

**Evaluar los componentes de medición de la báscula Bipolar Huawei AH100 y la
Tetrapolar Tanita RD545PRO para el buen uso en el ámbito de la actividad física.**

Jose Daniel Quintero Alarcón

Danny Camila Torres Rincón

Trabajo de grado para optar al título de Profesional el Ciencias del Deporte y la Educación

Física

Asesor:

Wilder Alexander Guerra González

Carolina Otalora Guerrero

Universidad de Cundinamarca

Facultad Ciencias del Deporte y la Educación Física

Programa de Ciencias de Ciencias del Deporte y la Educación Física

Soacha, Mayo 2022

Dedicatoria

Quisiera dedicar este trabajo a la familia Quintero Alarcón y a mi novia, de igual forma a la Familia Torres Rincón por todo su apoyo en el transcurso de mi vida académica.

Agradecimientos

Especial agradecimiento al tutor Wilder Guerrero y asesora Carolina Otalora por la ayuda en el trascurso de la monografía, aportando sus conocimientos y brindando soluciones a los distintos problemas que sobresalían. Quisiera agradecer a los expertos que aportaron al desarrollo y corrección del proyecto e instrumentos, a los colegas de la Universidad de Cundinamarca que hicieron colaboración en la toma de las composiciones.

Primeramente, agradezco a Dios por un día más de vida a mi familia por apoyarme en cada decisión y en cada paso que doy, gracias por tan maravillosas experiencias a mis compañeros y amigos que pude forjar a lo largo de tiempo, porque de ellos pude aprender y crecer profesional y emocionalmente, inmensas gracias para todos los que han estado para mí en especial a mi familia. Gracias

Y por último a la Universidad de Cundinamarca por el desarrollo y mejora de su programa académico, por préstamo de sus instalaciones para el desarrollo personal y de las practicas. Los docentes y las personas encargadas de esta universidad.

Tabla de Contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
Introducción	9
Justificación	12
Planteamiento del problema.....	24
Pregunta Problema	29
Objetivos	30
Objetivos General	30
Objetivos específicos	30
Marco Teórico.....	31
Marco conceptual.....	41
Diseño Metodológico.....	55
Resultados	59
Discusión.....	76
Conclusión	78
Referencias Bibliográficas	82
Apéndices.....	91
Estado del Arte.....	91
Protocolo para Utilización de Basculas BIA	94

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Variables de medición</i>	14
Tabla 2. <i>Características específicas de la báscula Huawei Smart</i>	39
Tabla 3. <i>Características de la Tanita RD545PRO</i>	40
Tabla 4. <i>Características de las mujeres en el estudio</i>	59
Tabla 5. <i>Características de los hombres en el estudio</i>	60
Tabla 6. <i>Media y Desviación Estándar de las variables</i>	61
Tabla 7. <i>Resultados y análisis estadístico de las mujeres en las variables de cada bascula</i> ...	63
Tabla 8. <i>Resultados y análisis estadístico de las mujeres en las variables de cada bascula</i> ...	66

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. <i>Posición para el uso de la Tanita RD545-PRO</i>	18
Figura 2. <i>Interfaz de la aplicación Salud de Huawei</i>	20
Figura 3. <i>Interfaz de la Tanita RD-545 Pro</i>	21
Figura 4. <i>Interpretación geométrica de impedancia</i>	35
Figura 5. <i>Tabla de IMC</i>	44
Figura 6. <i>Calidad muscular en hombres y mujeres</i>	45
Figura 7. <i>Porcentaje de grasa en hombres y mujeres</i>	47
Figura 8. <i>Tasa metabólica en hombres y mujeres</i>	49
Figura 9. <i>Proporción de agua corporal</i>	50
Figura 10. <i>Porcentaje de agua en el cuerpo</i>	51
Figura 11. <i>Proteínas en el cuerpo humano</i>	52
Figura 12. <i>Relación entre musculo y grasa</i>	53
Figura 13. <i>Complexión física</i>	54
Figura 14. <i>Recomendaciones para el uso de la Bioimpedancia</i>	56
Figura 15. <i>Grafica Bland-Altman de peso</i>	68
Figura 16. <i>Grafica Bland-Altman de Masa Muscular</i>	69
Figura 17. <i>Grafica Bland-Altman de Porcentaje de Grasa</i>	70
Figura 18. <i>Grafica Bland-Altman de Nivel de Grasa Visceral</i>	71
Figura 19. <i>Grafica Bland-Altman de Tasa Metabólica Basal</i>	72
Figura 20. <i>Grafica Bland-Altman de Porcentaje Óseo</i>	73
Figura 21. <i>Grafica Bland-Altman de Porcentaje de Agua Total</i>	74
Figura 22. <i>Grafica Bland-Altman de IMC</i>	75
Figura 23. <i>Grafica Tabla Conclusión de datos estadísticos</i>	80

