$ 5,74 (23,31 - 44,18)
<b>% MME</b>			
<b>Lee</b>	38,21 $\pm$ 6,76 (26,22 - 53,98)	43,14 $\pm$ 5,45 (31,50 - 53,98)	33,50 $\pm$ 3,96 (26,22 - 42,63)
<b>BIA</b>	32,58 $\pm$ 7,07 (20,62 - 46,70)	37,15 $\pm$ 6,54 (24,42 - 46,70)	28,20 $\pm$ 4,28 (20,62 - 38,23)

Comparamos ahora en la Tabla 5 el porcentaje de grasa distribuido por sexos. Como he comentado anteriormente la muestra de varones y mujeres he intentado que fuera lo más equitativa posible, para poder hacer comparaciones de los diversos cálculos.

En relación al porcentaje de grasa, tanto en el cálculo de Carter como por el método de bioimpedancia, el resultado es en ambos casos muy superior en las mujeres que en los hombres, siendo en el caso del cálculo de Carter más del doble que en resultado en varones.

También es representativo el intervalo de grasa entre ambos sexos, ya que en el caso de las mujeres, ambos intervalos (Carter: 14,15 – 35,074) / (BIA: 23,31 – 44,18), mínimo y máximo, son superiores al doble de los intervalos en el caso de los varones (Carter: 6,56 – 17,82) / (BIA: 7,60 – 31,92).

Si comparamos los resultados obtenidos por Carter y por BIA, en el caso de los varones los resultados de la media y desviación estándar de bioimpedancia doblan a los resultados por la fórmula de Carter e incluso se triplican en el caso de la desviación estándar (de 6,63 BIA a un resultado de 2,81 en Carter).

Esto no ocurre en el caso de las mujeres en las que la diferencia no llega a 9,00 puntos entre el resultado de BIA y el resultado de Carter.

En cuanto a la masa muscular esquelética MME, estos resultados se dan la vuelta por completo, y son los varones los que presentan mayores valores de masa muscular. Tanto en el cálculo de Lee como con la Bioimpedancia.

En el caso de los varones, la media de los varones en el caso de Lee (43,14) es superior al intervalo máximo de las mujeres (Lee: 26,22 – 42,63).

Tanto en la BIA como con los cálculos de Lee, el intervalo máximo se encuentra en los resultados de los varones, y el intervalo mínimo en el de las mujeres. También la desviación estándar en el caso de los varones es más de 2,00 puntos superior a la desviación estándar de las mujeres.

**Tabla 6**  
**Composición corporal de los deportistas, dividido por edades.**  
**Media ± desviación estándar. Entre paréntesis, número de sujetos.**

<b>Varones</b>				
<b>Edad</b>	18 - 29,99 (8)	30 - 39,99 (8)	40 - 52 (6)	18 - 52 (22)
<b>% MG</b>				
<b>Carter</b>	9,10 ± 1,9	8,90 ± 1,4	12,40 ± 3,8	9,91 ± 2,81
<b>BIA</b>	17,70 ± 4,9	18,90 ± 4,5	23,30 ± 7,1	19,68 ± 6,63
<b>% MME</b>				
<b>Lee</b>	45,40 ± 2,2	44,10 ± 6,9	38,80 ± 4,4	43,14 ± 5,45
<b>BIA</b>	40,80 ± 3,8	38,00 ± 5,9	31,20 ± 6,8	37,15 ± 6,54
<b>Mujeres</b>				
<b>Edad</b>	20 - 29,99 (6)	30 - 39,99 (11)	40 - 50 (6)	20 - 50 (23)
<b>% MG</b>				
<b>Carter</b>	20,70 ± 1,6	21,70 ± 5,7	24,80 ± 5,8	22,24 ± 5,03
<b>BIA</b>	31,00 ± 2,9	29,50 ± 5,7	36,40 ± 5,9	31,71 ± 5,74
<b>% MME</b>				
<b>Lee</b>	34,70 ± 3,8	33,90 ± 3,7	31,70 ± 4,6	33,50 ± 3,96
<b>BIA</b>	29,20 ± 4,0	29,30 ± 4,1	25,20 ± 4,0	28,20 ± 4,28

En este último cuadro comparativo, la Tabla 6, se compara la composición corporal de los sujetos deportistas (tanto % de grasa MG, como % masa muscular MME), además de por sexo, por intervalos de edad, estableciendo para este dato tres bloques, de 18 años a 30, a partir de 30 años hasta los 40, y desde los 40 hasta el máximo intervalo que tenemos, que en el caso de los hombres es 52, y en el de las mujeres 50.

