

TRABAJO FIN DE GRADO
GRADO EN NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA

**EVALUACIÓN
DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL
EN ESTUDIANTES DEPORTISTAS:**

**COMPARACIÓN
ENTRE TÉCNICAS ANTROPOMÉTRICAS Y
ANÁLISIS DE BIOIMPEDANCIA.**

TUTORA
AUTORA

BEATRIZ DE MATEO SILLERAS
MARINA RODRÍGUEZ VICENTE

FECHA

SEPTIEMBRE 2015



Departamento de Pediatría, Inmunología
Ginecología-Obstetricia, Nutrición-Bromatología,
Psiquiatría e Historia de la Ciencia
FACULTAD DE MEDICINA
Avda. Ramón y Cajal nº 5
47005-VALLADOLID
Tif: 983 42 31 86 / Fax: 983 18 38 12
e-mail: pediatria@med.uva.es



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

La Dra. Beatriz de Mateo Silleras, PCD del Área de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Valladolid, como tutora del Trabajo de Fin de Grado de la alumna Marina Rodríguez Vicente

Autoriza la presentación del Trabajo de Fin de Grado titulado:

“Evaluación de la composición corporal en estudiantes deportistas: comparación entre técnicas antropométricas y análisis de bioimpedancia”

Para optar al Título de Grado en Nutrición Humana y Dietética.

Lo que firma en Valladolid, a 29 de julio de 2015

Fdo.: Dra. Beatriz de Mateo Silleras

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Una correcta valoración del estado nutricional que incluya el análisis de la composición corporal (CC) contribuye a mejorar el seguimiento del deportista. Para el estudio de la CC se recomiendan técnicas sencillas, rápidas, no invasivas y coste-eficientes. Entre éstas destacan la antropometría y la bioimpedancia.

OBJETIVO: Evaluar la concordancia de los modelos predictivos de composición corporal basados en antropometría con los modelos basados en bioimpedancia en un grupo de estudiantes universitarios deportistas.

MÉTODOS: Estudio observacional transversal realizado con 22 estudiantes deportistas voluntarios de la Universidad de Valladolid (45.5% varones). Se estimó el grado de actividad física de los sujetos mediante el cuestionario GPAQ, y se realizó un estudio antropométrico completo. La composición corporal se analizó por antropometría y bioimpedancia (BIA). Las diferencias de las variables en función del sexo se analizaron mediante la t de Student o la U de Mann-Whitney, en función de la normalidad de las variables. La concordancia entre los distintos modelos predictivos se analizó mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y su intervalo de confianza al 95% y con el análisis de Bland-Altman.

RESULTADOS: El 72.7% de los participantes realizaba una actividad física intensa, y el 13.6% (todas mujeres), actividad ligera. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en función del sexo del IMC, pero sí de los perímetros corporales y los pliegues cutáneos del muslo y de la pantorrilla. El porcentaje de grasa corporal de los varones fue significativamente menor que el de las mujeres, tanto si se estimó por bioimpedancia (Kyle), como por antropometría (Siri, Faulkner y Carter). Se observó una buena concordancia para el cálculo de la composición corporal entre la antropometría y el BIA cuando se emplearon modelos predictivos para población general (CCI para la estimación de la masa libre de grasa de 0.99, IC95%: 0.96–0.99). Los modelos predictivos antropométricos específicos para población deportista no se comportaron adecuadamente en la muestra evaluada.

CONCLUSIONES: Las estudiantes que forman parte de los equipos deportivos universitarios son más sedentarias que los varones. Los varones presentaron significativamente mayor porcentaje de masa libre de grasa y masa muscular esquelética, y menor porcentaje de masa grasa que las mujeres. Los modelos de estimación de la masa grasa basados en antropometría desarrollados en población general mostraron mejor funcionamiento que los específicos para deportistas en la muestra evaluada. Para la estimación de la composición corporal deben utilizarse modelos predictivos desarrollados en poblaciones similares.

PALABRAS CLAVE: antropometría, bioimpedancia, composición corporal, deporte universitario.

ÍNDICE

	Pg
ABREVIATURAS	a
1. INTRODUCCIÓN.	1
1.1. <i>EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR ANTROPOMETRÍA.</i>	4
1.2. <i>EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR BIOIMPEDANCIA.</i>	4
1.3. <i>ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN DEPORTISTAS.</i>	5
2. JUSTIFICACIÓN.	6
3. OBJETIVOS.	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS.	8
4.1. <i>DISEÑO.</i>	8
4.2. <i>SUJETOS.</i>	8
4.3. <i>METODOLOGÍA.</i>	8
5. RESULTADOS.	18
5.1. <i>DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.</i>	18
5.2. <i>COMPOSICIÓN CORPORAL.</i>	20
6. DISCUSIÓN.	25
7. CONCLUSIONES.	28
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	29
ANEXOS.	33
<i>ANEXO I. IMPRESO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO.</i>	II
<i>ANEXO II. CUESTIONARIO DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN GENERAL.</i>	III
<i>ANEXO III. ANÁLISIS DE CONCORDANCIA DE MODELOS PARA POBLACIÓN DEPORTISTA.</i>	VI
<i>ANEXO IV. ANÁLISIS DE CONCORDANCIA DE MODELOS PARA DEPORTISTAS (VARONES)</i>	VIII
<i>ANEXO V. ANÁLISIS DE CONCORDANCIA DE MODELOS PARA DEPORTISTAS (MUJERES)</i>	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.	23
<i>TABLA 1. MODELOS EN EL ESTUDIO DE LA CC.</i>	2
<i>TABLA 2. COMPARACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.</i>	3
<i>TABLA 3: CATALOGACIÓN NUTRICIONAL INTERNACIONAL PARA ADULTOS SEGÚN EL IMC.</i>	13
<i>TABLA 4. VARIABLES DESCRIPTIVAS DE LA MUESTRA EN FUNCIÓN DEL SEXO.</i>	18
<i>TABLA 5. CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DE LOS DEPORTISTAS UNIVERSITARIOS.</i>	19
<i>TABLA 6. COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS DEPORTISTAS UNIVERSITARIOS.</i>	20

ÍNDICE DE FIGURAS.

30

FIGURA 1. NIVELES DE ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y SUS COMPONENTES.	1
FIGURA 2. MODELO BICOMPARTIMENTAL DE COMPOSICIÓN CORPORAL.	2
FIGURA 3. VECTOR DE IMPEDANCIA.	5
FIGURA 4: CATALOGACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA DE LOS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO.	18
FIGURA 5. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	21
FIGURA 6. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (CARTER) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	22
FIGURA 7. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (FAULKNER) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	22
FIGURA 8. CONCORDANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE MASA GRASA POR ANTROPOMETRÍA UTILIZANDO MODELOS PREDICTIVOS ESPECÍFICOS PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (CARTER) Y POBLACIÓN GENERAL (SIRI).	23
FIGURA 9. CONCORDANCIA ENTRE MODELOS DE ANTROPOMETRÍA ESPECÍFICOS PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (FAULKNER Y CARTER) EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA.	24
FIGURA 10. CONCORDANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA POR ANTROPOMETRÍA UTILIZANDO MODELOS PREDICTIVOS ESPECÍFICOS PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (FAULKNER) Y PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI).	VI
FIGURA 11. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (LEE Y JANS) EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA MUSCULAR.	VI
FIGURA 12. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (CARTER) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	VIII
FIGURA 13. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (FAULKNER) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	VII
FIGURA 14. CONCORDANCIA ENTRE MODELOS DE ANTROPOMETRÍA ESPECÍFICOS PARA VARONES DEPORTISTAS (FAULKNER Y CARTER) EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA.	IX
FIGURA 15. CONCORDANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA POR ANTROPOMETRÍA UTILIZANDO MODELOS PREDICTIVOS ESPECÍFICOS PARA VARONES DEPORTISTAS (CARTER) Y PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI).	IX
FIGURA 16. CONCORDANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA POR ANTROPOMETRÍA UTILIZANDO MODELOS PREDICTIVOS ESPECÍFICOS PARA VARONES DEPORTISTAS (FAULKNER) Y PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI).	X
FIGURA. 17. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	X
FIGURA. 18. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA VARONES DEPORTISTAS DEPORTISTA (LEE Y JANS) EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA MUSCULAR.	XI
FIGURA 19. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (CARTER) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	XIII
FIGURA 20. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA POBLACIÓN DEPORTISTA (FAULKNER) Y BIA (KYLE) EN LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.	XIII
FIGURA 21. CONCORDANCIA ENTRE MODELOS DE ANTROPOMETRÍA ESPECÍFICOS PARA MUJERES DEPORTISTAS (FAULKNER Y CARTER) EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA	XIV
FIGURA 22. CONCORDANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA POR ANTROPOMETRÍA UTILIZANDO MODELOS PREDICTIVOS ESPECÍFICOS PARA MUJERES DEPORTISTAS (CARTER) Y PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI).	XIV
FIGURA 23. CONCORDANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA GRASA POR ANTROPOMETRÍA UTILIZANDO MODELOS PREDICTIVOS ESPECÍFICOS PARA MUJERES DEPORTISTAS (FAULKNER) Y PARA POBLACIÓN GENERAL (SIRI).	XV
FIGURA 24. CONCORDANCIA ENTRE ANTROPOMETRÍA PARA MUJERES DEPORTISTAS DEPORTISTA (LEE Y JANS) EN LA ESTIMACIÓN DE LA MASA MUSCULAR.	XV

ABREVIATURAS UTILIZADAS.

ACT	<i>agua corporal total</i>	MG.T	<i>masa grasa total</i>
AEC	<i>agua extracelular</i>	MLG	<i>masa libre de grasa</i>
ANN	<i>análisis de activación neutrónica masa libre de grasa</i>	mm	<i>milímetro</i>
BIA	<i>análisis de la impedancia bioeléctrica</i>	MME	<i>masa muscular esquelética</i>
CB	<i>circunferencia del brazo</i>	MO	<i>masa ósea</i>
CC	<i>composición corporal</i>	P	<i>peso</i>
CCa	<i>circunferencia de la cadera</i>	PA	<i>pliegue abdominal</i>
CCi	<i>circunferencia de la cintura abdominal</i>	PBC	<i>perímetro brazo corregido</i>
CCI	<i>coeficiente de correlación intraclase</i>	PM	<i>pliegue del muslo</i>
cm	<i>centímetro</i>	PMC	<i>perímetro muslo corregido</i>
CM	<i>circunferencia del muslo</i>	PP	<i>pliegue pantorrilla</i>
CP	<i>circunferencia de la pantorrilla</i>	PPaC	<i>perímetro de la pantorrilla corregido</i>
DE	<i>desviación estándar</i>	PT	<i>pliegue del tríceps</i>
DXA	<i>densitometría de rayos X con doble nivel de energía</i>	PSE	<i>pliegue subescapular</i>
E	<i>edad</i>	PSep	<i>pliegue supraespinal</i>
Et	<i>etnia</i>	R	<i>resistencia</i>
IMC	<i>índice de masa corporal</i>	S	<i>sexo</i>
IMLG	<i>índice de masa libre de grasa</i>	T	<i>talla</i>
IMG	<i>índice de masa grasa</i>	TOBE	<i>conductancia eléctrica corporal total</i>
Kg	<i>kilogramos</i>	VEN	<i>valoración del estado nutricional</i>
m²	<i>metro cuadrado</i>	Xc	<i>reactancia</i>
MG	<i>masa grasa</i>	Z	<i>impedancia</i>
MG.R	<i>masa grasa regional</i>	∑P	<i>sumatorio de pliegues</i>

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la composición corporal (CC) es una parte importante de la valoración del estado nutricional (VEN) que está tomando cada día mayor interés en diversas áreas, como la Medicina, la Antropología, las Ciencias del Deporte y, sobre todo, en el campo de la Nutrición, donde se ha demostrado su aplicación. Por ejemplo, el estudio de la CC permite realizar el seguimiento del crecimiento de los niños, el desarrollo y maduración de los adolescentes, valorar la estabilidad de las reservas corporales en el adulto o analizar los cambios fisiológicos en la tercera edad. También es útil en el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías con base nutricional^{1,2}.

Existen distintos niveles en el estudio de la CC, desde el nivel atómico, hasta el de cuerpo entero (*Figura 1*).

Na, K, Cl, Ca, P, S, Mg	Masa grasa (lípidos)		Sólidos extracelulares (SEC)	Vísceras y otros tejidos	Cabeza	Masa corporal total (peso corporal)
Nitrógeno	Masa libre de grasa (agua + proteínas + minerales + HCO...)	Minerales, HCO, etc	Líquidos extracelulares (LEC)	Masa ósea	Tronco	
Hidrógeno		Proteínas	Células (Masa celular corporal –MCC– + adipocitos)	Tejido adiposo		
Carbono		Agua		Músculo esquelético	Extremidades	
Oxígeno						
Nivel atómico	Nivel molecular		Nivel celular	Nivel tisular	Nivel corporal total	

Figura 1. Niveles de análisis de composición corporal y sus componentes.

