

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ  
FACULTAD DE MEDICINA  
TRABAJO FIN DE GRADO EN MEDICINA**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**COMPARACIÓN EN EDAD PEDIÁTRICA Y EN EDAD ADULTA DEL SISTEMA DE ULTRASONIDO BODYMETRIX™ FRENTE A LA BIOIMPEDANCIA PARA LA MEDICIÓN DE LA GRASA CORPORAL.**

**Autor:** Sergio Ramos Romero.

**Tutor:** Dr. Francisco José Sánchez Ferrer.

**Departamento y Área:** Departamento de Farmacología, Pediatría y Química Orgánica de la UMH – Área de Pediatría.

**Curso académico 2023/2024:** Convocatoria del 22 de mayo de 2024.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todos los profesionales sanitarios del Servicio de Pediatría del Hospital de San Juan de Alicante por su colaboración e implicación en el estudio y por la ayuda tanto por la accesibilidad de los pacientes como en la recogida de los datos. También me gustaría agradecer a todos los profesores que han intervenido en mi formación profesional durante estos seis años del grado.

Especialmente, agradezco la implicación de mi tutor, el doctor Francisco José Sánchez Ferrer, por mostrarme su apoyo, confianza y atención en todo momento.

Quiero agradecer, además, a todas las personas que han hecho posible que mi estancia en Alicante fuera más amena. De verdad, gracias, os puedo considerar una parte importante por la que echar de menos Alicante. Más que amigos, nos hemos tratado como hermanos.

Pero, sobre todo, gracias a mi familia y a mi pareja por haber sido un gran apoyo incondicional durante este camino tan bonito, que es la Medicina.



# ÍNDICE

1. RESUMEN .....	4
2. ABSTRACT.....	5
3. INTRODUCCIÓN.....	7
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	11
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
6. RESULTADOS .....	15
7. DISCUSIÓN.....	23
8. CONCLUSIONES .....	25
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	26
10. ANEXOS .....	29
10.1. Tablas.....	29
10.2. Fotografía del equipo .....	32
10.3. Autorizaciones pertinentes.....	33

## 1. RESUMEN

-Introducción: El sobrepeso y la obesidad son uno de los motivos de consulta más frecuentes en la práctica clínica, debido a su alta prevalencia, en aumento durante los últimos años. Para su diagnóstico, se usa el índice de masa corporal (IMC), que mide el peso y la estatura de las personas. Junto con la bioimpedancia, es un método doblemente indirecto de análisis de la composición corporal. La única manera de realizar una medición directa de la grasa corporal es a través de la disección de cadáveres. Entre los métodos indirectos destacan el pesaje hidrostático, la pletismografía y la hidrometría. También se usan técnicas de imagen como ultrasonidos, RMN, TAC, tomografía computarizada de composición corporal (CTBC) y absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA).

El método DEXA se considera el “gold standard” para medir la composición corporal, sin embargo, la bioimpedancia se utiliza más en la práctica clínica, debido a su menor costo, mayor portabilidad, facilidad de uso sin necesidad de entrenamiento previo, falta de exposición a la radiación y mayor facilidad para mediciones ambulatorias repetidas. A pesar de estas ventajas, el IMC es el método más usado en la práctica clínica habitual, ya que solo requiere una balanza y un tallímetro para su determinación.

La justificación de este trabajo es valorar el grado de correlación que existe entre la ecografía y la bioimpedancia, para la medición de la grasa corporal, en todos los grupos poblacionales.

-Material y métodos: Se trata de un estudio observacional descriptivo transversal realizado entre los meses de octubre de 2023 y febrero de 2024. La población a estudio fueron pacientes pediátricos con edades comprendidas entre 8 y 15 años que acuden a consulta de Endocrinología Infantil del Hospital Universitario de San Juan de Alicante por obesidad y/o diabetes mellitus, controles con niños sanos de la consulta y adultos mayores de 18 años, independientemente de su IMC.

Las variables recogidas fueron: edad, género, biotipo, estatura, peso, IMC, plicómetro en tríceps, mediciones de Bodymetrix™ en tríceps y pantorrilla y porcentaje de grasa corporal mediante Bodymetrix™ y mediante bioimpedancia.

Se ha realizado un análisis descriptivo de la muestra en variables cualitativas y cuantitativas. Tras esto, se han aplicado las pruebas de T de Student y de Levene para buscar diferencias por edad, género y biotipo de la muestra obtenida. Para finalizar, se ha valorado el coeficiente de correlación entre las variables para saber si esta correlación era significativa, con un valor menor de 0,05.

-Resultados: El cociente de correlación de Pearson demuestra una asociación significativa ( $p < 0,01$ ) y muy fuerte (0,743) entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™ en la población total estudiada. Además, también se observa una asociación significativa ( $p < 0,01$ ) y muy fuerte (0,732) entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™ en población pediátrica. Por último, se aprecia una asociación significativa ( $p < 0,01$ ) y muy fuerte (0,903) entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™ en población adulta.

-Conclusiones: Los resultados de este estudio respaldan la hipótesis de que el uso del sistema de ultrasonido Bodymetrix™ es una opción fiable en comparación con la bioimpedancia para evaluar el porcentaje total de grasa corporal, en edad pediátrica y en edad adulta. Además, se evidencia correlación fuerte y significativa entre el sistema Bodymetrix™ y la bioimpedancia según el IMC, biotipo, peso y medición de plicómetro en tríceps, en la población pediátrica y adulta. Sin embargo, solo se evidencia correlación según el género, en la población pediátrica.

-Palabras claves: Bioimpedancia, bodymetrix, grasa corporal, IMC, obesidad.

## **2. ABSTRACT**

-Introduction: Overweight and obesity are one of the most frequent reasons for consultation in clinical practice, due to their high prevalence, which has been increasing in recent years. For diagnosis, the body mass index (BMI) is used, which measures a person's weight and height. Together with bioimpedance, it is a doubly indirect method of analyzing body composition. The only way to make a direct measurement of body fat is through cadaver dissection. Among the indirect methods, hydrostatic weighing,

plethysmography and hydrometry stand out. Imaging techniques such as ultrasound, MRI, CT, computed tomography of body composition (CTBC), and dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) are also used.

DEXA method is considered the “gold standard” for measuring body composition, however, bioimpedance is used more in clinical practice, due to its lower cost, greater portability, ease of use without the need for prior training, lack of exposure to radiation and greater ease for repeated outpatient measurements. Despite these advantages, BMI is the most used method in routine clinical practice, since it only requires a scale and a stadiometer for its determination.

The justification of this work is to assess the degree of correlation that exists between ultrasound and bioimpedance, for the measurement of body fat, in all population groups.

-Material and methods: This is a cross-sectional descriptive observational study carried out between the months of October 2023 and February 2024. The study population was pediatric patients aged between 8 and 15 years who attended the Children's Endocrinology consultation at the University Hospital of San Juan de Alicante for obesity and/or diabetes mellitus, controls with healthy children from the clinic and adults over 18 years old, regardless of their BMI.

The variables collected were: age, gender, biotype, height, weight, BMI, triceps caliper, Bodymetrix™ measurements on triceps and calf, and body fat percentage using Bodymetrix™ and bioimpedance.

A descriptive analysis of the sample has been carried out in qualitative and quantitative variables. After this, Student's T and Levene's tests were applied to look for differences by age, gender and biotype of the sample obtained. Finally, the correlation coefficient between the variables was assessed to know if this correlation was significant, with a value less than 0,05.