En el caso de los varones, la media de materia grasa (%MG), en los dos primeros intervalos de edad (18-30, y 30-40 años) están en línea más o menos con la media general de los varones (Carter: 9,91 / BIA: 19,68). Sin embargo en el tramo de los sujetos más mayores, en el intervalo de 40-52 años, la media de materia grasa se dispara casi en 4 puntos por encima de la media (Carter: 12,40 / BIA: 23,30) de %MG.

Lo contrario ocurre con la masa esquelética (%MME) en los dos primeros intervalos de edad (18-30, y 30-40 años) están en línea más o menos con la media general de los varones (Carter: 43,14 / BIA: 37,15) pero en el último intervalo, de los sujetos más mayores da un % MME de 38,80 con Carter y de 31,20 por BIA, es decir, da un resultado de 6 puntos por debajo de la media.

Podemos concluir pues que los varones a partir de 40 años, son los que mayor porcentaje de grasa presentan y menor porcentaje de masa esquelética a pesar de ser el tramo de edad con menos individuos tomados a la muestra., con tan solo seis sujetos.

Referente a la masa esquelética (%MME) se repite las conclusiones que con los cálculos en los varones, siendo los sujetos de mayor edad los que menor porcentaje de masa esquelética presentan.

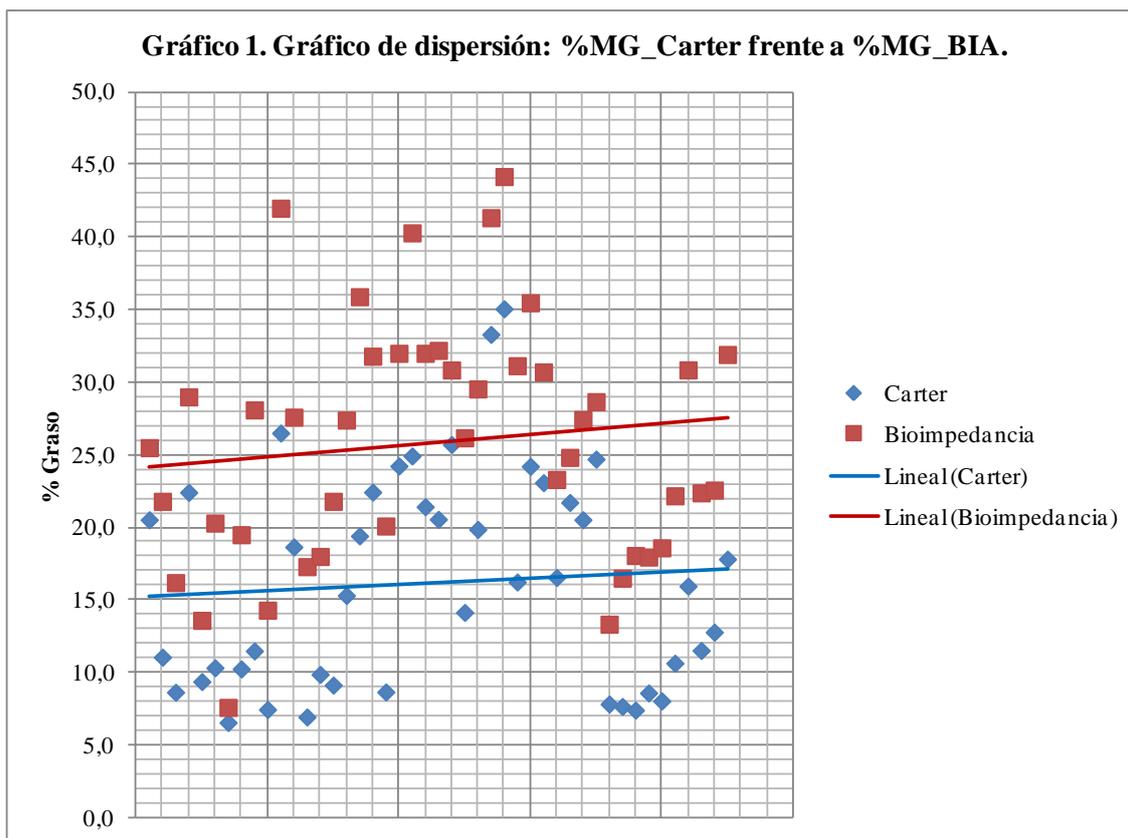
Con las mujeres, también podemos decir que las mujeres de mayor edad, son las que dan un mayor porcentaje de grasa y menor porcentaje de masa esquelética. Aunque aquí a diferencia del caso de los varones, tenemos un reparto de sujetos en cada tramo mucho más dispar, teniendo 11 mujeres en el segundo tramo (30-39,99 años), frente a 6 mujeres en el último tramo de mayores de 40 años, con lo que los cálculos y resultados obtenidos no podemos afirmar que sean equitativos.