Adaptado de Wang ZM et al³.

Por otra parte, el estudio de la CC se puede realizar aplicando diferentes modelos. El más sencillo es el modelo bicompartimental, que divide el cuerpo en masa libre de grasa (MLG) y masa grasa (MG) (*Figura 2*). A partir de este modelo se han desarrollado otros más complejos que fraccionan la MLG en diferentes subcomponentes, dependiendo del nivel que se analice⁴ (*Tabla 1*). El desarrollo de los nuevos métodos de análisis de la composición corporal ha permitido estudiar los diferentes subcompartimentos de la MLG (*Tabla 2*).

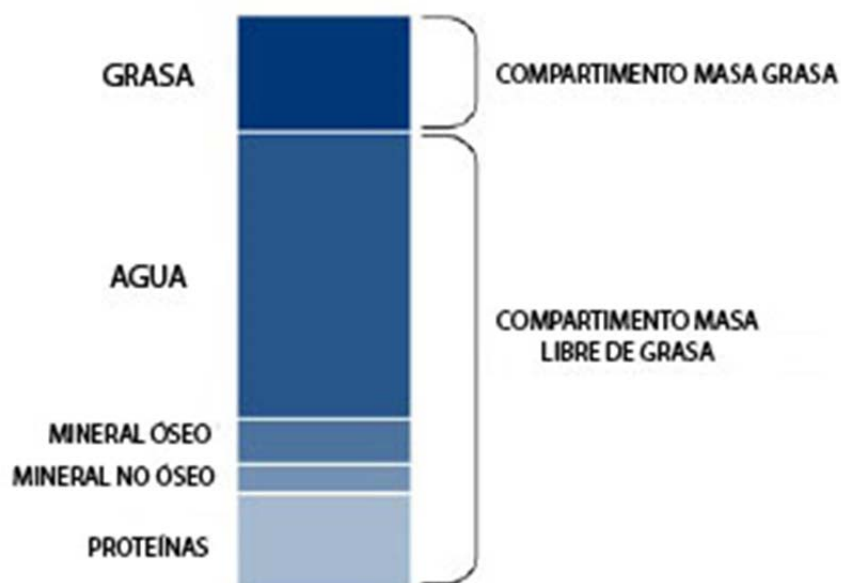


Figura 2. Modelo bicompartimental de composición corporal.

Nº compartimentos	Componentes
2	Masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG)
3	MG, agua y sólidos
4	MG, agua, proteínas y minerales
5	MG, agua, proteínas, glucógeno y minerales
6	MG, agua, proteínas, glucógeno mineral óseo y mineral no óseo

Tabla 1. Modelos en el estudio de la CC.

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 bioimpedancia⁵.

TÉCNICA	PRECISIÓN	COSTE	DURACIÓN	DIFICULTAD	RIESGO	COMPARTIMENTO
AAN	Muy alta	Muy alto	30 min	Muy alta	Irradiación	ACT, MLG, MG
M.dilucionales (^2H , ^{18}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 2. Comparación de las técnicas de estudio de la composición corporal.

1.1. EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR ANTROPOMETRÍA.

La técnica antropométrica consiste en la determinación de diversas medidas corporales: peso, talla, pliegues cutáneos, perímetros, diámetros y longitudes corporales. Es un método de análisis de la composición corporal doblemente indirecto, ya que, a partir de las medidas anteriormente citadas, se estima la densidad corporal y, con ella, la masa grasa. En población general, en el adulto de referencia, se admite que existe una relación constante entre el tejido adiposo subcutáneo y la grasa corporal total⁶. Por este motivo, la medida de los pliegues cutáneos (que refleja el tejido adiposo subcutáneo) permite estimar con aceptable validez la grasa corporal total⁷, mediante la aplicación de modelos predictivos edad y sexo específicos⁸.

Las principales limitaciones de la antropometría son, por una parte, la variabilidad inter- e intrasujeto y, por otra, que la asumida relación constante entre el tejido adiposo subcutáneo y la grasa total puede verse vulnerada en determinados colectivos o situaciones.

En este sentido, se ha demostrado que los modelos desarrollados con población general no reflejan adecuadamente los compartimentos corporales de los deportistas de élite. Por este motivo existen modelos predictivos desarrollados para diferentes disciplinas deportivas que utilizan combinaciones de pliegues subcutáneos distintas entre sí y de los empleados en los modelos que se aplican en población general⁹⁻¹¹.

1.2. EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR BIOIMPEDANCIA.

El análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) consiste en hacer pasar una corriente eléctrica alterna de baja intensidad a través del cuerpo y registrar la oposición al paso de la misma. Los tejidos ricos en agua y electrolitos, como la MLG, conducen bien la electricidad, mientras que los tejidos adiposo y óseo son malos conductores. Por tanto, la oposición al paso de la corriente es inversamente proporcional al contenido en agua corporal y electrolitos^{12,13}.

La oposición al paso de la corriente (impedancia, Z) tiene dos componentes: la resistencia (R) y la reactancia (Xc) (Figura 3). La resistencia es la pura oposición de los tejidos al paso de la corriente, mientras que la reactancia es el retardo en el paso de la misma debido al efecto de las membranas celulares (bicapas lipídicas)¹⁴. La relación entre la R y la Xc determina el ángulo de fase, que refleja la densidad e integridad de las membranas celulares.

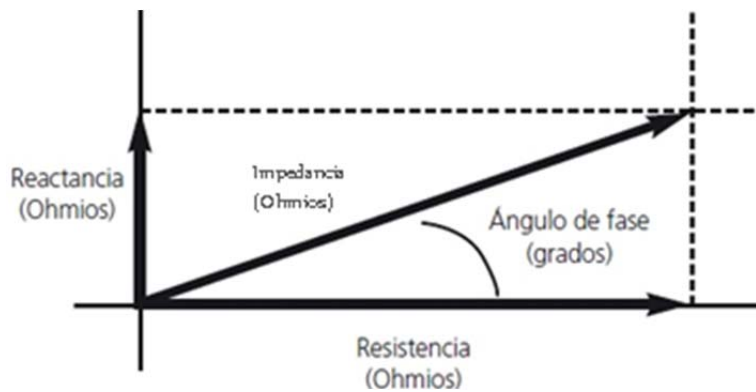


Figura 3. Vector de impedancia.

La bioimpedancia asume que el cuerpo es un cilindro conductor homogéneo cuya longitud es igual a la estatura (L). Según ley de Ohm, la impedancia ofrecida por un conductor cilíndrico homogéneo (en este caso la impedancia del cuerpo humano) es directamente proporcional a su longitud (L) e inversamente proporcional a su superficie de sección (A). Por tanto, el volumen del conductor (V o agua corporal total, ACT) está determinado por:

$$Z = L / A \rightarrow Z = L^2 / A \times L \rightarrow Z = L^2 / V \quad V = L^2 / Z$$

En el modelo bicompartimental se puede calcular la MLG asumiendo una constante de hidratación del 73%. El BIA es un método preciso, económico, rápido, no invasivo y de escasa dificultad técnica. Además, a diferencia del método antropométrico, no presenta variabilidad interobservador^{15,16}. No obstante, dados los supuestos mencionados anteriormente, es necesario tener en cuenta si existen alteraciones en la hidratación¹⁷.

Entre las distintas configuraciones posibles para realizar el análisis de bioimpedancia, la más utilizada en la configuración de electrodos tetrapolar mano-pie¹⁸, que es la recomendada por la Sociedad Europea de Nutrición Clínica¹⁹.

1.3. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN DEPORTISTAS.

La práctica regular de actividad física determina la composición corporal²⁰. En determinadas disciplinas deportivas es necesario alcanzar y mantener unas características físicas y fisiológicas especiales que permitan optimizar el rendimiento²¹. En función del deporte, la contribución relativa de los compartimentos corporales puede variar ampliamente²²⁻²⁴. Por ejemplo, en un nadador interesa

mantener determinado nivel de masa grasa, que aumenta el índice de flotabilidad, mientras que en un atleta de halterofilia se potencia la masa muscular.

Por tanto, el estudio de la composición corporal en deportistas, además de ser una herramienta propia de la valoración del estado nutricional, permite la detección de potenciales talentos en función de sus características morfológicas (proporcionalidad, somatotipo, etc.)²⁵. Esta técnica también permite la evaluación y seguimiento a lo largo de la temporada deportiva, adecuando el entrenamiento y la pauta de alimentación para conseguir un mejor rendimiento del deportista.

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 impedancia bioeléctrica.

3. OBJETIVO.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

OG.1: Evaluar la concordancia de los modelos predictivos de composición corporal basados en antropometría con los modelos basados en bioimpedancia en un grupo de estudiantes universitarios deportistas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

OE.1: Comparar la composición corporal obtenida con modelos predictivos basados en antropometría específicos para deportistas y los aplicados en población general en un grupo de estudiantes universitarios deportistas.

OE.2: Evaluar la concordancia de los modelos predictivos de composición corporal basados en antropometría específicos para deportistas con los modelos basados en bioimpedancia en un grupo de estudiantes universitarios deportistas.

OE.3: Evaluar la concordancia de los modelos predictivos de composición corporal basados en antropometría aplicados en población general con los modelos basados en bioimpedancia en un grupo de estudiantes universitarios deportistas.

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. DISEÑO.

Se ha realizado un estudio observacional transversal.

4.2. SUJETOS.

El estudio se llevó a cabo con una muestra de estudiantes voluntarios de la Universidad de Valladolid de diferentes titulaciones que formaran parte de los equipos deportivos de la Universidad de Valladolid.

Como criterios de inclusión se admitieron aquellos estudiantes que formaran parte de algún equipo deportivo universitario, que estuviesen dispuestos a participar en el estudio, cumplimentar los cuestionarios necesarios y acudir a la Unidad de Valoración del Estado Nutricional de la Facultad de Medicina para someterse a una valoración del estado nutricional.

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

Finalmente se seleccionaron 22 estudiantes de los equipos de baloncesto y bádminton de la Universidad de Valladolid.

4.3. METODOLOGÍA.

La recogida de información tuvo lugar entre los meses de febrero y marzo del curso académico 2014-2015.

Los voluntarios fueron citados en diferentes días para que acudieran a la Unidad de Valoración del Estado Nutricional de la Facultad de Medicina. Una vez allí se les explicó detalladamente el objetivo del estudio y en qué consistía su participación.

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

A continuación se les realizó una entrevista personal que incluía un cuestionario estructurado de elaboración propia, con el que se recogieron los datos personales del alumno. También se les realizó una valoración del estado nutricional completa.

4.3.1. RECOGIDA DE DATOS GENERALES.

Se diseñó un cuestionario (elaboración propia) estructurado, en el que se recogían los datos personales del alumno (facultad, titulación que estudia, curso, sexo, edad), actividad física que realiza, algunas variables antropométricas y datos sobre los hábitos del estudiante, tales como número de ingestas realizadas al día, toma de picoteos y tipo de picoteos, ingesta de suplementos nutricionales, etc. (*Anexo 2*).

4.3.2. CUESTIONARIO GPAQ.

Para la evaluación de la actividad física de los participantes se utilizó el instrumento GPAQ (cuestionario mundial sobre la práctica de actividad física), versión 2, diseñado y validado por la OMS²⁶, en su versión en español. Este cuestionario consta de 16 ítems distribuidos en distintos módulos que evalúan la actividad física por un lado (actividad física en el trabajo, para desplazamientos y en el tiempo libre), y el sedentarismo, por otro.

4.3.3. ANTROPOMETRÍA

4.3.3.1. DETERMINACIONES ANTROPOMÉTRICAS

Todas las medidas fueron realizadas por el mismo explorador, siguiendo los protocolos del NHANES²⁷ y de la OMS²⁸. Antes de realizar cada una de las determinaciones, todos los equipos fueron calibrados siguiendo las normas de los fabricantes. Todas las medidas se determinaron por duplicado, considerando el valor de la media de las dos determinaciones.

Peso corporal (kg)

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

Talla (cm)

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

Pliegues cutáneos (mm)

El grosor de los pliegues cutáneos se determinó con un lipocalibre Holtain de presión constante. Para ello primero se marcó con un lápiz dermatográfico 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 un centímetro de los dedos^{29,30}. 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 dos mediciones en cada sitio de referencia. Si la diferencia entre ambas mediciones fue mayor del 5%, se realizó una tercera. Finalmente, se hizo la media de los dos valores más representativos del punto anatómico en cuestión³¹.