-Results: Pearson's correlation coefficient demonstrates a significant ( $p < 0,01$ ) and very strong association (0,743) between bioimpedance and the measurement of body fat

with Bodymetrix™ in the total population studied. Furthermore, a significant ( $p < 0,01$ ) and very strong association (0,732) is also observed between bioimpedance and the measurement of body fat with Bodymetrix™ in the pediatric population. Finally, a significant ( $p < 0,01$ ) and very strong association (0,903) is seen between bioimpedance and the measurement of body fat with Bodymetrix™ in the adult population.

-Conclusions: The results of this study support the hypothesis that the use of the Bodymetrix™ ultrasound system is a reliable option compared to bioimpedance to evaluate the percentage of total body fat, in pediatric and adult age. In addition, a strong and significant correlation is evident between the Bodymetrix™ system and bioimpedance according to BMI, biotype, weight and triceps caliper measurement, in the pediatric and adult population. However, a correlation is only evident according to gender in the pediatric population.

-Keywords: Bioimpedance, bodymetrix, body fat, BMI, obesity.

### 3. INTRODUCCIÓN

El sobrepeso y la obesidad son uno de los motivos de consulta más frecuentes en la práctica clínica, debido a su alta prevalencia, en aumento durante los últimos años. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el sobrepeso es una afección que se caracteriza por una acumulación excesiva de grasa, mientras que la obesidad es una enfermedad crónica compleja que se caracteriza por una acumulación excesiva de grasa corporal que puede ser perjudicial para la salud [1,2].

Se define como obesidad infantil a la acumulación excesiva de grasa que determina afectación física y/o psicológica del niño, con un aumento del riesgo, tanto presente como futuro, de padecer patologías asociadas, así como de mortalidad precoz [3].

El sobrepeso y la obesidad son la consecuencia de un desequilibrio entre la ingesta calórica (alimentación) y el gasto calórico (actividad física). En la mayoría de los casos, la obesidad es una enfermedad multifactorial que se debe a un ambiente obesogénico, factores psicosociales y variantes genéticas [1,2].

Dichas afecciones influyen en la morbimortalidad de los pacientes, ya que el aumento del porcentaje de grasa corporal se ha relacionado con diversas patologías como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, pubertad precoz, diversos tipos de cáncer, patologías digestivas como colelitiasis o esteatosis hepática y enfermedades reumáticas como osteoporosis u osteoartritis. Además, también ejercen una carga considerable en los sistemas de salud y la economía global [4].

Respecto a la epidemiología, los datos de sobrepeso y obesidad en los últimos 30 años se han duplicado entre los adultos de todo el mundo, mientras que se han cuadruplicado entre los adolescentes. Aunque es cierto que ha habido una estabilización de la prevalencia estos últimos años debido a la concienciación de la población sobre la enfermedad. En 2022, 2500 millones de adultos tenían sobrepeso. De ellos, 890 millones eran obesos. La cifra en edad pediátrica es más llamativa, ya que 37 millones de niños menores de 5 años tenían sobrepeso y más de 390 millones de niños y adolescentes de 5 a 18 años tenían sobrepeso, de los cuales 160 millones eran obesos [1].

En España, los datos más recientes están sacados de la Encuesta Nacional de Salud, realizada en el año 2017. En dicha encuesta, la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños de 2 a 17 años es de 9,33% y 16,42%, respectivamente. En las niñas de 2 a 17 años la prevalencia de sobrepeso es de 9,13%, mientras que la obesidad es de 16,30%. Estos datos muestran una similitud notable con los resultados obtenidos en los estudios realizados en los años 2006 y 2012, lo que respalda la tendencia hacia una estabilización observada durante la última década [3].

Para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad, se usa el índice de masa corporal (IMC), que mide el peso y la estatura de las personas. La fórmula es:  $\text{peso}/\text{estatura}^2$  (kg/m<sup>2</sup>).

La OMS establece que un IMC igual o superior a 25 se considera sobrepeso, mientras que un IMC igual o superior a 30 se clasifica como obesidad. Esta definición se aplica a adultos mayores de 18 años, y es utilizada internacionalmente como un indicador estándar para evaluar el peso corporal en relación con la estatura [1].

En el caso de los niños menores de 5 años, la OMS define al sobrepeso como un peso para la estatura superior a dos desviaciones típicas por encima de la mediana de los patrones de crecimiento infantil. La obesidad es definida como un peso para la estatura



superior a tres desviaciones típicas por encima de la mediana de los patrones de crecimiento infantil de la OMS [1].

En el caso de los niños de 5 a 18 años, la OMS define al sobrepeso como un IMC para la edad superior a una desviación típica por encima de la mediana de la referencia de crecimiento de la OMS. La obesidad es definida como un IMC para la edad superior a dos desviaciones típicas por encima de la mediana de la referencia de crecimiento de la OMS [1].

Existen métodos directos, indirectos y doblemente indirectos de análisis de la composición corporal. La única manera de realizar una medición directa de la grasa corporal es a través de la disección de cadáveres. Los métodos indirectos establecen un parámetro inicial por el que se deducen el resto de los parámetros. Se usan métodos basados en densidades, como el pesaje hidrostático (hidrodensitometría) y métodos basados en propiedades fisicoquímicas, como la pletismografía por desplazamiento de aire (ADP) y el método de dilución de isótopos (hidrometría). También se usan técnicas de imagen como ultrasonidos, RMN, TAC, tomografía computarizada de composición corporal (CTBC) y absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA). También existen los métodos doblemente indirectos. Éstos se obtienen de otro método indirecto, al aplicar ecuaciones derivadas de él. Destacan la antropometría (incluyendo el IMC, los pliegues cutáneos y la circunferencia de cintura) y la bioimpedancia [5,6].

El método DEXA se considera el “gold standard” para medir la composición corporal. Utiliza rayos X de dos energías para diferenciar entre masa grasa, masa magra y masa ósea. Este método ofrece una alta precisión y reproducibilidad, lo que lo hace ideal para estudios clínicos y de investigación. La bioimpedancia se basa en la conducción de una corriente eléctrica de baja intensidad a través del cuerpo y la medición de la impedancia resultante. La bioimpedancia se utiliza más en la práctica clínica respecto al método DEXA, debido a su menor costo, mayor portabilidad, facilidad de uso sin necesidad de entrenamiento previo, falta de exposición a la radiación y mayor facilidad para mediciones ambulatorias repetidas [7,8]. A pesar de estas ventajas, el IMC es el método más usado en la práctica clínica habitual, ya que solo requiere una balanza y un tallímetro para su determinación, a pesar de que tiene limitaciones en precisión en comparación con los métodos mencionados anteriormente. Sin embargo, el IMC tiene limitaciones,

ya que no distingue entre masa grasa y masa magra, ni tiene en cuenta la distribución de la grasa corporal [3,8].

En este trabajo, nos enfocaremos especialmente en la evaluación del contenido de grasa corporal mediante ultrasonido. Para ello, se pueden emplear dos métodos: el modo A y el modo B.

El primer método, se trata del modelo de amplitud (A). Éste utiliza un único haz de ultrasonido en un plano único para determinar la reflexión acústica e impedancia de diferentes tejidos. De esta manera, podemos observar ondas en forma de picos en un gráfico, donde los límites entre los tejidos corresponden a las zonas de transición entre la grasa y el músculo, así como entre el músculo y el hueso [9].

El otro método empleado, se trata del modelo por escala de grises (B). En este, las señales se observan como una imagen anatómica en dos dimensiones, lo que facilita la medición del grosor del tejido graso mediante dispositivos de calibración electrónicos [9].