Al margen del número de mujeres sometidas a la muestra, si compramos los resultados obtenido , al igual que pasaba en el caso de los varones, el porcentaje de materia grasa mayor se encuentra en el tramo de mujeres más adultas, con edades mayor a los 40 años, pero aquí la diferencia con la media (Carter :22,24 / BIA: 31,71) no es mayor de 2,00 puntos en el cálculo de Carter con un resultado de 24,80 y de 5,00 puntos en el cálculo con BIA con un resultado 36,40.

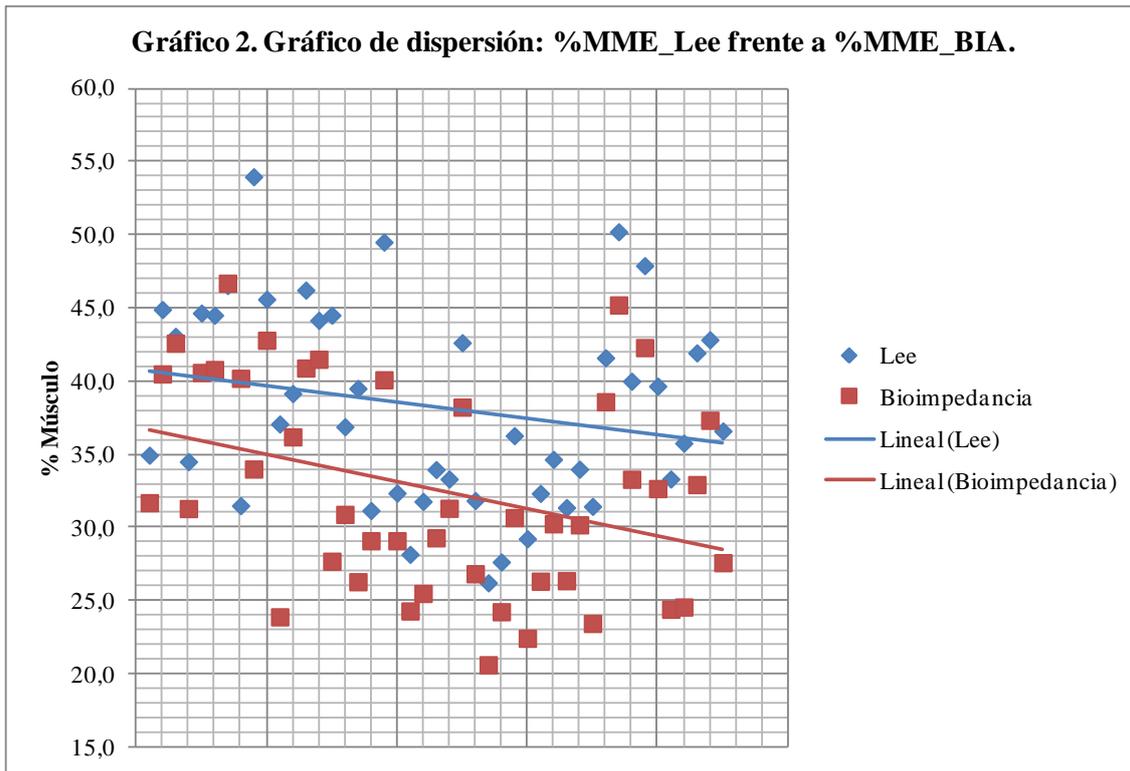
Comentar sobre la desviación estándar, tanto en el caso de los varones como en el caso de las mujeres, que los valores más bajos, se encuentran tanto en MG como en los resultados del MME, en el tramo de sujetos más jóvenes en todos los cálculos, BIA,