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.

Plieque 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 infero-lateralmente unos 45°.

Plieque del bíceps

Es el espesor del plieque cutáneo ubicado en el punto más protuberante del músculo bíceps, el cual puede ser visualizado lateralmente. Para su medición el sujeto realizó una pequeña rotación externa a nivel de la articulación del hombro en el brazo derecho. El plieque se tomó en dirección al eje longitudinal del brazo.

Plieque de la cresta ilíaca

Es el plieque localizado inmediatamente por encima de la cresta ilíaca, en coincidencia con la línea ileo-axilar media, ligeramente inclinado en dirección lateral y hacia el medio del cuerpo. Es equivalente al descrito por Durnin y Womersley (1974) como suprailíaco. Para tomarlo el sujeto se colocó de pie con el brazo izquierdo colgando relajado al lado del cuerpo y el derecho abducido hasta la horizontal o con el antebrazo cruzado en el tórax. El antropometrista se situó al lado derecho y tomó el panículo siguiendo la línea de clivaje de la piel.

Plieque 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° con respecto a la horizontal, siguiendo la línea de clivaje de la piel. El plieque se tomó en sentido oblicuo hacia adentro unos 45°.

Plieque abdominal

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

Plieque del muslo

Es el grosor del panículo localizado en la parte anterior del muslo, en el punto medio de la distancia entre el plieque 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.

Plieque 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 plieque 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 de la cintura (mínimo)

Es el perímetro mínimo localizado entre la parte más baja de la caja torácica (10ª costilla) y la cresta ilíaca. Corresponde a lo que comúnmente se conoce como cintura natural. La medición se efectuó al final de una espiración normal.

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.

4.3.3.2. CÁLCULO DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS DERIVADOS

a) Índice de masa corporal (IMC) (en kg/m²)

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

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

La catalogación del IMC se realizó siguiendo la clasificación de la OMS de 2004³² (Tabla 3).

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

Tabla 3: Catalogación nutricional internacional para adultos según el IMC.

4.3.3.3. CÁLCULO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR ANTROPOMETRÍA

4.3.3.3.1. 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 Womersley⁸:

Hombres:

- 20-29 años: $Dc = 1.1631 - 0.0632 \times \log_{10} (\sum 4P)$
- 30-39 años: $Dc = 1.1422 - 0.0544 \times \log_{10} (\sum 4P)$
- 40-49 años: $Dc = 1.1620 - 0.0700 \times \log_{10} (\sum 4P)$
- 50-72 años: $Dc = 1.1715 - 0.0799 \times \log_{10} (\sum 4P)$

Mujeres:

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

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

A continuación se estima el porcentaje de masa grasa (MG) mediante la ecuación de Siri¹¹:

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

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

4.3.3.3.2. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL MEDIANTE MODELOS PREDICTIVOS PARA DEPORTISTAS:

a) Faulkner⁹.

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

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

donde *PT*: pliegue del tríceps (mm); *PSE*: pliegue subescapular (mm);
PSesp: pliegue supraespinal (mm); *PA*: pliegue abdominal (mm).

b) Carter¹⁰:

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

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

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).

4.3.3.3.3. CÁLCULO DE LA MASA MUSCULAR ESQUELÉTICA MEDIANTE MODELOS PREDICTIVOS PARA POBLACIÓN GENERAL ADULTA:

Se calculó mediante la ecuación de Lee³³:

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

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).

4.3.3.3.4. CÁLCULO DE ÍNDICES DE COMPOSICIÓN CORPORAL

Una vez estimada la MG y la MLG, se calcularon los índices de masa grasa (IMG) y de masa libre de grasa (IMLG) como se indica a continuación:

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

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

4.3.4. ANÁLISIS DE BIOIMPEDANCIA (BIA)

El BIA de cuerpo entero se realizó con una configuración de electrodos tetrapolar en modo monofrecuencia a 50 kHz, siguiendo el protocolo estándar de Lukaski³⁴. El set de electrodos señal (por los que se introduce la corriente) se colocó en la muñeca (en la línea media entre los procesos estiloides) y en el tobillo (en la línea media entre los maléolos) del hemicuerpo derecho. El segundo set de electrodos (detectores, los que recogen el voltaje) se colocó a 5 cm de los electrodos señal en las líneas metacarpofalángica y metatarsfalángica, respectivamente.

Los sujetos acudieron en situación de post-ingesta (al menos 2 horas después de comer). Durante la prueba los voluntarios permanecieron tumbados en posición de decúbito supino sobre una camilla de material no conductor, con los brazos ligeramente separados del cuerpo (formando aproximadamente un ángulo de 30°), con las piernas separadas de forma que los tobillos distaban al menos 20 cm y sin contacto entre los muslos. Todos los sujetos estaban vestidos, a excepción de zapatos y calcetines, y fueron despojados de cualquier objeto metálico.

4.3.4.1. CÁLCULO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL POR BIOIMPEDANCIA

A partir de los parámetros bioeléctricos se realizó el análisis de composición corporal aplicando modelos de predicción específicos por edad y sexo.

a) Masa libre de grasa

En este estudio se seleccionó la ecuación de Kyle¹⁷:

$$\text{MLG} = (-4,104) + [0,518 (T^2/R)] + (0,231 P) + (0,130 Xc) + (4,229 S)$$

donde MLG: masa libre de grasa (kg); T: talla (cm); R: resistencia (ohm);

P: peso (kg); Xc: reactancia (ohm); S: sexo (1=varón; 0=mujer).

b) Masa grasa

Se calculó, teniendo en cuenta el modelo bicompartimental, mediante la fórmula:

$$MG = P - MLG$$

donde *MG*: masa grasa; *MLG*: masa libre de grasa (kg); *P*: peso (kg).

c) Masa muscular esquelética

Se calculó mediante la ecuación de Janssen³⁵:

$$MME = [(T/R 0,401) + (S 3.825) + (E (-0.071))] + 5.102$$

donde *MME*: masa muscular esquelética (kg); *T*: talla (cm); *R*: resistencia (ohm); *S*: sexo (1=varón; 0=mujer); *E*: edad (años).

4.3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables paramétricas se describieron como media (DS), y las variables que no seguían una distribución normal, como mediana (p5-p95, o el intervalo de percentiles más próximo que el tamaño muestral permitiera calcular). La normalidad de las variables se determinó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov o Shapiro-Wilk.

Para evaluar las diferencias entre las distintas variables en función de una variable dicotómica (sexo) se empleó la *t* de Student para medidas independientes o la *U* de Mann-Whitney, en función de la normalidad de las variables.

La concordancia entre los distintos modelos predictivos se analizó mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y su intervalo de confianza al 95%. También se realizó el análisis de Bland-Altman.

La significación estadística se alcanzó con $p < 0,05$. El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico SPSS 19.0 para Windows.

5. RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Se seleccionaron 22 estudiantes, 10 (45.5%) varones y 12 (54.5%) mujeres, de los equipos de bádminton y baloncesto de la universidad de Valladolid (UVa).

Como se observa en la Figura 4, la mayoría de los participantes, 8 varones y 8 mujeres, realizaban una actividad física intensa; y tan solo 3 sujetos, todos ellos mujeres, presentaron una actividad ligera.

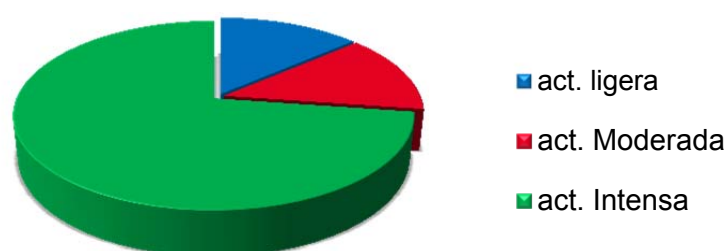


Figura 4: Catalogación de la actividad física de los participantes en el estudio.

En la Tabla 4 se presentan los valores de la edad, peso corporal, estatura e IMC de los estudiantes. Se observa que los hombres eran más altos y pesados que las mujeres, aunque no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el IMC.

Variabes	Hombres (n=10)	Mujeres (n=12)
Edad (años)	22.2 (2.4)	23.5 (3.8)
Peso (kg)	78.1 (6.2) ^a	56.3 (53.4 – 59.6)
Estatura (m)	1.85 (0.10) ^a	1.62 (1.60 – 1.72)
IMC (kg/m ²)	22.9 (2.1)	21.0 (1.7)

Los resultados se muestran como media (DE) o *mediana (intervalo intercuartil)*.

^aDiferencias significativas con respecto a las mujeres: $p < 0.05$.

Tabla 4. Variables descriptivas de la muestra en función del sexo.

Las características antropométricas analizadas en los estudiantes de ambos sexos se resumen en la Tabla 5. Cabe destacar que se encontraron diferencias significativas en todos los perímetros en función del sexo, pero en cuanto a pliegues cutáneos, tan solo se encuentra en el del muslo y en el de la pantorrilla.

Variables		Hombres (n=10)	Mujeres (n=12)	Muestra total (n=22)
Perímetros	CB (cm)	31.0 (2.3) ^a	26.6 (1.9)	28.6 (3.0)
	CCi (cm)	83.8 (3.6) ^a	75.0 (4.5)	79.0 (6.0)
	CCa (cm)	101.0 (3.4) ^a	96.2 (93.8 – 98.4)	98.5 (4.4)
	CM (cm)	56.1 (2.9) ^a	51.3 (2.8)	53.5 (3.7)
	CP (cm)	38.6 (2.1) ^a	35.6 (34.6 – 37.1)	37.1 (2.4)
Pliegues	PB (mm)	5.5 (2.4)	6.3 (1.4)	5.9 (1.9)
	PT (mm)	11.6 (3.7)	13.6 (3.5)	12.7 (3.7)
	PSE (mm)	9.1 (2.1)	8.8 (2.2)	8.9 (2.1)
	PSI (mm)	15.2 (5.1)	14.2 (4.2)	14.6 (4.5)
	PSEs (mm)	11.1 (3.9)	10.9 (3.7)	11.0 (3.7)
	PM (mm)	16.6 (5.4) ^a	22.7 (5.1)	20.1 (6.0)
	PP (mm)	9.2 (3.1) ^a	13.1 (3.6)	11.3 (3.9)

CB, circunferencia del brazo; CCi, circunferencia de la cintura abdominal; CCa, circunferencia de la cadera; CM, circunferencia del muslo; CP, circunferencia de la pantorrilla; PB, pliegue del bíceps; PT, pliegue del tríceps; PSE, pliegue subescapular; PSI, pliegue supraíliaco; PSEs, pliegue supraespinal; PM, pliegue del muslo; PP, pliegue de la pantorrilla. Los resultados se describen como media (DE) o mediana (intervalo intercuartil). ^aDiferencias significativas con respecto a las mujeres: p<0.05.

Tabla 5. Características antropométricas de los deportistas universitarios.

5.2. COMPOSICIÓN CORPORAL

El porcentaje de grasa corporal de los varones fue significativamente menor que el de las mujeres, tanto si se estimó por bioimpedancia (Kyle), como por antropometría (Siri, Faulkner y Carter) (Tabla 6).

	Hombres (n=10)	Mujeres (n=12)	Muestra total (n=12)
% de MG			
Kyle	19.8 (4.0) ^a	24.3 (4.0)	22.2 (4.5)
Carter	13.0 (2.4) ^a	29.5 (4.1)	22.4 (9.0)
Faulkner	17.0 (2.6) ^a	32.5 (3.6)	25.5 (8.5)
Siri	16.1 (3.8) ^a	24.4 (3.4)	20.6 (5.5)
% de MLG			
Kyle	80.2 (4.0) ^a	75.7 (4.0)	77.8 (4.5)
Carter	87.0 (2.4) ^a	70.5 (4.1)	77.6 (9.0)
Faulkner	83.0 (2.6) ^a	67.5 (3.6)	74.5 (8.5)
Siri	83.9 (3.8) ^a	75.6 (3.4)	79.4 (5.5)
% de MME			
Janssen	44.3 (2.9) ^a	39.6 (2.7)	41.8 (3.6)
Lee	35.3 (1.3) ^a	33.2 (2.2)	34.1 (2.1)

MG: masa grasa; MLG: masa libre de grasa, MME: masa muscular esquelética.

Los resultados se describen como media (DE). ^aDiferencias significativas con respecto a las mujeres: $p < 0.05$.

Tabla 6. Composición corporal de los deportistas universitarios.

5.2.1. ANÁLISIS DE CONCORDANCIA.

a) Antropometría versus BIA

El análisis de concordancia reflejó una buena concordancia entre la antropometría y la BIA para el cálculo de la composición corporal cuando se emplearon modelos predictivos para población general (CCI para la estimación de la MLG de 0.99, IC95%: 0.96–0.99; CCI para la estimación de la MG de 0.84, IC95%: 0.57–0.94) (Figura 5).