Resumen

A lo largo del tiempo, la composición corporal ha tomado gran importancia y el ser humano ha creado herramientas que permiten de manera más fácil y eficiente toma dichos valores, las nuevas tecnologías permitieron crear básculas bipolares que realizan más fácil, rápido y económico obtener los valores de la composición corporal de un individuo, los cuales se pueden observar en la respectiva aplicación. En esta investigación se busca evaluar los componentes de la medición y fiabilidad de la báscula inteligente Huawei AH100 frente a una Tanita RD545PRO, con el fin de estimar la variación en torno a sus datos. Para ello, se tomó la bioimpedancia con ambas básculas y en las mismas condiciones, a 185 individuos entre ambos géneros, estudiantes del programa Ciencias del Deporte y la educación física de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, en un rango de edad de 19 a 24 años, dando como resultado una variación mayor en el género femenino, pero se destacarían los resultados de las gráficas de Bland-Altman que demuestran una confiabilidad en las variables de Peso, TM, MG%, M.M y el IMC. Donde sus niveles de CCI >0.80 demuestran concordancia entre los datos. Las variables de masa ósea, NGV y Agua% no demuestran fiabilidad por parte de la báscula Huawei AH100 para la toma de estas por sus sesgos en la medición, ya que no cuenta con los otros contactos en el tren superior le es más complejo obtener dichas valoraciones.

Palabras Clave. Bioimpedancia, báscula inteligente, Tanita composición corporal, sesgo de la medida, validez.

Abstract

Since few years ago, body composition has taken on great importance and human beings have created tools to take its values easily and efficiently. The new technologies allowed the creation of bipolar scales to obtain the values about the body composition of an individual. In this research, we compared the measurement and reliability between the Huawei AH100 and Tanita RD545PRO, to estimate the variation around their data. For this, we measured the bioimpedance in 185 students in between range 19 and 24 using these body weight bathrooms under the same conditions. The result showed a greater variation in the female gender. On the other hand, the Bland-Altman graphs showed reliability in the variables such as Weight, MT, MG%, M.M and BMI. The ICC levels >0.80 demonstrated agreement between the data. The bone mass, NGV and Water% variables are not reliable in the Huawei AH100 scale due to their measurement biases. In this scale it is very complex to obtain the data because it does not have electrical contacts using on the upper body.

Key Word: Bioimpedance, smart scale, body composition, measurement bias, validity, Tanita

Introducción

Los procesos de actividad física requieren ser atendidos por profesionales que acompañen a los individuos que requieran un seguimiento o evaluación física, basado en datos certeros que permitan generar planes de trabajo específicos y veraces de acuerdo al objetivo individual. Es por esta razón, que, como estudiantes de la Universidad de Cundinamarca Extensión Soacha, pudimos evidenciar la necesidad de obtener estos datos con la utilización de herramientas tecnológicas de vanguardia, sobre todo para ser aplicado en jóvenes entre 19 y 24 años de edad, quienes se están formando para las Ciencias del Deporte es dicha universidad y que de alguna manera requieren información precisa en tiempo real, para llevar a cabo su praxis metodológica.

El proyecto permite analizar los resultados que se obtienen a partir de dos básculas para conocer inicialmente el peso corporal de un individuo. En el momento en que se tiene el conocimiento de una tecnología de vanguardia que permita analizar los datos de una manera más sencilla y que da explicación de los resultados que se obtienen que en este caso es la Huawei AH100, basándonos en cuanto a precio, nivel de comercialización, funcionalidad, así como, las restricciones que pudiera contemplar al no estar aprobada, pero atendiendo a la información que brinda de manera más completa y su uso indiscriminado se recurre a fomentar un correcto uso de este tipo de básculas y obteniendo valores de variación que resulta útil para saber que tan fiable puede llegar hacer estas mediciones.