Carter y Lee, lo que podemos afirmar que en este tramo de 18 a 30 años, los sujetos sometidos a estudio tienen sus valores de grasa y músculo muy similares entre ellos.

Sobre los datos obtenidos en un método y otro, destacar en las muestras de los varones, la diferencia que existe en el %MG entre el método Carter y la bioimpedancia, dando en este segundo caso casi el doble de resultado en



Si comparamos ahora el porcentaje de grasa de todos los sujetos de los dos métodos con una gráfica de dispersión (gráfica 1), se puede apreciar que los resultados de BIA se encuentran los valores mucho más altos que los de A. Al igual que si se observa la línea de la media de cada método, siendo la de BIA casi un 10% más que la de A. Si nos fijamos en los resultados de A, se ve que la gran mayoría de sujetos se encuentran por debajo del 15% de grasa comparándolo con los de BIA, situándose un gran número de deportistas por encima del 25% de grasa.



En este gráfico de dispersión (gráfico 2), se compara el porcentaje de MME de los métodos. Resalta a una primera que posee unos valores mucho más mayores de músculo los de A que los de BIA. Si se compara con las líneas medias de cada uno, la diferencia es de un 5% mayor el de A que el de BIA. Encontrándolos la mayoría de sujetos por el método de A, por encima del 40%, al contrario de lo que sucede con la BIA, situándose un gran número de deportistas por debajo del 35%.

## 6. DISCUSIÓN

En la bibliografía existente son varios los estudios de concordancia entre la A y los métodos BIA para la estimación de la composición corporal en deportistas (Andreoli, Melchiorri et al. 2004, Utter, Nieman et al. 2005). Utter, *et al.* hallaron una alta concordancia entre el método antropométrico y la BIA para la estimación de la masa grasa. Pero hay que tener en cuenta la ecuación antropométrica que se elija, para hallar el porcentaje graso del cuerpo. Ya que puede llevar a dar una gran diferencia en los resultados, como le pudo ocurrir en dicha investigación donde utilizaron la fórmula antropométrica de Brozek, que únicamente introduce 3 pliegues cutáneos situados en el miembro superior del cuerpo (tríceps, subescapular y abdominal), sin tener en cuenta mediciones del tren inferior.

Andreoli, *et al.* utilizaron otro método de referencia, modelo tetra-compartimental, para compararlo con el método A y el BIA, llegaron a la conclusión de que ambos métodos (A y BIA), sobrestimaban de forma significativa el contenido de la masa grasa en deportistas. La ecuación antropométrica que utilizaron fue la de Durnin y Womersley que se halla el resultado solo con 4 pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco), obviando nuevamente la parte inferior del cuerpo para obtener el porcentaje graso.

El objetivo principal de este estudio fue comparar los resultados de la composición corporal (% grasa corporal y % músculo esquelético), obtenidos mediante; los pliegues cutáneos e impedancia bioeléctrica. En un grupo de deportistas activos y sanos, pertenecientes al gimnasio Hero Training.

Tal y como se ha mostrado en las tablas y gráficos en el apartado de resultados, las medidas entre un método y otro distan bastante entre sí, llegando a una diferencia de casi un 10 % en MMG entre un método y otro, y de un 6% en MME, siendo mayores los resultados por BIA frente a los antropométricos en grasa, y al contrario en el caso del músculo, siendo mayores los resultados de A.