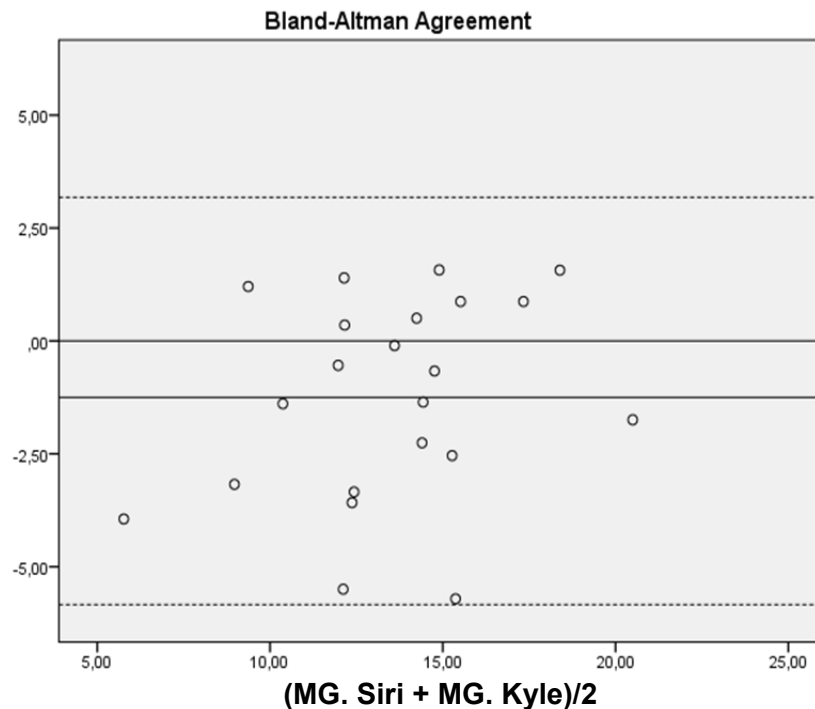


Fig. 5. Concordancia entre antropometría para población general (Siri) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

Sin embargo, la concordancia fue menor para la estimación de la MLG cuando por antropometría se emplearon fórmulas específicas para deportistas, e incluso perdió la significación estadística para la estimación de la MG (Figuras 6 y 7):

- Kyle vs. Carter:

CCI para la MLG = 0.97 (IC 95%: 0.93–0.92).

CCI para la MG = 0.56 (IC 95%: -0.12–0.82).

- Kyle vs. Faulkner:

CCI para la MLG = 0.97 (IC 95%: 0.93–0.99).

CCI para la MG = 0.55 (IC 95%: -0.19–0.81).

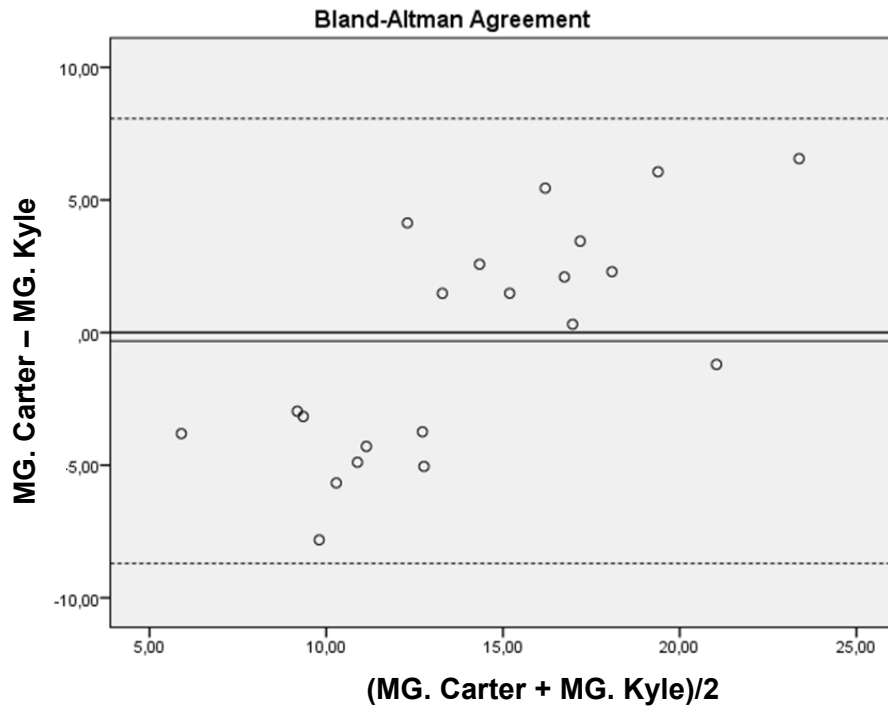


Fig. 6. Concordancia entre antropometría para población deportista (Carter) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

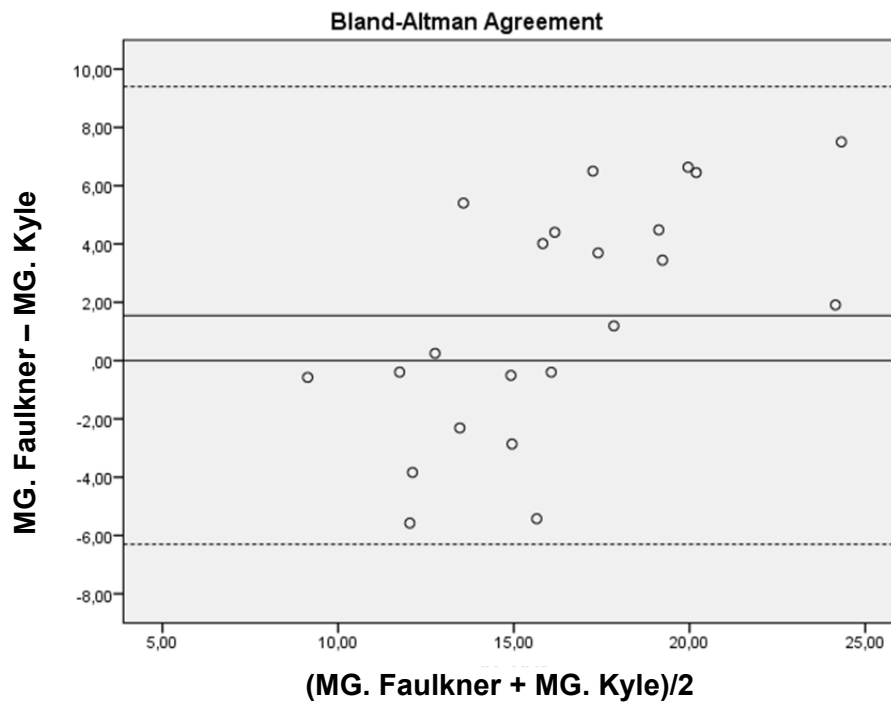


Fig. 7. Concordancia entre antropometría para población deportista (Faulkner) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

Por otra parte, la concordancia entre ambos métodos en la estimación de la masa muscular esquelética no fue estadísticamente significativa (CCI de 0.78; IC 95%: -0.16–0.95).

Los resultados de la concordancia entre todos los modelos están recogidos en el Anexo 3.

b) Antropometría para deportistas y población general

Cuando se comparó la estimación de la composición corporal (masa grasa) empleando modelos antropométricos específicos para población deportista con modelos específicos para población general en el grupo de estudiantes evaluado se obtuvieron coeficientes de correlación intraclass menores o no significativos (con la fórmula de Faulkner) (Figura 8):

- Siri vs. Carter: CCI para la MG = 0.83 (IC 95%: 0.59–0.92).

- Siri vs. Faulkner: CCI para la MG = 0.75 (IC 95%: -0.18–0.92).

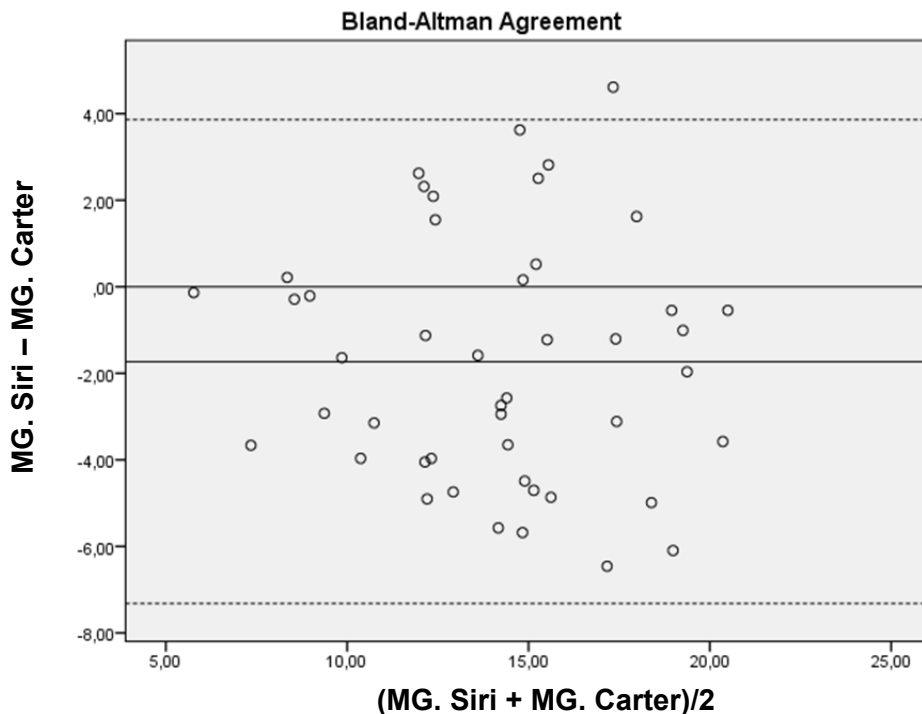


Fig. 8. Concordancia en la estimación de masa grasa por antropometría utilizando modelos predictivos específicos para población deportista (Carter) y población general (Siri).

Sin embargo, aunque la concordancia entre los dos modelos predictivos por antropometría específicos para deportistas fue buena (CCI de 0.94 y Figura 9), no fue estadísticamente significativa (IC 95%: -0.01–0.99).

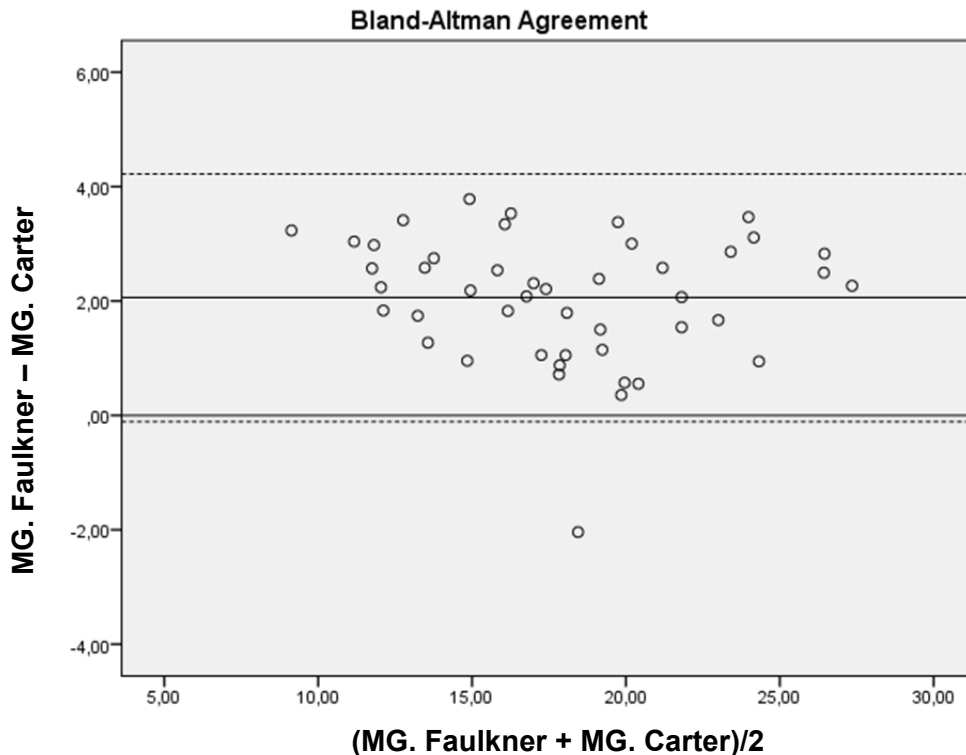


Fig. 9. Concordancia entre modelos de antropometría específicos para población deportista (Faulkner y Carter) en la estimación de la masa grasa.