Para este trabajo, se ha utilizado el sistema de ultrasonido portátil conocido como BodyMetrix™ BX2000, que utiliza el primer método. El software de Bodymetrix™ ofrece la posibilidad de aplicar diversas ecuaciones de medición, utilizando 1, 2, 3, 4, 7 o 9 puntos de referencia. De todas estas ecuaciones, la más validada es la desarrollada por Jackson y Pollock, que emplea 7 puntos de medida. Tras esta, se encuentra la versión de 3 puntos de Jackson y Pollock. En términos de la variabilidad en el rendimiento entre diferentes evaluadores, se ha establecido como ecuación menos sesgada la de Jackson y Pollock de 7 puntos [10,11,12].

La justificación de este trabajo es valorar el grado de correlación que existe entre la ecografía y la bioimpedancia, para la medición de la grasa corporal, en todos los grupos poblacionales. El uso de la bioimpedancia como método de referencia útil y con buena correlación para validar el porcentaje de grasa corporal en este estudio, se debe a las ventajas mencionadas anteriormente respecto al DEXA [7,8].

#### 4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Se plantea la **hipótesis** de que la medición por ecografía es un método fiable frente a la bioimpedanciometría, para la medición de la grasa corporal.

El **objetivo primario** de este estudio es medir el grado de correlación que existe entre la ecografía y la bioimpedancia, para la medición de la grasa corporal.

Se plantean los siguientes **objetivos secundarios**:

- Analizar la correlación entre la ecografía y la bioimpedancia para la medición de la grasa corporal, según la edad de los pacientes.
- Analizar la correlación entre la ecografía y la bioimpedancia para la medición de la grasa corporal, según el género de los pacientes.
- Analizar la correlación entre la ecografía y la bioimpedancia para la medición de la grasa corporal, según sean catalogados como obesos o no atléticos.

#### 5. MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un estudio observacional descriptivo transversal.

La población a estudio fueron pacientes pediátricos con edades comprendidas entre 8 y 15 años que acuden a consulta de Endocrinología Infantil del Hospital Universitario de San Juan de Alicante por obesidad y/o diabetes mellitus, controles con niños sanos de la consulta y adultos mayores de 18 años, independientemente de su IMC. La toma de datos se ha realizado entre los meses de octubre de 2023 y febrero de 2024.

La estatura se ha medido con un tallímetro 213 (Seca®: Birmingham, UK), con un margen de error de +/- 0,5 cm. El peso se ha calculado con una báscula DC-430 (Tanita®: Middlesex, UK), con un margen de error de +/- 0,1 kg. Los participantes se han pesado sin ropa ni calzado. El IMC se ha calculado a partir de los datos antropométricos. La medición del pliegue tricípital se ha realizado con un plicómetro modelo GIMA.

Los datos se almacenaron en un fichero individual para cada participante, mediante el software BodyView™, asignándose un número anonimizado a cada uno, y especificando edad, género, biotipo, estatura y peso. Los participantes delgados y normopeso (IMC

inferior al percentil 90 en edad pediátrica e IMC <25 en edad adulta) fueron designados como "no atléticos", mientras que los participantes con sobrepeso (IMC superior al percentil 90 en edad pediátrica e IMC  $\geq$ 25 en edad adulta) y obesos (IMC superior al percentil 97 en edad pediátrica e IMC  $\geq$ 30 en edad adulta) fueron considerados como "obesos". El IMC basado en percentiles son específicos por edad y sexo, referido a los datos y curvas de Hernández y cols. de 1988.

Las determinaciones ecográficas del grosor de la grasa subcutánea se han realizado con sistema de ultrasonido BodyMetrix™ BX2000. Para ello, se conecta una sonda de 2,5 MHz mediante un USB a un ordenador portátil que tenga instalado previamente el software BodyView™ Professional. Las mediciones ecográficas se realizaron en el tríceps y en la pantorrilla de los participantes en bipedestación (medición de 2 puntos - Slaughter). Aunque esta medición era la recomendada por el fabricante para edad pediátrica, también se aplicó en los participantes adultos [13].

Para la determinación del grosor de la grasa subcutánea por ecografía, se aplicó gel conductor de ultrasonidos a la sonda de transmisión. Tras esto, se coloca la sonda perpendicularmente al sitio de medición y se realiza pequeños movimientos (2-3 cm aproximadamente) a través de la piel, hacia delante y hacia atrás, durante 3-5 segundos. La medición se lleva a cabo con una ligera presión aplicada a la cabeza del transductor para evitar la compresión de la piel y evitar cambios en el grosor de la grasa subcutánea.

La medición se realizó tres veces en cada punto y posteriormente, el software calcula el grosor de tejido adiposo subcutáneo final, en el punto en cuestión, con la media de estos resultados. Por último, el programa recoge los datos definitivos en cada sitio de medición y determina automáticamente el porcentaje de grasa corporal total.

En el anexo, se adjunta una fotografía del equipo utilizado (FIGURA 1).

Para medir la bioimpedancia se ha empleado el impedienciómetro Tanita® (Middlesex, UK). Se pretende medir la resistencia al flujo de una corriente eléctrica alterna de 800  $\mu$ A, a una frecuencia de 50 kHz, que es emitida a través de dos electrodos. Esta corriente es recogida por otros dos electrodos midiéndose, entre estos, los valores de impedancia, resistencia y reactancia corporal. Para ello, se colocan cuatro electrodos (dos electrodos en los dedos pulgar y corazón de la mano derecha e izquierda y otros dos electrodos

situados en los maléolos de los pies derecho e izquierdo). Estos electrodos deben hallarse a una distancia mayor de 4-5 cm, ya que, si no, puede haber interferencias y, por tanto, mostrar valores erróneos de la resistencia y la reactancia. Además, debe evitarse el contacto entre los electrodos y el tejido textil. Los participantes tienen que estar en posición de decúbito supino para disminuir los efectos de la gravedad en la tendencia de acumularse el agua en las extremidades inferiores después de la bipedestación [14].

- **Criterios de inclusión y exclusión:**

Como criterios de inclusión, se encuentran los pacientes pediátricos con edades comprendidas entre 8 y 15 años que acuden a consulta de Endocrinología Infantil del Hospital Universitario de San Juan de Alicante por obesidad y/o diabetes mellitus, incluyendo controles sanos de esta consulta. También se incluyen a adultos mayores de 18 años, independientemente de su IMC.

Como criterios de exclusión, se encuentran los pacientes que acuden a consultas externas de Pediatría con edad inferior a los 8 años y niños o adultos que no querían participar en el estudio.

- **Tamaño de la muestra:**

Al tratarse de un estudio piloto, no se ha realizado un cálculo del tamaño muestral, por lo que es una muestra de conveniencia. Se han recogido un total de 56 participantes, de los cuales, 36 han sido pediátricos y 20 han sido jóvenes adultos.

- **Definición de variables:**

VARIABLES	UNIDADES
Edad	Años
Género	Varón o Mujer
Biotipo	Obeso o No Atleta*
Estatura	cm
Peso	Kg
IMC	Kg/m <sup>2</sup>
Plicómetro Tríceps	mm
Medición Bodymetrix Tríceps	mm
Medición Bodymetrix Pantorrilla	mm
Bodymetrix	% Grasa Corporal
Bioimpedancia	% Grasa Corporal

\*Se ha considerado “obeso” o “no atleta”, si el IMC era superior o inferior al percentil 90 de la población correspondiente a su edad, respectivamente.

- **Análisis estadístico:**

Los resultados obtenidos son datos absolutos recabados durante un periodo de 4 meses, en el servicio de Pediatría del Hospital Universitario de San Juan de Alicante. La gestión estadística de los datos se ha realizado mediante el programa SPSS para Windows V28.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE. UU).