Tanto en un método, como en el otro, se puede concluir que las mujeres poseen mayor porcentaje de grasa frente a los varones en ambos métodos, llegando incluso a doblar los porcentajes.

Esta diferencia entre sexos no es tan notoria en el caso del % MME, aunque siguen siendo diferencias a considerar, de un 10% en el caso de A, y de un 9% en el caso de BIA. Tanto en un método como en el otro, son los varones los que presentan mayor porcentaje de músculo esquelético.

En la comparativa de resultados entre ambos métodos, diferenciando por tramos de edad en este estudio, se mantiene una diferencia constante, tanto en MMG como en MME. Concluyendo que el parámetro de la edad de los sujetos no interviene de manera directa en los resultados.

A pesar de la diferencia de los resultados si se utiliza un método u otro, si lo que se quiere es ver una evolución de tu composición corporal a lo largo de una temporada, será válido cualquiera de estos dos métodos y podrás confiar en los resultados obtenidos, ya que si siempre realizas el estudio en las mismas condiciones (ropa, hora, ayuno...).

Se puede afirmar que unas de las ventajas de la BIA es su fácil manejo, rapidez de la obtención de los datos, lo que hace posible que lo pueda utilizar cualquier sujeto, sin previa formación, en contra de lo que ocurre con la A ya que para este segundo método, si se necesita una formación profesional para poder tomar las medidas y saber representarlas, obteniendo resultados fiables.

Referente al coste económico, si nos situamos en el lado del profesional, no es significativa la diferencia entre la adquisición del equipo para la A que una báscula de BIA, aunque si supone un ahorro de tiempo el método de bioimpedancia.

Otra ventaja de la BIA es que cualquier sujeto puede hacerse con una báscula y hacer su propio estudio de CC ya que no requiere de terceras personas ni de conocimientos en la materia.

Si tuviera que elegir entre los resultados obtenidos en ambos métodos, en un ámbito profesional, sería los de medición por pliegues cutáneos, método más respaldado en diversos estudios, siendo primordial en este método la buena formación del profesional que va a realizar las mediciones (Porta, García et al. 2009). Ya que en el deporte de elite se requiere de una mayor precisión en los resultados al contrario que ocurre con un deportista amateur, que no necesita de esta precisión, sino ver su evolución de la CC, durante un periodo de entrenamiento.

## **7. CONCLUSIÓN**

Llegamos a la conclusión, que existe una gran diferencia de resultados entre un método y otro, siendo el porcentaje de MG mayor en el estudio con bioimpedancia frente a la antropometría. Al revés ocurre en las medidas del MME donde es la antropometría la que da los resultados mucho mayores.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Albarran, M. and F. Holway (2005). "Estándares Internacionales para la Valoración Antropométrica (ISAK Manual)." Universidad de Puerto Rico: Sociedad Internacional para el avance de la Kinantropometría.

Alvero-Cruz, J., et al. (2011). "La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización." Revista Andaluza de Medicina del Deporte **4**(4): 167-174.

Andreoli, A., et al. (2004). "Multicompartment model to assess body composition in professional water polo players." Journal of sports medicine and physical fitness **44**(1): 38.

Carter, J. (1980). "The contributions of somatotyping to kinanthropometry." M. Ostyn, M. et al.(Eds). Kinanthropometry II: 409-421.

Cruz, J. R. A., et al. (2009). "Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte." Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte(131): 166-179.

Esparza, F. (1993). "Manual de cineantropometría." Monografías Femed. 1ª ed. Navarra: Grupo Español de Cineantropometría (GREC).

Pellenc, R. B. C. and I. Costa (2006). "Comparación antropométrica en futbolistas de diferente nivel." PublICE Standard(713).

Petroski, E. L. (1995). "Cineantropometria: caminhos metodológicos no Brasil." As Ciências do Esporte no Brasil. Campinas autores associados: 80-101.

Porta, J., et al. (2009). "El método antropométrico vs diferentes sistemas BIA para la estimación de la grasa corporal en deportistas." Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte(131): 187-193.