Los Anexos 4 y 5 recogen los resultados del análisis de concordancia obtenidos al estratificar la muestra en función del sexo (varones y mujeres, respectivamente).

En el caso de los varones, el modelo de Faulkner específico para deportistas fue el que obtuvo mejor concordancia, tanto al compararlo con la BIA (CCI para la MLG de 0.93; IC 95%: 0.45–0.99), como con la antropometría para población general (CCI para la MG de 0.93; IC 95%: 0.71–0.98); lo que corrobora el análisis de Bland-Altman.

Sin embargo, la concordancia en las mujeres replicó los resultados obtenidos para la muestra total, puesto que la mejor concordancia entre la antropometría y la BIA fue para el modelo específico para población general: CCI para MLG de 0.95; IC 95%: 0.82–0.99). La concordancia obtenida para el resto de los modelos no fue estadísticamente significativa.

6. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue analizar la concordancia de los modelos predictivos de composición corporal basados en antropometría con los modelos basados en bioimpedancia en un grupo de estudiantes universitarios deportistas.

En este trabajo se ha considerado el análisis de bioimpedancia como criterio de referencia para la estimación de la composición corporal, puesto que la variabilidad intra- e intersujeto es mucho menor que la de la antropometría³⁷.

En términos generales los resultados obtenidos evidenciaron que, en nuestra muestra, la composición corporal estimada mediante el modelo predictivo desarrollado para población general (Siri)¹¹ fue el que presentó mayor concordancia con respecto a los resultados obtenidos mediante el análisis de bioimpedancia. Esto puede explicarse porque los deportistas universitarios estudiados presentan unas características antropométricas y un nivel de actividad física más parecidos a los de la población general que a los de deportistas de élite.

Los modelos predictivos basados en antropometría mostraron un comportamiento distinto en función del sexo. En el grupo de los varones los resultados obtenidos mediante la ecuación de Faulkner⁹ se aproximaron más a los obtenidos a través del BIA, mientras que en las mujeres las ecuaciones específicas para población deportista (Faulkner y Carter)^{9,10} sobreestimaron considerablemente la masa grasa.

Las posibles causas de estas discordancias en función del sexo pueden estar relacionadas principalmente con dos factores: las diferencias observadas en el nivel de actividad física entre hombres y mujeres, y las diferentes variables antropométricas incluidas en cada modelo predictivo de composición corporal.

Con respecto al nivel de actividad física, es necesario tener en cuenta que, a pesar de que ambos grupos (hombres y mujeres) pertenecen a la misma población (estudiantes universitarios deportistas), en el grupo de las mujeres se observó un nivel de actividad física más ligero. El 80% de los varones presentó un nivel de actividad física intensa y el 20% restante, moderada; por tanto, ningún varón era sedentario (actividad física ligera). En cambio, el 25% de las mujeres presentó un nivel de actividad ligera, el 8,3%, moderada, y el 66,7%, intensa. Es decir, las

mujeres son más sedentarias que los varones; o, dicho de otro modo, más parecidas a la población general. Por eso el modelo de Siri¹¹ funciona mejor en las mujeres en nuestro estudio.

Estos resultados coinciden con los obtenidos en otros trabajos. Así, Elizondo-Armendáriz et al.³⁸ documentaron que los jóvenes varones de 18 a 34 años realizaban más deporte que las mujeres del mismo rango de edad (52,9% frente a un 29,5 respectivamente). Y Sánchez-Barrera et al.³⁹ observaron que los universitarios varones de 20 a 29 años practicaban actividad física con mayor frecuencia que las mujeres.

Por otro lado, las variables antropométricas incluidas en los distintos modelos predictivos empleados para estimar la composición corporal, como ya se ha comentado, son otro factor que podría contribuir a las diferencias observadas. Aunque existen diferencias interindividuales en el patrón de distribución de la grasa corporal en función del sexo, los modelos predictivos ya lo consideran.

Los estudios clásicos de Lohman et al.⁴⁰ que analizaban la asociación entre la masa grasa y diferentes medidas corporales, encontraron mayor correlación con los pliegues tricipital, abdominal y anterior del muslo, mientras que Martin et al.⁴¹, en estudios similares, observaron mayor correlación con los pliegues del tren inferior. Los modelos predictivos utilizados en este estudio se basan en diferentes combinaciones de pliegues cutáneos. La ecuación de Siri¹¹ utiliza la densidad corporal estimada previamente con las ecuaciones de Durnin y Womersley⁸, que a su vez se basan en el sumatorio de los pliegues tricipital, bicipital, subescapular e ileocrestal. La fórmula de Faulkner⁹ también utiliza cuatro pliegues localizados en el tronco y en el tren superior (tricipital, subescapular, supraespinal y abdominal). En cambio, el modelo predictivo de Carter¹⁰ añade, además de los incluidos en el modelo de Faulkner, dos pliegues localizados en la extremidad inferior (muslo anterior y pantorrilla medial).

Por tanto, aplicando estos modelos en la estimación de la masa grasa se combinan pliegues subcutáneos de distintas localizaciones (tronco, extremidades inferiores y superiores). En el presente trabajo sólo se observaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de los pliegues cutáneos del tren inferior (muslo y pantorrilla), pero no en los de las extremidades superiores o el tronco entre varones y mujeres, lo que ya se ha documentado en otros estudios⁴².

Por último, es importante tener en cuenta que los modelos antropométricos específicos para deportistas se han obtenido con muestras de estos sujetos: la ecuación de Faulkner se desarrolló a partir de un grupo de nadadores de 18-25 años, mientras que la de Carter se obtuvo con atletas olímpicos. Sin embargo, la muestra empleada para calcular la densidad corporal en el estudio de Durnin y Womersley, que es la base para el modelo de estimación de masa grasa de Siri, fue de 209 hombres y 272 mujeres, con edades comprendidas entre los 16 y los 72 años, de población general.

Al aplicar modelos predictivos deben utilizarse aquellos desarrollados en poblaciones similares, tanto en edad y sexo, como en otras características que puedan afectar a la composición corporal, como etnia, situación fisiológica, desviaciones de la normalidad nutricional (IMC extremos, alteraciones del estado de hidratación, etc.) y nivel de actividad física.

7. CONCLUSIONES

- C1.** *Las estudiantes que forman parte de los equipos deportivos de la Universidad de Valladolid son más sedentarias que los varones.*
- C2.** *Los varones presentaron significativamente mayor porcentaje de masa libre de grasa y masa muscular esquelética, y menor porcentaje de masa grasa que las mujeres.*
- C3.** *El modelo de Siri presentó la mejor concordancia en la estimación de la composición corporal con el análisis de bioimpedancia.*
- C4.** *Los modelos de estimación de la masa grasa basados en antropometría desarrollados en población general mostraron mejor funcionamiento que los específicos para deportistas en la muestra evaluada.*
- C5.** *Al aplicar modelos predictivos en la estimación de la composición corporal deben utilizarse aquellos desarrollados en poblaciones similares.*

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Sardinha LB. Functional Body Composition: Need for a New Agenda. Arch Exerc Health Dis. 2012; 3:183-7.
2. Silva AM, Fields DA, Heymsfield SB, Sardinha LB. Body composition and power changes in elite judo athletes. Int J Sports Med. 2010; 31:737-41.
3. Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five level method: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr 1992; 56:19-28.
4. Wang Z, Heshka S, Pierson RN, Heymsfield SB. Systematic organization of body composition methodology: an overview with emphasis on component-based. American Journal Clinical Nutrition 1995; 61: 457-465.
5. Norton K. Anthropometric estimation of body fat. In: Norton K, Olds T. Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses. Sydney: University of New South Wales Press; p.171-98, 2000.
6. González-Cross M, Castell MJ, Moreno L, Nova E, González-Lamuño D, Pérez-Llamas F et al: Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (estudio AVENA). Nutr Hosp 2003; 23 (1): 15-28.
7. Aguilar Cordero MJ, González Jiménez E, García García CJ, García López PA, Álvarez Ferre J, Padilla López CA, et al: Obesidad de una población de escolares de Granada: evaluación de la eficacia de una intervención educativa. Nutr Hosp 2011; 26 (3): 636-641.
8. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr. 1974;32:77-97.
9. Faulkner J. Physiology of swimming and diving. En: Falls H (ed). Exercise Physiology. Baltimore: Academic Press 1968.
10. Carter J. Body composition of Montreal Olympic athletes. En: Carter J (ed). Physical structure of Olympic athletes Part I The Montreal Olympic Games Anthropological Project. Basel, Switzerland: Karger 1982;107-16.

11. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A eds. Techniques for measuring body composition. Washington DC: National Academy of Sciences. Natural Resources Council, 1961: 223-244.
12. Nyboer E. Electrorheometric properties of tissues and fluids. Ann NY Acad Sci. 1970;170:410-20.
13. Thomasset A. Bioelectrical properties of tissue impedance measurements. Lyon Medical. 1962;207:107-18.
14. Hoffer E, Meador C, Simpson D. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. J Appl Physiol. 1969;27:531-4.
15. Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. Nefrología 2002;22:228-38.
16. Casanova-Román M, Rodríguez I, Rico de Cos S, Casanova-Bellido M. Análisis de la composición corporal por parámetros antropométricos y bioeléctricos. An Pediatr (Barc). 2004;61:23-31.
17. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, Slosman DO, Pichard C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. Nutrition, 2001;17:248-53.
18. Lukaski, Métodos
19. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. Clin Nutr. 2004;23:1226-42.
20. Carbuhn, AF, Fernandez, TE, Bragg, AF, Green et al: Sport and training influence bone and body composition in women collegiate athletes. J Strength Cond Res 24: 1710–1717, 2010.
21. Nikolaidis PT. Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. J Res Med Sci 2013;18:22-6.
22. Carter et al., 2005.
23. Malousaris et al., 2008.

24. Sedano et al., 2009.
25. Martínez-Sanz JM y Urdampilleta A. Antropometría y control de peso. Sport Training Magazine. 2012; 41:54-7.
26. A. Global Physical Activity Questionnaire (GPAQ). Analysis guide. World Health Organization. Disponible en:
http://www.who.int/chp/steps/resources/GPAQ_Analysis_Guide.pdf.
27. NHANES. CDC. Anthropometry Procedures Manual, 2007.
28. WHO. Report of a WHO Expert Committee. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva: WHO Technical Report Series, 1995.
29. Pett LB, Ogilvie BA. The report on Canadian average weights, heights and skinfolds. Can Bull Nutr. 1957;5:1-81.
30. Norton K, Olds T. Antropometria: A text book of body measurement for sports and health courses. Sydney: University of New South Wales Press; 2002.
31. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. Phys Sportsmed. 1985;13:76-90.
32. WHO. Clasificación internacional para adultos de bajo peso, sobrepeso y obesidad en relación al IMC: Criterios de la OMS, 2006.
33. Lee R, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield S. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. Am J Clin Nutr. 2000; 72:796-803.
34. Lukaski HC. Assessment of body composition using tetrapolar impedance analysis. In: Whitehead RG, Prentice A, editors. New techniques in nutritional research. San Diego: Academic Press. 1991. pp. 303-15.
35. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. J Appl Physiol. 2000;89:465-71.
36. Nishiwaki M, Kuriyama A, Ikegami Y, Nakashima N, Matsumoto N. J Physiol Anthropol. A pilot crossover study: effects of an intervention using an activity monitor with computerized game functions on physical activity and body composition. J Physiol Anthropol. 2014 Dec 2;33:35.

37. Callejo ML, Mesa MS, Pacheco JL, González-Montero De Espinosa M, Marrodán Md Estudio comparativo de la composición corporal mediante técnicas de antropometría y bioimpedancia. En: Antropología y Biodiversidad. Eds. Aluja MP, Malgosa A y Nogues R. Ed. Bellaterra, Barcelona. 2003; 362-371.
38. Elizondo-Armendáriz, J. J., Guillén Grima, F. & Aguinaga Ontoso, I. (2005). Prevalencia de actividad física y su relación con variables sociodemográficas y estilos de vida en la población de 18 a 65 años de Pamplona. Revista Española de Salud Pública, 79(5), 559-567.
39. Sánchez-Barrera, M. B., Pérez García, M. y Godoy García, J. F. (1995). Patrones de actividad física de una muestra española. Revista de Psicología del Deporte, 7-8, 51-71
40. Lohman TG: Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. Human Biol 1981; 53: 181-225.
41. Martin A.D (1984). An anatomical basis for assessing human body composition: evidence from 25 dissections. PhD Thesis, Simon Fraser University, Burnaby, B.C., Canada.
42. Rebato, R.; Salces, I.; Rosique, J.; San Martín, I.; Susanne, c. 2000. Análisis of sibling resemblance in anthropometric somatotype components. Ann Hum Biol 27:149-161.