Primeramente, se ha realizado un análisis descriptivo de la muestra en variables cualitativas y cuantitativas. Las variables cualitativas se describen mediante frecuencias y porcentajes, mientras que las cuantitativas se definen en medias y desviaciones estándar.

Tras esto, se ha realizado un análisis de comparación de medias según edad, género y biotipo (variables cualitativas) con respecto a las variables cuantitativas, mediante la prueba de T de Student para muestras independientes. Si queremos saber si hay diferencia por edad, género y biotipo en la muestra obtenida, nos tenemos que fijar en los valores oportunos para obtener una  $P < 0,05$  en la prueba de Levene para igualdad de varianzas.

Para finalizar, se ha realizado un estudio de correlaciones entre las variables cuantitativas de la muestra para conocer cuál era el coeficiente de correlación (R) entre las variables y si esta correlación era significativa con un valor menor de 0,05.

- **Aspectos éticos:**

Dicho estudio se ha presentado al Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario de San Juan de Alicante, siendo aprobado con el código 16/305.

Además, se ha presentado al COIR, también siendo aprobado con el Código de Investigación Responsable FG.GME.FJSF.SRR.231007.

En el cuaderno de recogida de datos no había ningún dato identificativo de los participantes.

## 6. RESULTADOS

### ➤ Descripción de la muestra total.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	56	8,00	26,00	15,5893	6,02955
Estatura	56	131,00	180,00	159,6179	13,14292
Peso	56	25,00	124,00	64,7134	20,00907
IMC	56	13,90	41,60	25,2279	6,43799
Plicómetro Tríceps	56	3,00	57,00	22,0446	10,21731
BM Tríceps	56	3,80	69,00	15,5679	11,26034
BM Gemelo	56	1,40	87,00	9,8839	11,37418
% Grasa Bodymetrix	56	2,69	47,70	27,6295	9,77573
% Grasa Bioimpedancia	56	4,80	51,70	27,5104	11,28443
N válido	56				

TABLA 1: Análisis estadístico descriptivo de la muestra total del estudio.

En esta tabla, se puede apreciar la descripción estadística de la muestra total del estudio, con los valores mínimos, máximos y media de los datos recogidos y su desviación estándar.

En el estudio se han recogido un total de 56 casos, con una edad media de 15,58 años y una distribución de edades comprendida entre los 8 y los 26 años. Los sujetos en edad pediátrica han sido 36, mientras que 20 han sido adultos.

Con respecto al género, se han registrado un total de 29 mujeres y 27 varones.

Del total de casos, y usando como criterio el percentil de IMC para edad y sexo, 28 han sido catalogados como sujetos con sobrepeso u obesidad (definidos como “obesos” en el software del sistema Bodymetrix™), mientras que 28 han sido catalogados como normopeso (definidos como “no atletas” en el software del sistema).

Destacar que el resultado medio de la grasa corporal medida por Bodymetrix™ es de 27,63%, mientras que la media de los resultados medidos por bioimpedancia es de 27,51%.

➤ **Descripción de la muestra según si la población es pediátrica o adulta.**

NIÑOS VS ADULTOS		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad*	Niño	36	11,4167	2,22165	0,37027
	Adulto	20	23,1000	1,94395	0,43468
Estatura*	Niño	36	154,9889	13,46496	2,24416
	Adulto	20	167,9500	7,23642	1,61811
Peso	Niño	36	63,0431	21,92077	3,65346
	Adulto	20	67,7200	16,09271	3,59844
IMC	Niño	36	25,9917	7,29107	1,21518
	Adulto	20	23,8530	4,35424	0,97364
Plicómetro Tríceps*	Niño	36	23,8472	11,83084	1,97181
	Adulto	20	18,8000	5,20728	1,16438
BM Tríceps	Niño	36	15,5528	10,14865	1,69144
	Adulto	20	15,5950	13,31578	2,97750
BM Gemelo	Niño	36	9,9028	4,41617	0,73603
	Adulto	20	9,8500	18,40027	4,11443
% Grasa Bodymetrix	Niño	36	30,1056	9,75784	1,62631
	Adulto	20	23,8472	11,83084	1,97181
% Grasa Bioimpedancia	Niño	36	29,1661	12,54188	2,09031
	Adulto	20	24,5300	8,01906	1,79312

*Se especifica con "\*" las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).*

**TABLA 2:** Análisis bivariante según niño o adulto con cada una de las variables.

En las variables edad, estatura y plicómetro tríceps hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según la edad de los participantes. Siendo mayor la media de edad y estatura en adultos, pero mayor la media de plicómetro tríceps en niños.



➤ **Descripción de la muestra por género.**

GÉNERO (TOTAL)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad	Mujer	29	16,4138	6,25938	1,16234
	Varón	27	14,7037	5,75670	1,10788
Estatura	Mujer	29	156,9448	10,43222	1,93721
	Varón	27	162,4889	15,22077	2,92924
Peso	Mujer	29	65,3569	17,80539	3,30638
	Varón	27	64,0222	22,46208	4,32283
IMC	Mujer	29	26,4114	5,97904	1,11028
	Varón	27	23,9567	6,77780	1,30439
Plicómetro Tríceps	Mujer	29	23,5517	8,41167	1,56201
	Varón	27	20,4259	11,80588	2,27204
BM Tríceps	Mujer	29	17,3862	6,85819	1,27353
	Varón	27	13,6148	14,48858	2,78833
BM Gemelo	Mujer	29	8,7069	4,93753	0,91688
	Varón	27	11,1481	15,62728	3,00747
% Grasa Bodymetrix*	Mujer	29	29,7341	8,98424	1,66833
	Varón	27	25,3689	10,24614	1,97187
% Grasa Bioimpedancia*	Mujer	29	31,5241	9,80742	1,82119
	Varón	27	23,1993	11,33646	2,18170

*Se especifica con "\*" las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).*

**TABLA 3:** Análisis bivariante según mujer o varón con cada una de las variables.

En las variables % grasa mediante Bodymetrix y % grasa mediante bioimpedancia hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según el género de los participantes, de manera que los resultados son superiores en mujeres.

GÉNERO (NIÑOS)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad	Mujer	16	11,1250	1,99583	0,49896
	Varón	20	11,6500	2,41214	0,53937
Estatura	Mujer	16	151,5250	10,97801	2,74450
	Varón	20	157,7600	14,85432	3,32153
Peso	Mujer	16	69,4719	22,88033	5,72008
	Varón	20	57,9000	20,22930	4,52341
IMC*	Mujer	16	29,5688	6,32389	1,58097
	Varón	20	23,1300	6,85259	1,53229
Plicómetro Tríceps	Mujer	16	27,0000	9,32380	2,33095
	Varón	20	21,3250	13,19617	2,95075
BM Tríceps*	Mujer	16	19,8750	8,09209	2,02302
	Varón	20	12,0950	10,47445	2,34216
BM Gemelo	Mujer	16	11,2688	4,62986	1,15747
	Varón	20	8,8100	4,02177	0,89930
% Grasa Bodymetrix*	Mujer	16	34,3438	7,02054	1,75513
	Varón	20	26,7150	10,45266	2,33729
% Grasa Bioimpedancia*	Mujer	16	35,1625	11,60614	2,90154
	Varón	20	24,3690	11,35403	2,53884

Se especifica con "\*" las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

**TABLA 4:** Análisis bivalente según mujer o varón con cada una de las variables, en niños.

En las variables IMC, BM tríceps, % grasa mediante Bodymetrix y % grasa mediante bioimpedancia hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según el género de los participantes pediátricos, de manera que los resultados son superiores en mujeres.