Rodríguez Vicente, M. (2015). "Evaluación de la composición corporal en estudiantes deportistas: Comparación entre técnicas antropométricas y análisis de bioimpedancia."

Serrano, M., et al. (2007). "Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar." Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria **27**(3): 11-19.

Silva, H., et al. (2008). "Análisis del IMC y Somatotipo en una Muestra de Adolescentes con Sobrepeso y Obesidad en Temuco-Chile." International Journal of Morphology **26**(3): 707-711.

Utter, A. C., et al. (2005). "Evaluation of leg-to-leg BIA in assessing body composition of high-school wrestlers." Medicine and science in sports and exercise **37**(8): 1395-1400.

Wang, Z.-M., et al. (1995). "Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods." The American journal of clinical nutrition **61**(3): 457-465.

**ANEXOS**

**Anexo 1:** Impreso de consentimiento informado.

Yo,.....

(Nombre completo del participante en el estudio)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias a mis preguntas.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con.....

(Nombre del investigador)

Y presto mi conformidad a participar en el estudio.

Fuente el saz, a     /                     /                     /

Firma del participante

Firma del investigador

Según la ley 15/1999 de 13 de diciembre el consentimiento para el tratamiento de sus datos personales y para su cesión es revocable. Usted puede ejercer el derecho de acceso, rectificación y cancelación dirigiéndose al investigador, que lo pondrá en conocimiento de quien corresponda.

## Anexo 2: Cuestionario estructurado

Nom. \_\_\_\_\_ Sexo(M/F) \_\_\_\_\_  
 Nombre(s) Apellido(s)

F.deN. \_\_\_\_\_ ID Evaluador \_\_\_\_\_ ID eval. \_\_\_\_\_  
 día mes año

Hora \_\_\_\_\_ Fecha eval. \_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_  
 día mes año

Comentarios \_\_\_\_\_

Altura del banco 40 cm

Básicos	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Media/Mediana
1 Masa Corporal®				
2 Estatura®				
<b>Panículos</b>				
3 Triceps®				
4 Subescapular®				
5 Biceps®				
6 Cresta ilíaca®				
7 Supraespinal®				
8 Abdominal®				
9 Muslo Frontal® d/e-a/b/c				
10 Pantorrilla Medial®				
<b>Circunferencias</b>				
11 Brazo (relajado)®				
12 Brazo (flex. & en-tensión)®				
13 Cintura (mínima)®				
14 Cintura (máxima)®				
15 Caderas (máximo)®				
16 Muslo Medio				
16 Pantorrilla (máximo)®				
<b>Diámetros</b>				
17 Humeral®				
18 Muñeca				
19 Femoral®				

® = incluido en el perfil Restringido Muslo Frontal® d/e - pierna derecha o extendida Y a/b/c - método utilizado

**NOTAS:**

### Anexo 3: Base de datos Antropométricos (Excel)



**PROTOCOLO ANTROPOMÉTRICO MEDICO-DEPORTIVO.**  
Según documento de consenso del G.R.E.C de la F.E.M.E.DE. (2008)

ROBERTO DE JOSÉ GALLEGO. LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICA,  
ESPECIALIZADO EN ENTRENAMIENTO Y NUTRICIÓN.

(Insertar Logo aquí)

Sujeto:  F. Toma:  M ó H:

F. Nacim.:  Edad:  Deporte:

Modal./Equipo:  Grupo Población:  Etnia:

Fase Entto.:  Antropometrista:  Nivel:

Lugar Toma:  E-mail:  Teléfono:

VARIABLE ANTROPOMÉTRICA	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	MEDIA
Peso (kg)				
Talla ó Estatura (cm)				
Diámetro Biacromial (cm)*				
Diámetro Tranverso del Tórax (cm)*				
Diámetro Antero-Posterior del Tórax (cm)*				
Diámetro Bileocrestal (cm)*				
Diámetro Condileo-Troclear Húmero (cm)				
Diámetro Biestiloideo Muñeca (cm)				
Diámetro Bicondíleo Femur (cm)				
Diámetro Bimaleolar Tobillo (cm)				
Perímetro Brazo Relajado (cm)				
Perímetro Brazo Contraído (cm)				
Perímetro Antebrazo (cm)				
Perímetro de Muñeca (cm)				
Perímetro Cuello (cm)				
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)				
Perímetro Abdominal Medio (cm) (Sólo				
Perímetro Glúteo (cm)				
Perímetro Muslo 1 cm (cm)				
Perímetro Muslo Medio (cm)				
Perímetro Pierna (cm)				
Perímetro Tobillo (cm)				
Pliegue Tríceps (mm)				
Pliegue Subescapular (mm)				
Pliegue Bíceps (mm)				
Pliegue Pectoral (mm)				
Pliegue Axilar (mm)				
Pliegue Supracrestal o Ileoocrestal (mm)				
Pliegue Supraespal (mm)				
Pliegue Abdominal (mm)				
Pliegue Muslo Anterior (mm)				
Pliegue Pierna Medial (mm)				
"Z" = IMPEDANCIA (Ohm a 50 Hz)				
"R" = RESISTENCIA (Ohm a 50 Hz)				
"Xc" = REACTANCIA (Ohm a 50 Hz)				
Perímetro mesoesternal (cm)*				
ADICIONAL 1				
ADICIONAL 2				

**OBSERVACIONES:**

He sido informado previamente de los objetivos de este estudio y doy mi consentimiento para utilizar mis datos con fines de investigación y de publicación en futuras comunicaciones científicas, siempre que se mantenga mi anonimato. Me será proporcionada una copia de mis resultados individuales y un informe de los mismos con la mayor brevedad posible.

Firmado:

**INSTRUCCIONES GENERALES:**

1º - Imprimir "HOJA DATOS" vacía como proforma para recopilar los datos de los sujetos.  
 2º - Introducir los datos de los sujetos en las celdas en blanco con el formato correspondiente (utilice el tabulador para ir más rápido).  
 3º - Tras introducir los datos, hacer "click" el botón "Insertar Base de Datos".  
 4º - Si se quiere recuperar algún sujeto para visualizarlo o hacer alguna modificación, habrá que ir a la casilla de la columna "A" de la "BASE DATOS" correspondiente al sujeto que queremos recuperar y seleccionarla con el ratón. Después habrá que utilizar primero el botón de recuperación y, tras hacer la modificación, habrá que pulsar con el ratón en el de devolución a la base de datos. ¡Ojo! No modificar la posición del cursor en la "BASE DE DATOS" mientras se

**NOTA IMPORTANTE:** Para que las macros de la hoja funcionen deben de estar habilitadas. Para ello quizás tengais que ir a: Herramientas --> Macro... --> Seguridad --> y activar el nivel "medio". Después cerrar excel y volverlo a abrir, permitiendo el uso de las macros cuando se solicite.

\* Estas casillas sólo serán necesarias si se quiere hacer el método Drinkwater-Ross

**Para insertar el logo:**

1º - Coloque sobre la zona indicada.  
 2º - Insertar --> Objeto --> Bitmap image --> (Aparecerá un recuadro)  
 3º - Edición --> Pegar desde... --> Seleccionar la imagen --> Hacer click fuera de la imagen.  
 4º - Ajuste el tamaño de la imagen arrastrando las esquinas del recuadro.

DEVOLVER A LA BASE DE DATOS TRAS

RECUPERAR EL SUJETO

INSERTAR EN LA BASE DE DATOS

BORRAR FORMULARIO



# INFORME ANTROPOMÉTRICO.

Según modelo del G.R.E.C de la F.E.M.E.D.E. (2008)

ROBERTO DE JOSÉ GALLEGO. LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICA. ESPECIALIZADO EN ENTRENAMIENTO Y NUTRICIÓN.