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN ESTUDIANTES DEPORTISTAS:
“COMPARACIÓN ENTRE TÉCNICAS ANTROPOMÉTRICAS Y ANÁLISIS DE BIOIMPEDANCIA.”

AUTORA: MARINA RODRÍGUEZ VICENTE

TUTOR: BEATRIZ DE MATEO SILLERAS

ANEXOS

ANEXO 1: Impreso de consentimiento informado.

**Aplicación de técnicas y métodos útiles en la valoración del estado nutricional
en una población de jóvenes universitarios.**

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.

Valladolid, 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 de recogida de información general.

**Aplicación de técnicas y métodos útiles en la valoración del estado nutricional
en una población de jóvenes universitarios.**

Código:..... Fecha exploración:.....

Datos del participante:

- Nombre:.....Apellidos:.....
- Fecha de nacimiento:..... Edad:..... Sexo:.....
- Teléfono de contacto:.....Correo electrónico:.....
- Titulación (curso):.....

Actividad física:

- Deporte que realiza:.....
- Horas diarias/semanales:.....

Datos antropométricos:

Peso (kg)	Peso habitual (kg)	Talla (cm)	Distancia talón-rodilla

- Fluctuaciones de peso en el último año:.....

Segmentos corporales (cm)	
Acromiale-radiale	
Radial-Biestiloideo	
Trocanter-femorale	
Tibial medial-maleolo medial	
Acromial-trocanter	

Perímetros (cm)		Pliegues (mm)	
P. Brazo		P. Bicipital	
P. Cintura		P. Tricipital	
P. Cadera		P. Subescapular	
P. Muslo		P. suprailíaco	
P. Pantorrilla		P muslo medial	
		P medial pierna	

Bioimpedancia:

Variabes	Total	Bíceps	Cuadriceps	Pantorrilla
R (Ohm)				
Xc (Ohm)				
PhA				
Dist. electrodos (cm)				

Hábitos de ingesta

- Patrón de ingesta:

	DE	AL	CO	ME	CE	RE
- ¿Realiza picoteos entre horas?			SÍ		NO	
- Fumador:		SÍ	NO			
N ^a cigarrillos/día:						
- Alcohol:		SÍ	NO			
	Diario		Fin de semana		Ocasional	

ANEXO 3. Análisis de concordancia de modelos para población deportista

Antropometría para deportistas y población general

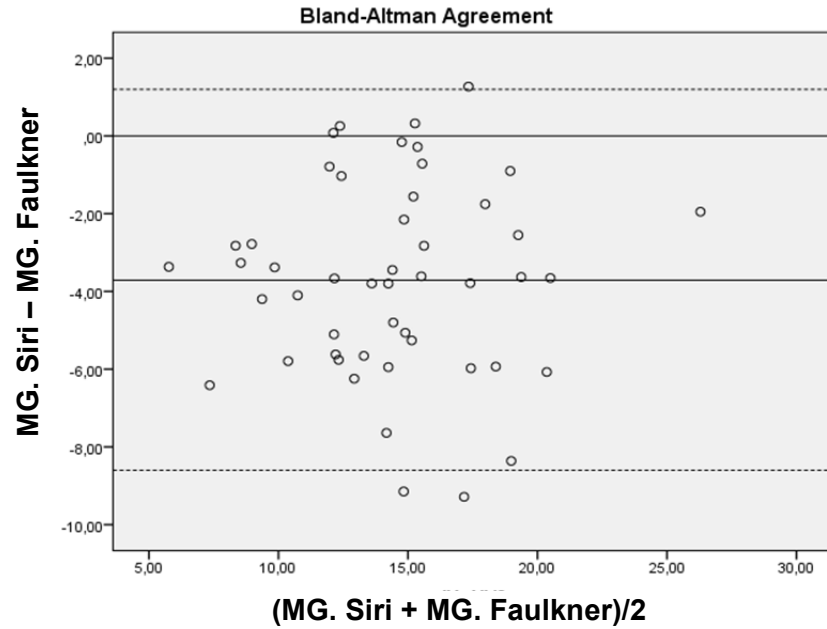


Figura 10. Concordancia en la estimación de la masa grasa por antropometría utilizando modelos predictivos específicos para población deportista (Faulkner) y para población general (Siri).

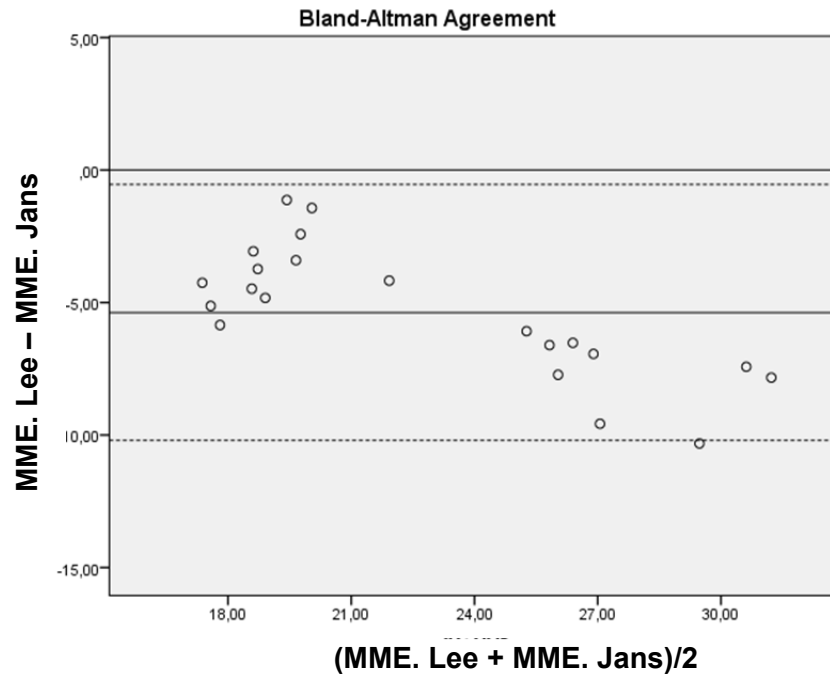


Figura 11. Concordancia entre antropometría para población deportista (Lee y Jans) en la estimación de la masa muscular.

ANÁLISIS DE CONCORDANCIA: COMPOSICIÓN CORPORAL BIA Y ANTROPOMETRÍA

Muestra total:

	MG_Kyle (kg)	MG_Carter (kg)	MG_Faulk (kg)	MLG_Kyle (kg)	MLG_Carter (kg)	MLG_Faulk (kg)	MME_Jans (kg)
MG_Carter (kg)	0.56 ((-0.124)-0.82)	--	--	--	--	--	--
MG_Faulk (kg)	0.55 ((-0.19)-0.81)	0.94 ((-0.01) - 0.99)	--	--	0.99 (0.62 - 0.99)*	--	--
MG_Siri (kg)	0.84 (0.57 - 0.94)*	0.83 (0.59 - 0.92)*	0.75 ((-0.18) - 0.92)	--	0.98 (0.95 - 0.99)*	0.97 (0.39 - 0.99)*	--
MLG_Carter (kg)	--	--	--	0.97 (0.93 - 0.99)*	--	--	--
MLG_Faulk (kg)	--	--	--	0.97 (0.93 - 0.99)*	--	--	--
MLG_Siri (kg)	--	--	--	0.99 (0.96 - 0.99)*	--	--	--
MME_Lee (kg)	--	--	--	--	--	--	0.78 ((-0.16)-0.95)

MG_Kyle, masa grasa (MG) estimada con la ecuación de Kyle; MG_Carter, MG estimada con la ecuación de Carter; MG_Faulk, MG estimada con la ecuación de Faulkner; MG_Siri, MG estimada con la ecuación de Siri; MLG_Kyle, masa libre de grasa (MLG) estimada con la ecuación de Kyle; MLG_Carter, MLG estimada con la ecuación de Carter; MLG_Faulk, MLG estimada con la ecuación de Faulkner; MLG_Siri, MLG estimada con la ecuación de Siri; MME_Jans, masa muscular esquelética (MME) estimada con la ecuación de Janssen; MME_Lee, MME estimada con la ecuación de Lee.

Los resultados se muestran como coeficiente de correlación intraclass -CCI- (95% intervalo de confianza). *CCI significativo: $p < 0.05$

ANEXO 4. Análisis de concordancia de modelos para deportistas (varones)

Antropometría versus BIA

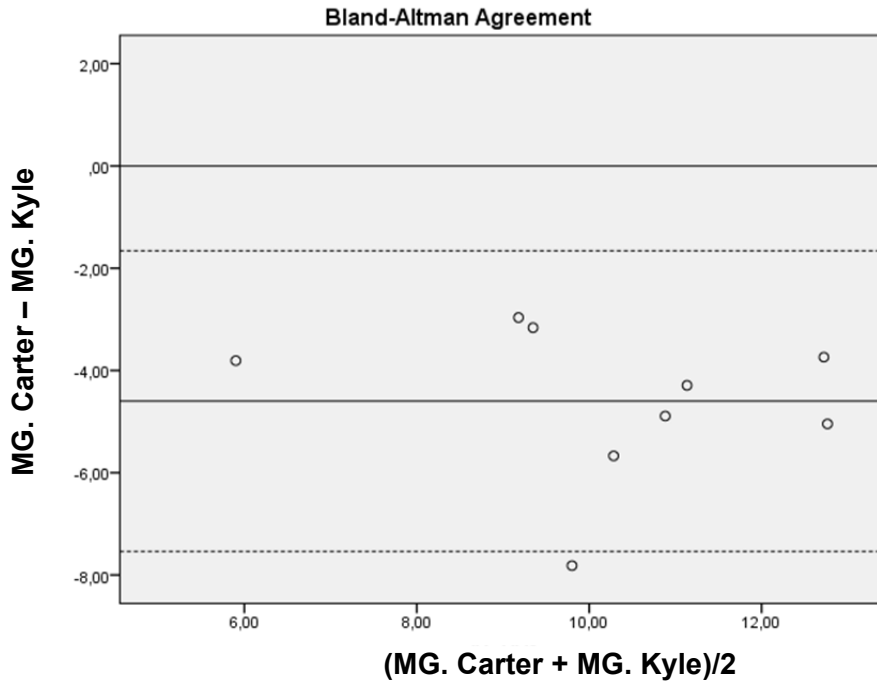


Figura 12. Concordancia entre antropometría para población deportista (Carter) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

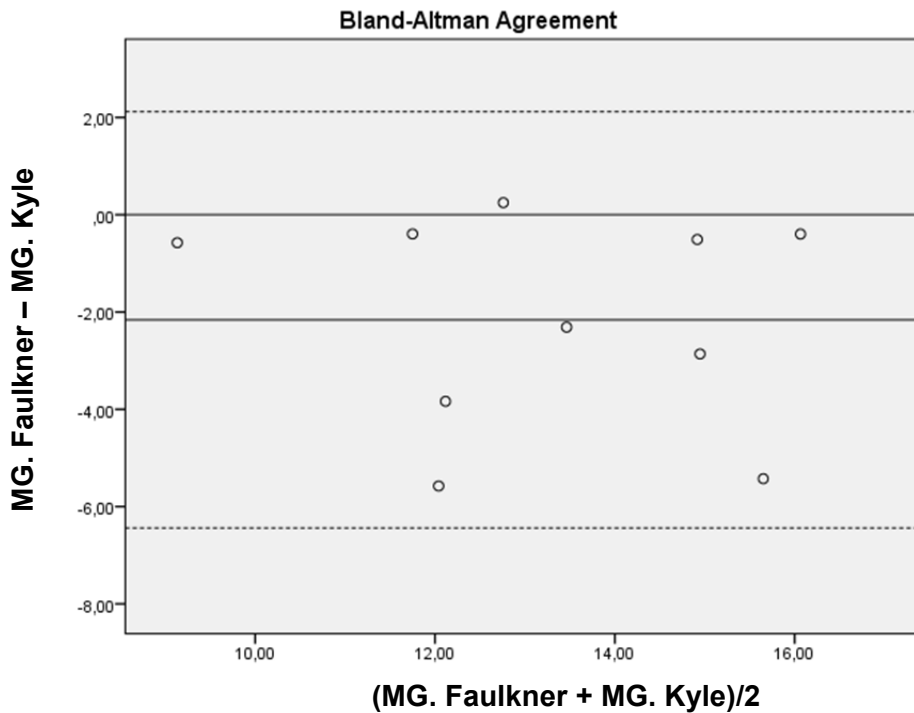


Figura 13. Concordancia entre antropometría para población deportista (Faulkner) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