GÉNERO (ADULTOS)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad	Mujer	11	23,2727	1,73729	0,52381
	Varón	7	23,4286	2,29907	0,86897
Estatura*	Mujer	11	163,5455	4,27466	1,28886
	Varón	7	176,0000	4,20317	1,58865
Peso*	Mujer	11	60,2818	6,47315	1,95173
	Varón	7	81,5143	20,21331	7,63991
IMC	Mujer	11	22,5391	2,10098	0,63347
	Varón	7	26,3186	6,44829	2,43722
Plicómetro Tríceps	Mujer	11	19,3636	4,50051	1,35695
	Varón	7	17,8571	6,49175	2,45365
BM Tríceps	Mujer	11	14,5182	2,85125	0,85968
	Varón	7	17,9571	23,07646	8,72208
BM Gemelo	Mujer	11	5,2000	3,34813	1,00950
	Varón	7	17,8286	30,60625	11,56807
% Grasa Bodymetrix	Mujer	11	25,6455	5,12335	1,54475
	Varón	7	21,5229	9,25453	3,49788
% Grasa Bioimpedancia*	Mujer	11	26,9727	3,97972	1,19993
	Varón	7	19,8571	11,44900	4,32731

Se especifica con “\*” las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

**TABLA 5:** Análisis bivalente según varón o mujer con cada una de las variables, en adultos.

En las variables estatura, peso y % grasa mediante bioimpedancia hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según el género de los participantes adultos. Siendo mayor la media de estatura y peso en varones, pero mayor la media de % grasa mediante bioimpedancia en mujeres.

➤ **Descripción de la muestra por biotipo.**

BIOTIPO (TOTAL)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad*	Obeso	28	13,8929	5,39093	1,01879
	No obeso	28	17,2857	6,24712	1,18059
Estatura	Obeso	28	158,1571	13,57335	2,56512
	No obeso	28	161,0786	12,77533	2,41431
Peso*	Obeso	28	74,3679	20,78315	3,92765
	No obeso	28	55,0589	13,79468	2,60695
IMC*	Obeso	28	29,4011	5,86891	1,10912
	No obeso	28	21,0546	3,72356	0,70369
Plicómetro Tríceps*	Obeso	28	27,7857	10,87422	2,05503
	No obeso	28	16,3036	5,10327	0,96443
BM Tríceps*	Obeso	28	18,9107	9,59256	1,81282
	No obeso	28	12,2250	11,96212	2,26063
BM Gemelo	Obeso	28	11,0964	4,24949	0,80308
	No obeso	28	8,6714	15,57010	2,94247
% Grasa Bodymetrix*	Obeso	28	34,1271	7,64128	1,44407
	No obeso	28	21,1318	6,97947	1,31900
% Grasa Bioimpedancia*	Obeso	28	34,5950	9,91446	1,87366
	No obeso	28	20,4257	7,54943	1,42671

*Se especifica con "\*" las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).*

**TABLA 6:** Análisis bivariante según obeso o no obeso con cada una de las variables.

En las variables edad, peso, IMC, plicómetro tríceps, BM tríceps, % grasa mediante Bodymetrix y % grasa mediante bioimpedancia hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según el biotipo de los participantes, de manera que los resultados son superiores en obesos. En la variable edad, el resultado es superior en no obesos.

BIOTIPO (NIÑOS)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad	Obeso	23	11,6087	2,10495	0,43891
	No obeso	13	11,0769	2,46514	0,68371
Estatura	Obeso	23	155,4522	13,01879	2,71461
	No obeso	13	154,1692	14,72879	4,08503
Peso*	Obeso	23	72,2174	20,12260	4,19585
	No obeso	13	46,8115	14,57481	4,04232
IMC*	Obeso	23	29,5522	5,90215	1,23068
	No obeso	13	19,6923	4,88850	1,35583
Plicómetro Tríceps*	Obeso	23	29,0435	11,25521	2,34687
	No obeso	13	14,6538	5,71688	1,58558
BM Tríceps*	Obeso	23	20,0913	9,94178	2,07300
	No obeso	13	7,5231	3,14143	0,87128
BM Gemelo*	Obeso	23	11,6391	4,44458	0,92676
	No obeso	13	6,8308	2,15962	0,59897
% Grasa Bodymetrix*	Obeso	23	35,3826	7,25789	1,51337
	No obeso	13	20,7692	5,77341	1,60126
% Grasa Bioimpedancia*	Obeso	23	35,4896	10,09804	2,10559
	No obeso	13	17,9785	7,72067	2,14133

*Se especifica con “\*” las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).*

**TABLA 7:** Análisis bivariante según obeso o no obeso con cada una de las variables, en niños.

En las variables peso, IMC, plicómetro tríceps, BM tríceps, BM gemelo, % grasa mediante Bodymetrix y % grasa mediante bioimpedancia hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según el biotipo de los participantes pediátricos, de manera que los resultados son superiores en obesos.

BIOTIPO (ADULTOS)		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad	Obeso	5	24,4000	1,94936	0,87178
	No obeso	13	22,9231	1,80100	0,49951
Estatura	Obeso	5	170,6000	8,70632	3,89358
	No obeso	13	167,5385	7,16025	1,98590
Peso*	Obeso	5	84,2600	23,22989	10,38872
	No obeso	13	62,4923	8,80061	2,44085
IMC*	Obeso	5	28,7060	6,33783	2,83437
	No obeso	13	22,2023	1,85548	0,51462
Plicómetro Tríceps	Obeso	5	22,0000	7,10634	3,17805
	No obeso	13	17,5385	3,99198	1,10718
BM Tríceps	Obeso	5	13,4800	5,71157	2,55429
	No obeso	13	16,7692	16,22105	4,49891
BM Gemelo	Obeso	5	8,6000	1,93907	0,86718
	No obeso	13	10,6923	23,06500	6,39708
% Grasa Bodymetrix	Obeso	5	28,3520	7,32465	3,27568
	No obeso	13	22,3846	6,49280	1,80078
% Grasa Bioimpedancia*	Obeso	5	30,4800	8,76909	3,92166
	No obeso	13	21,7923	6,96006	1,93037

*Se especifica con “\*” las medidas en las hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ).*

**TABLA 8:** Análisis bivariante según obeso o no obeso con cada una de las variables, en adultos.

En las variables peso, IMC y % grasa mediante bioimpedancia hay una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en la media de resultados según el biotipo de los participantes adultos, de manera que los resultados son superiores en obesos.

### ➤ Correlaciones.

En el anexo se adjuntan tres tablas. La primera (TABLA 9) correlaciona las variables analizadas en la población a estudio, la segunda (TABLA 10) estudia lo mismo en niños, mientras que la tercera (TABLA 11) en adultos.

La información más importante a destacar sería que el cociente de correlación de Pearson demuestra una asociación significativa ( $p < 0,01$ ) y muy fuerte (0,743) entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™ en la población total estudiada. Además, también se observa una asociación significativa ( $p < 0,01$ ) y muy fuerte (0,732) entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™ en población pediátrica. Por último, se aprecia una asociación significativa ( $p < 0,01$ ) y muy fuerte (0,903) entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™ en población adulta.

## 7. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio respaldan la hipótesis de que el uso del sistema de ultrasonido Bodymetrix™ es una opción fiable en comparación con la bioimpedancia para evaluar el porcentaje total de grasa corporal en edad pediátrica y en edad adulta.