Sujeto: Tamara Ferrero F. Toma: 20/05/2016 M ó H:  M

F. Nacim.: 27/08/1978 Edad: 37,76 Deporte: Gym

Equipo/Modalidad: Grupo: Adulto 31-55 Etnia: CH

Fase Entto.: Base Antropometrista: ROBERTO

## DATOS ANTROPOMÉTRICOS REGISTRADOS:

Peso (kg)	65,9	Perímetro Muela Media (cm)	54,5
Talla ó Estatura (cm)	163,0	Perímetro Pierna (cm)	37,5
Diámetro Biacromial (cm)*		Perímetro Tabilla (cm)	
Diámetro Transversa Tórax (cm)*		Plijeo Tríceps (mm)	19,3
Diámetro Antero-Part. Tórax (cm)*		Plijeo Subescapular (mm)	17,1
Diámetro Bilioacromial (cm)*		Plijeo Bíceps (mm)	
Diámetro Húmero (cm)		Plijeo Pectoral (mm)	
Diámetro Muñeca (cm)		Plijeo Axilar (mm)	
Diámetro Femur (cm)		Plijeo Iliacromial (mm)	
Diámetro Tabilla (cm)		Plijeo Supraespinal (mm)	16,3
Perímetro Brazo Relajado (cm)	27,4	Plijeo Abdominal (mm)	13,9
Perímetro Brazo Contraído (cm)		Plijeo Muela Anterior (mm)	29,7
Perímetro de Antebrazo (cm)		Plijeo Muela Medial (mm)	12,9
Perímetro de Muñeca (cm)		*Z* - IMPEDANCIA (Ohm)	
Perímetro Cuello (cm)		*R* - RESISTENCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Mínima (cm)		*W* - REACTANCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Media (cm)		Perímetro mazaortral (cm)*	
Perímetro Glútea (cm)		ADICIONAL 1	
Perímetro Muela 1 cm (cm)		ADICIONAL 2	

## Índices Corporales:

I.M.C.: 24,8

I. Ponderal: 40,4

## Ind. Cintura/Glúteo:

Valor:

## Observaciones:

## SOMATOTIPO:

Endomorfia: 5,5

Mesomorfia: #¡VALOR!

Ectomorfia: 1,1

## COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula	Drinkwater
M. Grasa	#¡VALOR!	#¡VALOR!	Dumin-Wom.	
M. Osea	#¡VALOR!	#¡VALOR!	Rocha	
M. Muscular	33,96	22,38	Lee	
Resto	#¡VALOR!	#¡VALOR!	(100-(M.G.+M.O.))	
Total D-w. (%): <input type="text"/>				

## COMP. CORPORAL (BIOIMPEDANCIA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula
M. Grasa			
M. Muscular			
M.L.G			

## OTRAS FÓRMULAS ESPECÍFICAS:

(\*1) Arriba se indica la media de las 4 fórmulas

(\*2) Arriba se indica la media de las 2 fórmulas

Deportistas	Faulkner	Carter	J-Pollock**	Withers	Obesos	Rocha	Martin
% M. Grasa	22,20	20,56			% M. Osea	#¡VALOR!	

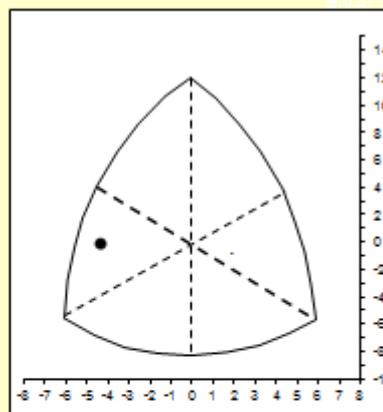
(\*3) Arriba se indica la media de las 3 fórmulas

(\*4) Arriba se indica la media de las 2 fórmulas

RESULTADOS BIOIMPEDANCIA	ADULTO	Kyle	Sun	Segal	ADULTO	Baumgartner	Deurenberg
M.L.G (kg)					M.G (kg)		

\*\* Jackson y Pollock (fórmula de 7 pliegos)

## SOMATOCARTA



**Anexo 4:** Se entrega en formato digital; el proyecto, así como un Excel con todos los datos de los sujetos.

**Anexo 5:** A continuación adjunto los cuestionarios estructurados, como también los impresos de consentimiento informado de cada uno de los sujetos participantes en el proyecto.