Antropometría para deportistas y población general

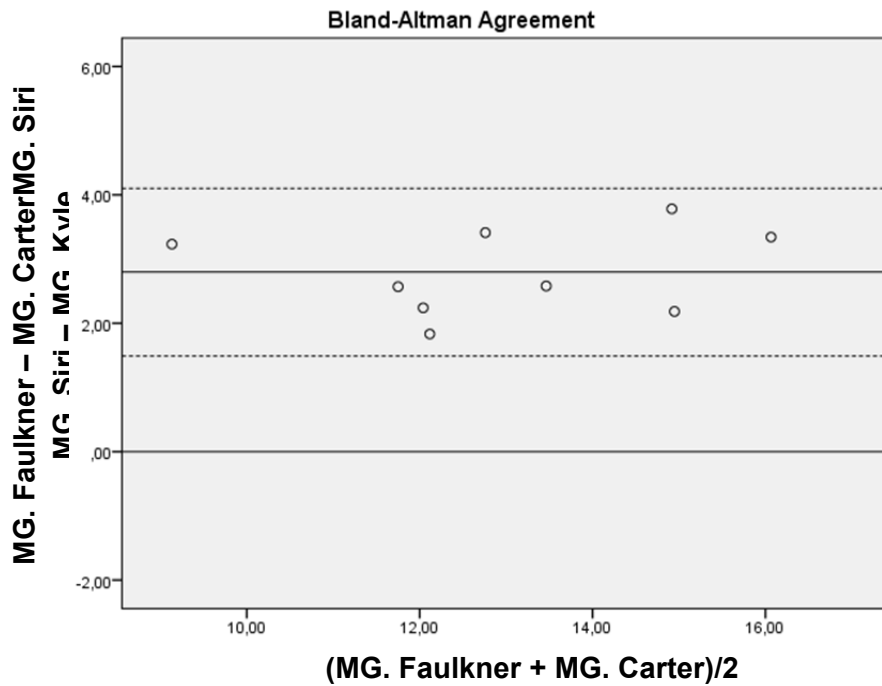


Figura 14. Concordancia entre modelos de antropometría específicos para varones deportistas (Faulkner y Carter) en la estimación de la masa grasa.

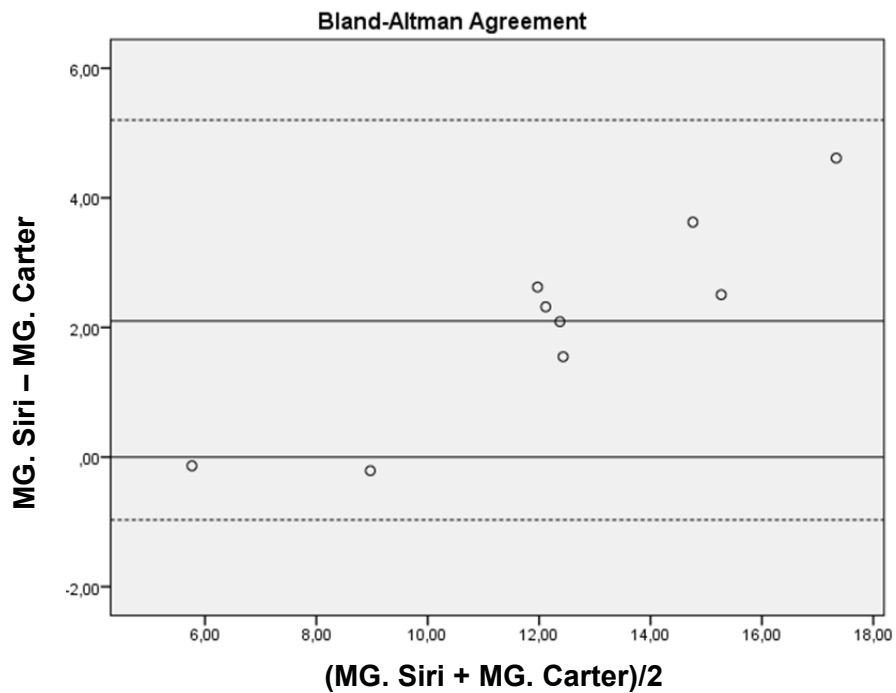


Figura 15. Concordancia en la estimación de la masa grasa por antropometría utilizando modelos predictivos específicos para varones deportistas (Carter) y para población general (Siri).

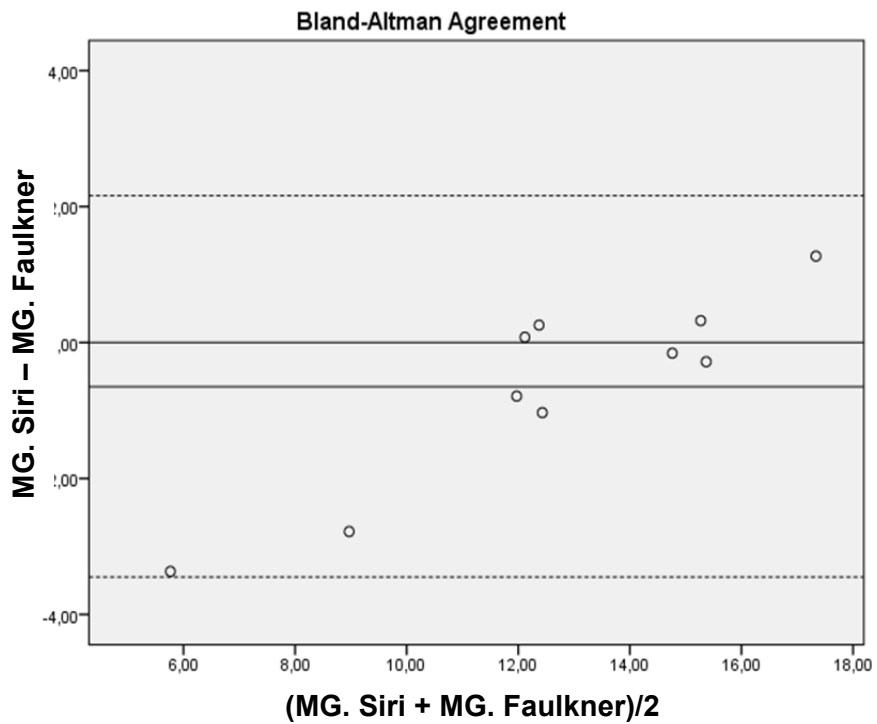


Figura 16. Concordancia en la estimación de la masa grasa por antropometría utilizando modelos predictivos específicos para varones deportistas (Faulkner) y para población general (Siri).

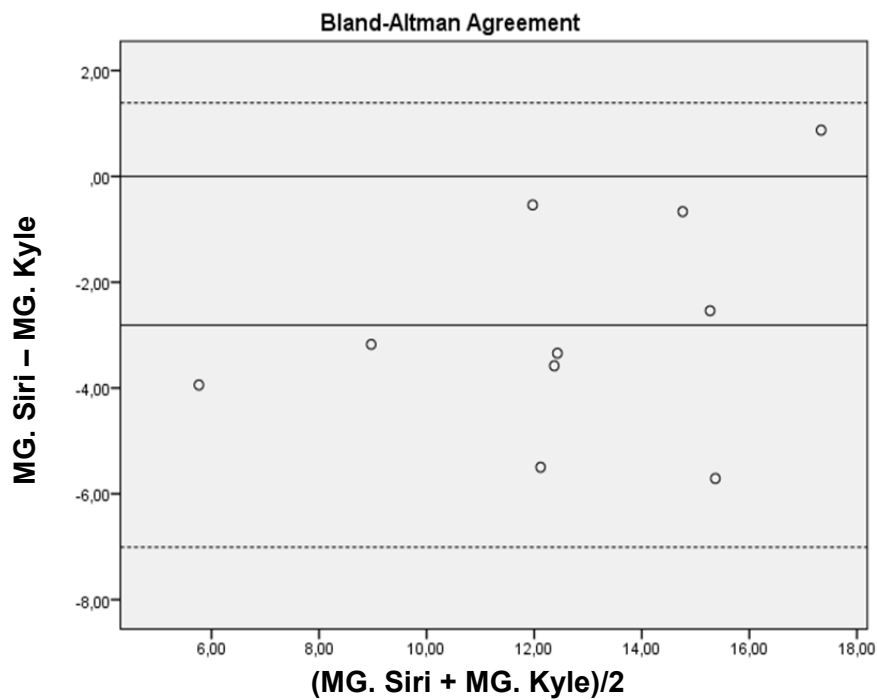


Figura. 17. Concordancia entre antropometría para población general (Siri) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

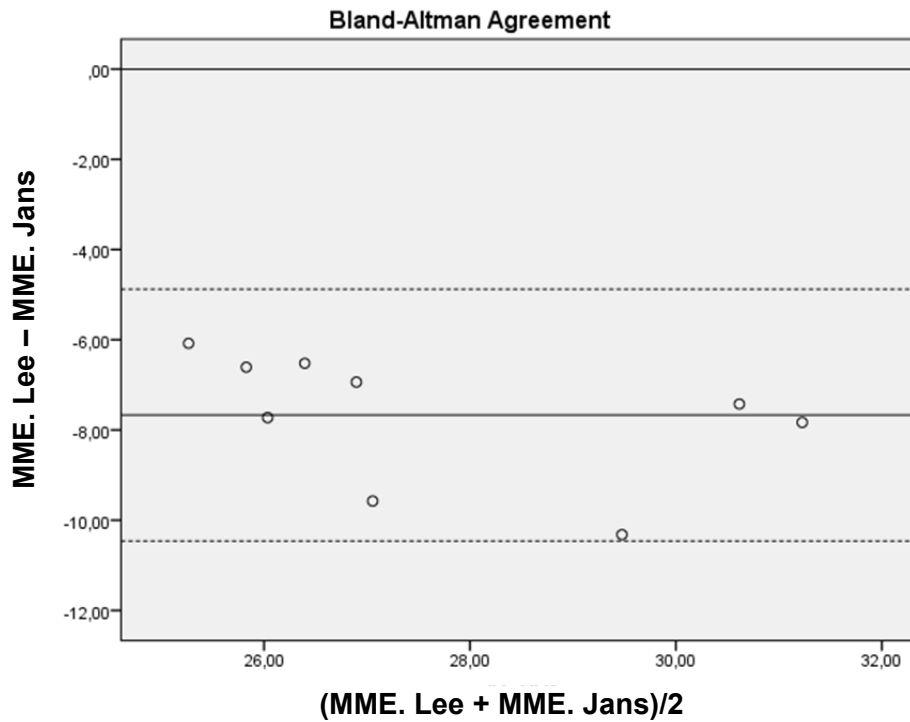


Figura 18. Concordancia entre antropometría para varones deportistas (Lee y Jans) en la estimación de la masa muscular.

Hombres deportistas

	MG_Kyle (kg)	MG_Carter (kg)	MG_Faulk (kg)	MLG_Kyle (kg)	MLG_Carter (kg)	MLG_Faulk (kg)	MME_Jans (kg)
MG_Carter (kg)	0.46 ((-0.10) – 0.86)	--	--	--	--	--	--
MG_Faulk (kg)	0.70 ((-0.17) – 0.93)	0.67 ((-0.05) – 0.94)	--	--	0.94 ((-0.02) – 0.99)	--	--
MG_Siri (kg)	0.74 ((-0.23) – 0.94)	0.80 ((-0.19) – 0.96)	0.93 (0.71 – 0.98)*	--	0.94 (0.19 – 0.99)*	0.98 (0.92 – 0.99)*	--
MLG_Carter (kg)	--	--	--	0.84 ((-0.08) – 0.97)	--	--	--
MLG_Faulk (kg)	--	--	--	0.93 (0.45 – 0.99)*	--	--	--
MLG_Siri (kg)	--	--	--	0.90 (0.03 – 0.98)*	--	--	--
MME_Lee (kg)	--	--	--	--	--	--	0.29 ((-0.03) – 0.76)

MG_Kyle, masa grasa (MG) estimada con la ecuación de Kyle; MG_Carter, MG estimada con la ecuación de Carter; MG_Faulk, MG estimada con la ecuación de Faulkner; MG_Siri, MG estimada con la ecuación de Siri; MLG_Kyle, masa libre de grasa (MLG) estimada con la ecuación de Kyle; MLG_Carter, MLG estimada con la ecuación de Carter; MLG_Faulk, MLG estimada con la ecuación de Faulkner; MLG_Siri, MLG estimada con la ecuación de Siri; MME_Jans, masa muscular esquelética (MME) estimada con la ecuación de Janssen; MME_Lee, MME estimada con la ecuación de Lee.