Se ha obtenido un cociente de correlación de Pearson de 0,732 con  $p < 0,01$ , entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™, en población pediátrica. Esto supone que existe una asociación estadística fuerte y significativa. Lo mismo ocurre en población adulta, con un cociente de correlación de Pearson de 0,902 con  $p < 0,01$ . Si observamos la población total a estudio, también existe asociación estadística entre la bioimpedancia y la medición de grasa corporal con Bodymetrix™, con un cociente de correlación de Pearson de 0,743 con  $p < 0,01$ .

En los participantes pediátricos se ha demostrado una asociación estadística fuerte y significativa entre el IMC, que es el método más usado en la práctica clínica habitual, y la medición con Bodymetrix™, con un cociente de correlación de Pearson de 0,801 con  $p < 0,01$ . En población adulta, también existe asociación estadística entre el IMC y la medición con Bodymetrix™, con un cociente de correlación de Pearson de 0,608 con

$p < 0,01$ . Si observamos la población total a estudio, también ocurre lo mismo, con un cociente de correlación de Pearson de 0,740 con  $p < 0,01$ .

En edad pediátrica, se observa, además, una buena correlación entre la medición ecográfica con Bodymetrix™ y el biotipo (Pearson de -0,730 con  $p < 0,01$ ), el género (Pearson de -0,394 con  $p < 0,05$ ), el peso (Pearson de 0,593 con  $p < 0,01$ ) y la medición de plicómetro en tríceps (Pearson de 0,728 con  $p < 0,01$ ).

En edad adulta, se observa una buena correlación entre la medición ecográfica con Bodymetrix™ y la medición de plicómetro en tríceps (Pearson de 0,784 con  $p < 0,01$ ).

En la población total estudiada, se observa una buena correlación entre la medición ecográfica con Bodymetrix™ y la relación niño/adulto (Pearson de -0,343 con  $p < 0,01$ ), la edad (Pearson de -0,271 con  $p < 0,05$ ), el biotipo (Pearson de -0,671 con  $p < 0,01$ ), el peso (Pearson de 0,465 con  $p < 0,01$ ) y la medición de plicómetro en tríceps (Pearson de 0,730 con  $p < 0,01$ ).

La particularidad de este estudio radica en que, hasta ahora, toda la literatura existente sobre este sistema de medición se ha centrado únicamente en la población adulta o adolescente, y ha utilizado ecuaciones que involucran más puntos de medición que los dos puntos sugeridos por el fabricante para edad pediátrica [4,10,12,15].

Este trabajo respalda dos aspectos fundamentales: primero, la validez de este sistema de ultrasonido en la población pediátrica y adulta; y segundo, la fiabilidad de la medición de dos puntos, en dicha población.

Las ventajas de la ecografía son la rapidez y sencillez de la técnica, la ausencia de radiación ionizante y la portabilidad del dispositivo. Además, es más económico y su reducido tamaño favorece una mayor facilidad para mediciones ambulatorias seriadas [11,12,15].

Entre las desventajas, es importante destacar que se requiere cierto nivel de capacitación técnica para llevar a cabo las mediciones, aunque el software utilizado para el procesamiento posterior compensa los posibles errores. Además, es común que este método subestime ligeramente el porcentaje de grasa corporal [11,12,15].



Como fortaleza del estudio, es el primero que mide el grado de correlación que existe entre la ecografía y la bioimpedancia, para la medición de la grasa corporal, en edad pediátrica y en edad adulta. Además, analiza la correlación entre ambos métodos según la edad, género y biotipo de los participantes.

Respecto a las limitaciones del estudio, no ha sido posible evaluar la eficacia del ultrasonido en niños menores de 8 años, ya que el software BodyView™ no admite la inclusión de ese grupo de edad. Otra limitación ha sido aplicar la medición de dos puntos en edad pediátrica y adulta, en vez de la recomendada desarrollada por Jackson y Pollock, que emplea siete puntos de medida. Además, el hecho de haber empleado como sistema de referencia la bioimpedancia (método doblemente indirecto), en vez de otros métodos indirectos como DEXA o pletismografía, es otra limitación. Por último, otra limitación es que el tamaño muestral es limitado, por lo que sería conveniente ampliar el número de participantes en futuros estudios.

Para solventar estas limitaciones, sería interesante realizar estudios futuros, con los mismos criterios de inclusión y exclusión, en los que el sistema de referencia empleado no fuese un método doblemente indirecto, como la bioimpedancia, sino un método indirecto como DEXA o pletismografía. También sería recomendable aumentar el tamaño muestral y realizar, tanto en adultos como en niños; la medición de siete puntos, en vez de la de dos.

## **8. CONCLUSIONES**

- Los resultados de este estudio respaldan la hipótesis de que el uso del sistema de ultrasonido Bodymetrix™ es una opción fiable en comparación con la bioimpedancia para evaluar el porcentaje total de grasa corporal, en edad pediátrica y en edad adulta.
- Se evidencia correlación fuerte y significativa entre el sistema Bodymetrix™ y la bioimpedancia para la medición de la grasa corporal, según el género de los pacientes, en edad pediátrica.

- Se evidencia una correlación fuerte y significativa entre el sistema Bodymetrix™ y la bioimpedancia para la medición de la grasa corporal, según sean catalogados como obesos o no atléticos, en edad pediátrica y en edad adulta.
- Se evidencia una buena correlación entre el sistema Bodymetrix™ y el IMC, en edad pediátrica y en edad adulta.
- Se evidencia una buena correlación entre el sistema Bodymetrix™ y el peso, en edad pediátrica y en edad adulta.
- Se evidencia una buena correlación entre el sistema Bodymetrix™ y la medición de plicómetro en tríceps, en edad pediátrica y en edad adulta.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Obesidad y sobrepeso [Internet]. Who.int. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Manuel Moreno G. Definición y clasificación de la obesidad. Revista médica clínica Las Condes [Internet]. 2012;23(2):124-8. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0716-8640\(12\)70288-2](http://dx.doi.org/10.1016/s0716-8640(12)70288-2)
3. Obesidades en la infancia [Internet]. Pediatría integral. 2020. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2020-06/obesidades-en-la-infancia/>
4. Kuriyan R. Body composition techniques. Indian J Med Res [Internet]. 2018; 148(5):648. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.4103/ijmr.ijmr\\_1777\\_18](http://dx.doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_1777_18)
5. Moreira OC, Alonso-Aubin DA, de Oliveira CEP, Candia-Luján R, de Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas [Internet]. Disponible en: [https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1\\_costa\\_moreira.pdf](https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev1_costa_moreira.pdf)
6. Sillero M, Curso Q. TEMA 5. COMPOSICIÓN CORPORAL [Internet]. Upm.es. Disponible en: [https://moodle.upm.es/en-abierto/pluginfile.php/426/mod\\_label/intro/Tema-5.pdf](https://moodle.upm.es/en-abierto/pluginfile.php/426/mod_label/intro/Tema-5.pdf)