Actualmente en el ámbito de la actividad física se utilizan las básculas bipolares comerciales, ya que dan una información detallada por medio de una aplicación y un dispositivo smartphone de una manera muy eficiente y explicada, lo que la hace llamativa para las personas no especializadas, el problema de las básculas bipolares es su sistema de 2 contactos frente a las

de 4 contactos que al tener un circuito más completo que evalúa el tren superior permite la diferenciación de los tejidos más detallado, pero ¿Cuánto puede variar estos datos?.

Para este estudio y que permitirán lograr la evaluación en sus componentes para realizar una concordancia entre los datos, para así darle un buen uso en el ámbito de la actividad física. Se elige una muestra de 186 individuos, entre una población total de 577, entre hombres y mujeres que cumplen con el rango de edad. Se realizará una toma de muestras de la composición corporal en la báscula de 4 contactos y después en la de 2 contactos para poder tabular y analizar los resultados.

Para las tomas de muestras se procura que sea entre las 7:00am y las 12:00 pm de los días martes miércoles y jueves, esto siguiendo el protocolo de utilización de las BIA para evitar la mayor cantidad de sesgos en el registro de la composición corporal, se realizara primero la evaluación en la báscula de 4 contactos para posteriormente subir a la de dos contactos. Se tabulan los resultados de las muestras y se realiza el análisis estadístico de los datos. Con esto se obtendrá la variación y concordancia de la báscula Huawei AH100 teniendo de referencia a la Tanita RD545PRO, con estos análisis se obtendrá un índice de confiabilidad de los datos y que tanto puede llegar a variar, esto funciona para las personas que recurran a este tipo de basculas tengan un índice de confiabilidad y de la variación que puede tener estas variables.

Los resultados obtenidos dejan en evidencia la diferencia que existe entre las bipolares y las básculas tetrapolares, por su circuito más completo, la toma del tren superior es más preciso ya que es más fácil para la báscula definir el tejido por medio de la reactancia y resistencia que generan. Se observó de igual forma que en el género femenino los valores son más imprecisos, donde su variación es mayor y el nivel de correlación disminuye comparado con los hombres, esto significa que para una evaluación a las mujeres es mejor utilizar unos 4 contactos y por el

lado de los hombres las variables Peso, TM, MG, M.M y el IMC, se pueden obtener datos con una correlación alta y muy cercanos a los tomados por una báscula de 4 contacto con ciertas variaciones descritas.

Justificación

La necesidad de conocer las variables del peso corporal del ser humano, generan grandes interrogantes para los médicos deportólogos y los entrenadores físicos, debido a que en la actualidad las herramientas que aprueban los organismos internacionales para la obtención de estos datos son de alto valor y difícil acceso, las Basculas de bioimpedancia o en sus siglas en inglés [BIA], son utilizadas en los centros médicos, gimnasios, centros deportivos, entre otros, como dispositivos veraces para la información de medida corporal para iniciar y evaluar cualquier tratamiento, programa de entrenamiento o actividad física a nivel profesional.

De acuerdo con la normativa vigente, a nivel internacional, las básculas aprobadas son las que se encuentran avaladas por entidades que corresponden al [ISO], [FDA], [OMS], Comité olímpico, entre otras, sin embargo, hoy en día los medios tecnológicos han llevado a desarrollar programas y aplicaciones que, mediante dispositivos de vanguardia, se pueda acceder a resultados más eficientes en los pesajes de los deportistas o de las partes interesadas. En el desarrollo de este proyecto, se propone comparar una báscula inteligente bipolar con una báscula tetrapolar que permita acceder a una gran información pertinente para las dichas partes interesadas en llevar a cabo un proceso de entrenamiento o actividad física que requiera de una medición inicial, de seguimiento, medición final, etc. pero que no cuentan con los recursos o facilidad para obtener una tetrapolar.