Los resultados se muestran como coeficiente de correlación intraclase –CCI- (95% intervalo de confianza). *CCI significativo: p<0.05

ANEXO 5. Análisis de concordancia de modelos para deportistas (mujeres)

Antropometría versus BIA

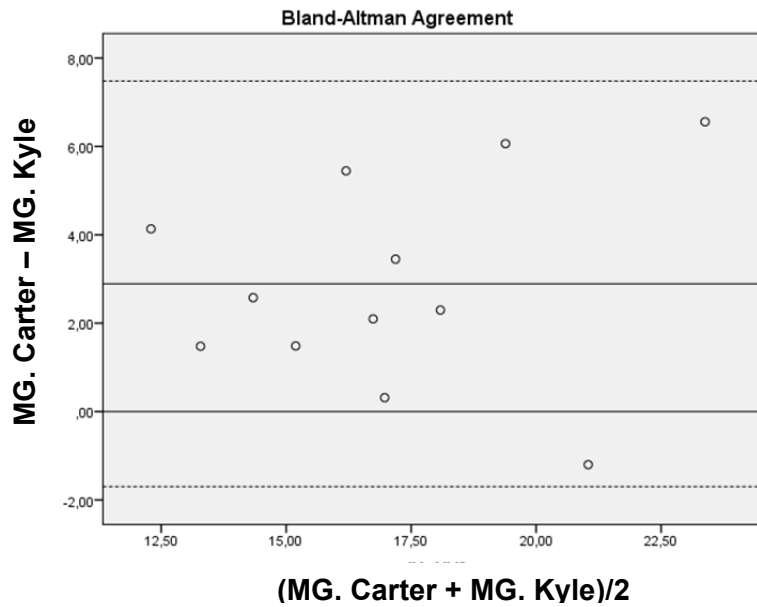


Figura 19. Concordancia entre antropometría para población deportista (Carter) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

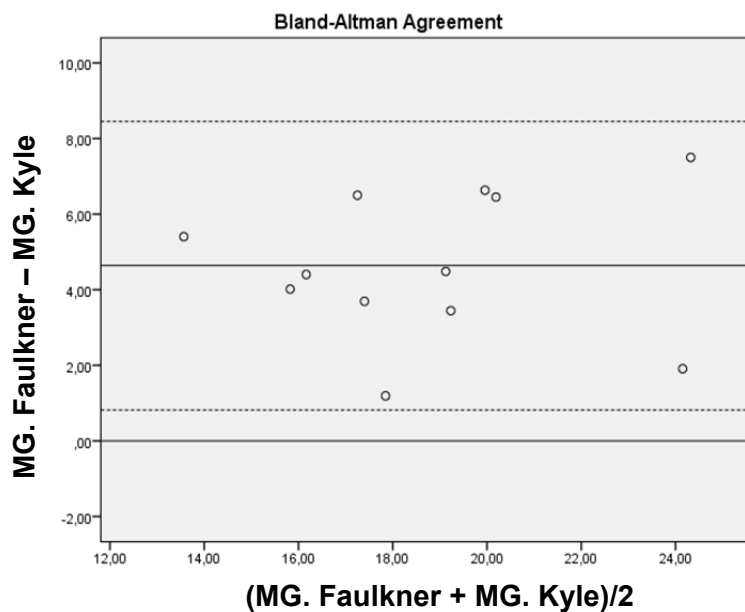


Figura 20. Concordancia entre antropometría para población deportista (Faulkner) y BIA (Kyle) en la estimación de la composición corporal.

Antropometría para deportistas y población general

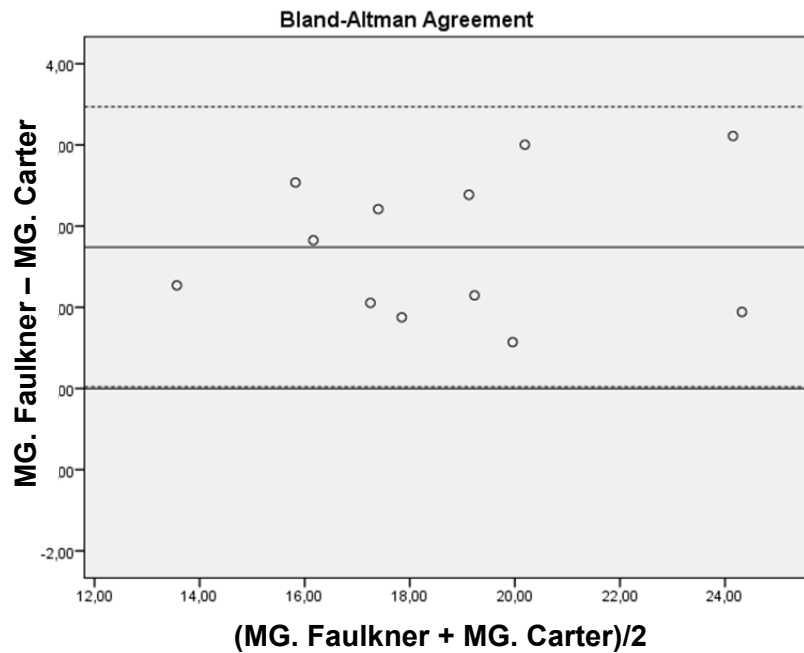


Figura 21. Concordancia entre modelos de antropometría específicos para mujeres deportistas (Faulkner y Carter) en la estimación de la masa grasa.

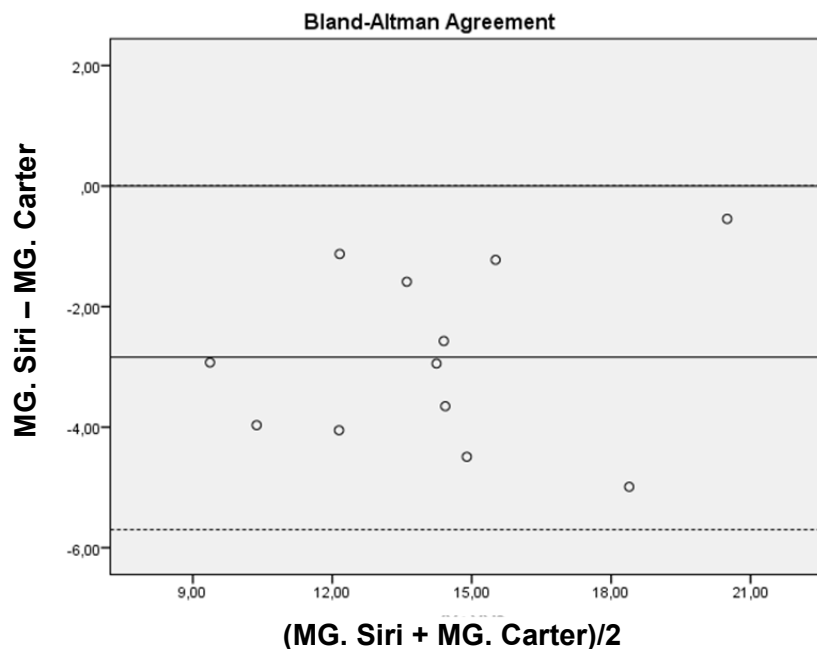


Figura 22. Concordancia en la estimación de la masa grasa por antropometría utilizando modelos predictivos específicos para mujeres deportistas (Carter) y para población general (Siri).

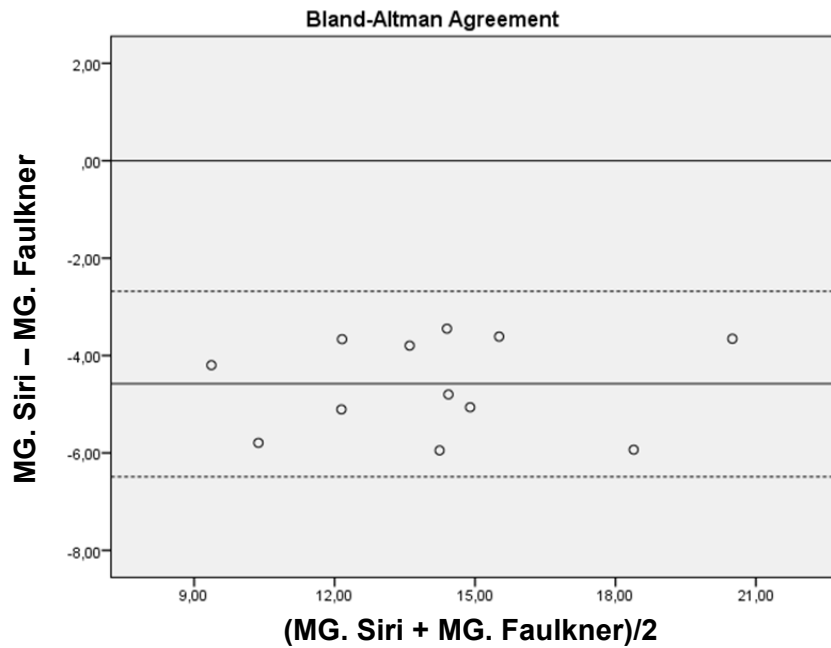


Figura 23. Concordancia en la estimación de la masa grasa por antropometría utilizando modelos predictivos específicos para mujeres deportistas (Faulkner) y para población general (Siri).

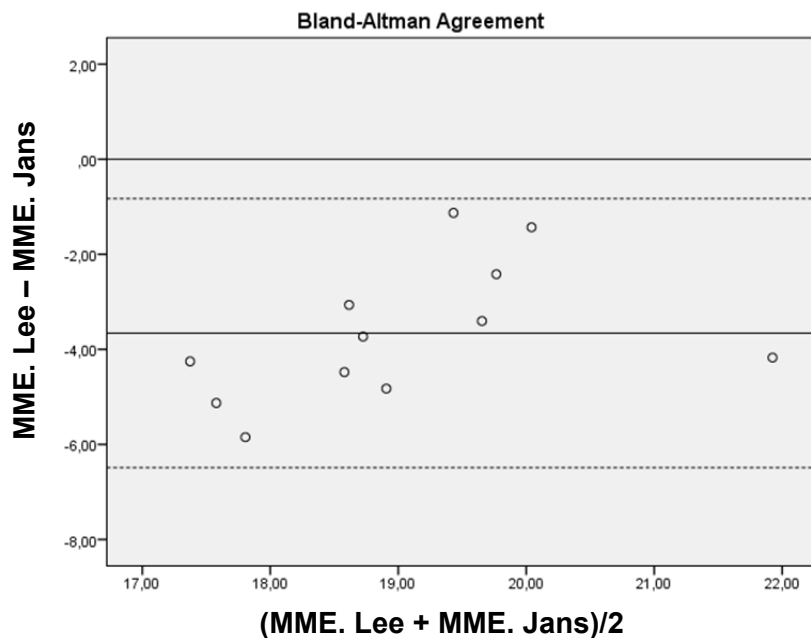


Figura 24. Concordancia entre antropometría para mujeres deportistas (Lee y Jans) en la estimación de la masa muscular.

Mujeres deportistas

	MG_Kyle (kg)	MG_Carter (kg)	MG_Faulk (kg)	MLG_Kyle (kg)	MLG_Carter (kg)	MLG_Faulk (kg)	MME_Jans (kg)
MG_Carter (kg)	0.72 ((-0.20) – 0.93)	--	--	--	--	--	--
MG_Faulk (kg)	0.61 ((-0.15) – 0.90)	0.91 ((-0.10) – 0.98)	--	--	0.94 ((-0.04) – 0.99)	--	--
MG_Siri (kg)	0.96 (0.86 – 0.99)*	0.78 ((-0.18) – 0.95)	0.63 ((-0.04) – 0.92)	--	0.84 ((-0.16) – 0.97)	0.69 ((-0.04) – 0.94)	--
MLG_Carter (kg)	--	--	--	0.74 ((-0.19) – 0.94)	--	--	--
MLG_Faulk (kg)	--	--	--	0.59 ((-0.15) – 0.90)	--	--	--
MLG_Siri (kg)	--	--	--	0.95 (0.82 – 0.99)*	--	--	--
MME_Lee (kg)	--	--	--	--	--	--	0.17 ((-0.12) – 0.58)

MG_Kyle, masa grasa (MG) estimada con la ecuación de Kyle; MG_Carter, MG estimada con la ecuación de Carter; MG_Faulk, MG estimada con la ecuación de Faulkner; MG_Siri, MG estimada con la ecuación de Siri; MLG_Kyle, masa libre de grasa (MLG) estimada con la ecuación de Kyle; MLG_Carter, MLG estimada con la ecuación de Carter; MLG_Faulk, MLG estimada con la ecuación de Faulkner; MLG_Siri, MLG estimada con la ecuación de Siri; MME_Jans, masa muscular esquelética (MME) estimada con la ecuación de Janssen; MME_Lee, MME estimada con la ecuación de Lee.

Los resultados se muestran como coeficiente de correlación intraclase –CCI– (95% intervalo de confianza). *CCI significativo: $p < 0.05$