7. Paredes JG. Análisis de composición corporal y su uso en la práctica clínica en personas que viven con obesidad. Revista médica clínica Las Condes [Internet]. 2022;33(6):615-22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmclc.2022.08.005>
8. Valoración del estado nutricional [Internet]. Pediatría integral. 2015. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2015-05/valoracion-del-estado-nutricional/>
9. Manuales MSD. Cómo hacer una ecografía: selección del transductor. 2020. Disponible en: [https://www.msmanuals.com/es-es/professional/temas-especiales/principios-de-estudios-por-la-imagen-radiol%C3%B3gicas/ecograf%C3%ADa#Usos-de-la-ecograf%C3%ADa\\_v13948716\\_es](https://www.msmanuals.com/es-es/professional/temas-especiales/principios-de-estudios-por-la-imagen-radiol%C3%B3gicas/ecograf%C3%ADa#Usos-de-la-ecograf%C3%ADa_v13948716_es)
10. Smith-Ryan AE, Fultz SN, Melvin MN, Wingfield HL, Woessner MN. Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. PLoS One [Internet]. 2014; 9(3):e91750. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0091750>
11. Boucher JP, Chamberland G, AuberWn-Leheudre M, Jones DH, Rehel R, Comtois AS. Disponible en: <https://bodymetrix.com.br/wp-content/uploads/2022/05/Validao-BodyMetrix-vs-DEXA-Boucher-al-ACSM-2012.pdf>
12. Kang S, Park J-H, Seo M-W, Jung HC, Kim YI, Lee J-M. Validity of the portable ultrasound BodyMetrix™ BX-2000 for measuring body fat percentage. Sustainability [Internet]. 2020; 12(21):8786. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/8786>
13. Ficha Técnica [Internet]. Com.br. Disponible en: <https://bodymetrix.com.br/es/ficha-tecnica/>

14. Alvero-Cruz JR, Correas Gómez L, Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i Manzañido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal, normas prácticas de utilización. Rev Andal Med Deport [Internet]. 2011; 4(4):167–74. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-la-bioimpedancia-electrica-como-metodo-X1888754611937896>

15. Wagner DR, Cain DL, Clark NW. Validity and reliability of A-mode ultrasound for body composition assessment of NCAA division I athletes. PLoS One [Internet]. 2016; 11(4):e0153146. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0153146>



## 10.ANEXOS

### 10.1. Tablas

		Niño/Adulto	Edad	Biotipo	Genero	Estatura	Peso	IMC	BM Gemelo	BM Tríceps	% Grasa BM	Plicómetro Tríceps	% Grasa BI
Niño/Adulto	Correlación de Pearson	1	,937**	,373**	-0,197	,477**	0,113	-0,161	-0,002	0,002	-,343**	-0,239	-0,199
	Sig. (bilateral)		0,000	0,005	0,145	0,000	0,407	0,237	0,987	0,989	0,010	0,076	0,142
Edad	Correlación de Pearson	,937**	1	,284*	-0,143	,644**	,295*	-0,033	0,048	0,040	-,271*	-0,192	-0,195
	Sig. (bilateral)	0,000		0,034	0,293	0,000	0,027	0,809	0,728	0,768	0,043	0,156	0,150
Biotipo	Correlación de Pearson	,373**	,284*	1	0,036	0,112	-,487**	-,654**	-0,108	-,300*	-,671**	-,567**	-,634**
	Sig. (bilateral)	0,005	0,034		0,794	0,411	0,000	0,000	0,430	0,025	0,000	0,000	0,000
Genero	Correlación de Pearson	-0,197	-0,143	0,036	1	0,213	-0,034	-0,192	0,108	-0,169	-0,225	-0,154	-,372**
	Sig. (bilateral)	0,145	0,293	0,794		0,116	0,806	0,156	0,427	0,213	0,095	0,256	0,005
Estatura	Correlación de Pearson	,477**	,644**	0,112	0,213	1	,583**	0,080	0,000	-0,112	-0,247	-0,175	-,296*
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,411	0,116		0,000	0,559	0,998	0,411	0,066	0,198	0,027
Peso	Correlación de Pearson	0,113	,295*	-,487**	-0,034	,583**	1	,838**	0,183	,311*	,465**	,431**	,392**
	Sig. (bilateral)	0,407	0,027	0,000	0,806	0,000		0,000	0,177	0,020	0,000	0,001	0,003
IMC	Correlación de Pearson	-0,161	-0,033	-,654**	-0,192	0,080	,838**	1	0,229	,480**	,740**	,664**	,684**
	Sig. (bilateral)	0,237	0,809	0,000	0,156	0,559	0,000		0,089	0,000	0,000	0,000	0,000
BM Gemelo	Correlación de Pearson	-0,002	0,048	-0,108	0,108	0,000	0,183	0,229	1	,756**	0,231	0,152	0,101
	Sig. (bilateral)	0,987	0,728	0,430	0,427	0,998	0,177	0,089		0,000	0,087	0,264	0,460
BM Tríceps	Correlación de Pearson	0,002	0,040	-,300*	-0,169	-0,112	,311*	,480**	,756**	1	,589**	,603**	,417**
	Sig. (bilateral)	0,989	0,768	0,025	0,213	0,411	0,020	0,000	0,000		0,000	0,000	0,001
% Grasa BM	Correlación de Pearson	-,343**	-,271*	-,671**	-0,225	-0,247	,465**	,740**	0,231	,589**	1	,730**	,743**
	Sig. (bilateral)	0,010	0,043	0,000	0,095	0,066	0,000	0,000	0,087	0,000		0,000	0,000
Plicómetro Tríceps	Correlación de Pearson	-0,239	-0,192	-,567**	-0,154	-0,175	,431**	,664**	0,152	,603**	,730**	1	,559**
	Sig. (bilateral)	0,076	0,156	0,000	0,256	0,198	0,001	0,000	0,264	0,000	0,000		0,000
% Grasa BI	Correlación de Pearson	-0,199	-0,195	-,634**	-,372**	-,296*	,392**	,684**	0,101	,417**	,743**	,559**	1
	Sig. (bilateral)	0,142	0,150	0,000	0,005	0,027	0,003	0,000	0,460	0,001	0,000	0,000	

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).  
\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

TABLA 9: Análisis del coeficiente de correlación entre las variables cuantitativas a estudio, de la muestra total.

		Niño/Adulto	Edad	Biotipo	Genero	Estatura	Peso	IMC	BM Gemelo	BM Tríceps	% Grasa BM	Plicómetro Tríceps	% Grasa BI
Niño/Adulto	Correlación de Pearson	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
	Sig. (bilateral)												
Edad	Correlación de Pearson	.a	1	-.0117	0,119	,844**	,642**	,335*	0,023	0,005	0,038	0,088	-.0129
	Sig. (bilateral)			0,498	0,489	0,000	0,000	0,046	0,893	0,978	0,827	0,611	0,455
Biotipo	Correlación de Pearson	.a	-.0117	1	0,323	-.0046	-.565**	-.659**	-.530**	-.603**	-.730**	-.592**	-.680**
	Sig. (bilateral)		0,498		0,054	0,788	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Genero	Correlación de Pearson	.a	0,119	0,323	1	0,233	-.0266	-.445**	-.0281	-.386*	-.394*	-.0242	-.434**
	Sig. (bilateral)		0,489	0,054		0,171	0,117	0,007	0,097	0,020	0,017	0,155	0,008
Estatura	Correlación de Pearson	.a	,844**	-.0046	0,233	1	,604**	0,152	-.0023	-.0146	-.0087	-.0079	-.0201
	Sig. (bilateral)		0,000	0,788	0,171		0,000	0,376	0,894	0,396	0,615	0,648	0,239
Peso	Correlación de Pearson	.a	,642**	-.565**	-.0266	,604**	1	,860**	,544**	,468**	,593**	,479**	,452**
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,117	0,000		0,000	0,001	0,004	0,000	0,003	0,006
IMC	Correlación de Pearson	.a	,335*	-.659**	-.445**	0,152	,860**	1	,686**	,687**	,801**	,661**	,696**
	Sig. (bilateral)		0,046	0,000	0,007	0,376	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
BM Gemelo	Correlación de Pearson	.a	0,023	-.530**	-.0281	-.0023	,544**	,686**	1	,582**	,800**	,477**	,563**
	Sig. (bilateral)		0,893	0,001	0,097	0,894	0,001	0,000		0,000	0,000	0,003	0,000
BM Tríceps	Correlación de Pearson	.a	0,005	-.603**	-.386*	-.0146	,468**	,687**	,582**	1	,871**	,843**	,628**
	Sig. (bilateral)		0,978	0,000	0,020	0,396	0,004	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
% Grasa BM	Correlación de Pearson	.a	0,038	-.730**	-.394*	-.0087	,593**	,801**	,800**	,871**	1	,728**	,732**
	Sig. (bilateral)		0,827	0,000	0,017	0,615	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
Plicómetro Tríceps	Correlación de Pearson	.a	0,088	-.592**	-.0242	-.0079	,479**	,661**	,477**	,843**	,728**	1	,513**
	Sig. (bilateral)		0,611	0,000	0,155	0,648	0,003	0,000	0,003	0,000	0,000		0,001
% Grasa BI	Correlación de Pearson	.a	-.0129	-.680**	-.434**	-.0201	,452**	,696**	,563**	,628**	,732**	,513**	1
	Sig. (bilateral)		0,455	0,000	0,008	0,239	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

TABLA 10: Análisis del coeficiente de correlación entre las variables cuantitativas a estudio, en la población pediátrica.

		Niño/Adulto	Edad	Biotipo	Genero	Estatura	Peso	IMC	BM Gemelo	BM Tríceps	% Grasa BM	Plicómetro Tríceps	% Grasa BI
Niño/Adulto	Correlación de Pearson	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a	.a
	Sig. (bilateral)												
Edad	Correlación de Pearson	.a	1	-0,356	0,041	-0,178	0,232	0,365	0,267	0,285	0,423	0,161	0,395
	Sig. (bilateral)			0,147	0,872	0,479	0,354	0,136	0,284	0,252	0,080	0,523	0,105
Biotipo	Correlación de Pearson	.a	-0,356	1	-0,269	-0,189	-,597**	-,656**	0,050	0,108	-0,389	-0,393	-,484*
	Sig. (bilateral)		0,147		0,281	0,454	0,009	0,003	0,845	0,669	0,110	0,107	0,042
Genero	Correlación de Pearson	.a	0,041	-0,269	1	,835**	,634**	0,415	0,326	0,123	-0,293	-0,144	-0,432
	Sig. (bilateral)		0,872	0,281		0,000	0,005	0,087	0,187	0,626	0,239	0,567	0,074
Estatura	Correlación de Pearson	.a	-0,178	-0,189	,835**	1	,630**	0,338	0,011	-0,128	-0,236	0,019	-0,392
	Sig. (bilateral)		0,479	0,454	0,000		0,005	0,171	0,967	0,614	0,346	0,941	0,108
Peso	Correlación de Pearson	.a	0,232	-,597**	,634**	,630**	1	,942**	0,074	0,042	0,418	,534*	0,357
	Sig. (bilateral)		0,354	0,009	0,005	0,005		0,000	0,770	0,868	0,084	0,022	0,146
IMC	Correlación de Pearson	.a	0,365	-,656**	0,415	0,338	,942**	1	0,096	0,112	,608**	,647**	,595**
	Sig. (bilateral)		0,136	0,003	0,087	0,171	0,000		0,704	0,660	0,007	0,004	0,009
BM Gemelo	Correlación de Pearson	.a	0,267	0,050	0,326	0,011	0,074	0,096	1	,955**	0,086	0,065	-0,129
	Sig. (bilateral)		0,284	0,845	0,187	0,967	0,770	0,704		0,000	0,734	0,798	0,609
BM Tríceps	Correlación de Pearson	.a	0,285	0,108	0,123	-0,128	0,042	0,112	,955**	1	0,245	0,193	0,050
	Sig. (bilateral)		0,252	0,669	0,626	0,614	0,868	0,660	0,000		0,327	0,444	0,843
% Grasa BM	Correlación de Pearson	.a	0,423	-0,389	-0,293	-0,236	0,418	,608**	0,086	0,245	1	,784**	,902**
	Sig. (bilateral)		0,080	0,110	0,239	0,346	0,084	0,007	0,734	0,327		0,000	0,000
Plicómetro Tríceps	Correlación de Pearson	.a	0,161	-0,393	-0,144	0,019	,534*	,647**	0,065	0,193	,784**	1	,724**
	Sig. (bilateral)		0,523	0,107	0,567	0,941	0,022	0,004	0,798	0,444	0,000		0,001
% Grasa BI	Correlación de Pearson	.a	0,395	-,484*	-0,432	-0,392	0,357	,595**	-0,129	0,050	,902**	,724**	1
	Sig. (bilateral)		0,105	0,042	0,074	0,108	0,146	0,009	0,609	0,843	0,000	0,001	

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

a. No se puede calcular porque, como mínimo, una de las variables es constante.

**TABLA 11:** Análisis del coeficiente de correlación entre las variables cuantitativas a estudio, en la población adulta.

## 10.2. Fotografía del equipo



**FIGURA 1:** En la fotografía se muestra el ecógrafo Bodymetrix™ y el plicómetro utilizados en el estudio.



### 10.3. Autorizaciones pertinentes



#### COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN JUAN DE ALICANTE

D. DOMINGO OROZCO BELTRÁN, Secretario del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario San Juan de Alicante,

#### CERTIFICA

Que este Comité, en su reunión de fecha 26 de Abril de 2016, ha evaluado la propuesta de la investigadora principal, Dra. Mercedes Juste Ruiz del Servicio de Pediatría del Universitario San Juan de Alicante, para que sea realizado el proyecto de investigación titulado **“CONCORDANCIA DEL CONTENIDO DE GRASA CORPORAL MEDIANTE DEXA Y PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS EN NIÑOS Y ADOLESCENTES”**, Código de Comité: 16/305.

y que considera que:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.
- Son adecuados los procedimientos para obtener el consentimiento informado.
- El tratamiento de la información del estudio se realizará conforme a la legislación vigente de protección y confidencialidad de los datos en relación a los métodos, riesgos y tratamiento de los mismos tal y como se contempla en la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos.

y que este Comité da su aprobación a dicho estudio para que sea realizado por la Dra. Mercedes Juste Ruiz del Servicio de Pediatría del Universitario San Juan de Alicante

Lo que firmo en San Juan, a 27 de Abril de 2016

**SECRETARIO DEL CEIC**  
  
**Fdo.: Domingo Orozco Beltrán**



## INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 11/10/2023

Nombre del tutor/a	Francisco José Sánchez Ferrer
Nombre del alumno/a	Sergio Ramos Romero
Tipo de actividad	Adherido a un proyecto autorizado
Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)	Comparación del sistema de ultrasonido Bodymetrix frente a la bioimpedancia en edad pediátrica: Estudio de casos y controles.
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional	231007110526
Código de autorización COIR	TFG.GME.FJSF.SRR.231007
Caducidad	2 años

Se considera que la presente actividad no supone riesgos laborales adicionales a los ya evaluados en el proyecto de investigación al que se adhiere. No obstante, es responsabilidad del tutor/a informar y/o formar al estudiante de los posibles riesgos laborales de la presente actividad.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: Comparación del sistema de ultrasonido Bodymetrix frente a la bioimpedancia en edad pediátrica: Estudio de casos y controles, ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, se autoriza la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos  
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable  
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia



Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández. También se puede acceder a través de <https://oir.umh.es/solicitud-de-evaluacion/tfg-tfm/>