Existen una amplitud de estudios que indican la medida, evaluación física y corporal de los individuos, utilizando las básculas actualmente aprobadas por las entidades anteriormente mencionadas, estas ayudan a generar información y parámetros para el desarrollo de programas deportivos o físicos. Dentro de la población que más requiere este tipo de seguimientos, se pueden destacar los gimnasios, los deportistas amateurs, los entrenadores, los médicos, entre otros, y la no utilización o control de estos parámetros conlleva a generar pérdida de un avance significativo, problemas de salud y en la corporalidad del individuo, debido a que los profesionales se pueden quedar cortos de información relevante para el desarrollo de estos procesos.

Por lo que es necesario conocer datos más precisos para lograr mejor control o evaluación de la persona que iniciara con un proceso de actividad física, deporte o sitios especializados en el campo para que presten un servicio óptimo, que recurran a estas herramientas para el análisis de cada individuo donde se relacionen variables tales como sexo, edad, talla, peso, ritmo cardiaco, índice de masa corporal, IMC, porcentajes graso, porcentaje muscular, porcentaje de agua, masa ósea, tasa metabólica y la edad metabólica, entre otros.

Es por esto que para los investigadores, es conveniente proponer una nueva estrategia a nivel de las ciencias del deporte, ya que contribuye a la maximización de información de los usuarios y partes interesadas en desarrollar programas y/o actividades deportivas que promuevan un seguimiento continuo a través de herramientas tecnológicas de vanguardia, tal como lo ofrece la báscula inteligente Huawei, la cual puede generar una conexión con el teléfono y así poder brindar datos claves en un proceso físico óptimo y eficaz, que se vuelve imperante ante unos resultados rigurosos y efectivos. Esta propuesta se da, a partir de la experiencia obtenida con la báscula TANITA RD545-PRO, que actualmente se encuentra disponible en el laboratorio de

Fisiología de la UDEC, extensión Soacha y que desde nuestro rol como estudiantes pudimos evidenciar que, la tecnología actual se presta para obtener un mayor nivel de información, se encuentra más explicada por lo tanto cualquier individuo puede entender las mediciones que obtuvo, situación que no permite ser evidenciada con la báscula disponible en el laboratorio gracias a su alto costo y difícil acceso.

En la Tabla 1 se evidencian las variables que toman ambas básculas, podemos observar que tienen un total de seis diferencias en cuanto a los datos que toma cada una de ellas, también se puede observar que hay una cantidad mayor de datos obtenidos en la báscula Tanita, por lo que tomaremos los 8 datos semejantes para así comparar la varianza frente a los datos obtenidos de la Huawei Scale AH100, para conocer el índice de error, esto tiene como fin, lograr que el profesional que recurra a la báscula Huawei pueda obtener una composición corporal con unas mejores referencias de la variación en su toma y así poder controlar los avances de su deportista, usuario, paciente o uso propio a un costo más asequible y fácil manejo.

Tabla 1.

Variables de medición



INDICADORES	HUAWEI AH100	TANITA RD545-PRO
Peso	✓	✓
Masa Muscular	✓	✓
Porcentaje Graso	✓	✓
Nivel Grasa Visceral	✓	✓
Tasa Metabólica	✓	✓
KG de Hueso	✓	✓
Porcentaje de Agua	✓	✓
IMC	✓	✓
Proteínas	✓	✗
Masa Musculo Esquelética	✓	✗
Puntuación de la Calidad Muscular	✗	✓
Complexión física	✗	✓
Edad metabólica	✗	✓
Masa Muscular Segmentada	✗	✓

Nota: En la báscula Huawei Scale AH100 y la Tanita RD545-PRO. Estas variables se explicarían en el marco teórico. Tabla Autoría Propia.

Se realizará una prueba de pesaje en los estudiantes de ciencias del deporte que se encuentran en un rango de 19 a 24 años de edad, con la Tanita RD545-PRO la cual, es considerada relevante frente a la normativa de Nacional Estadounidense de Salud o por sus siglas en inglés [NIH], ISO9000 y la [FDA], ya que también tienen un fuerte peso científico, consiguiente se realizará el mismo proceso con la báscula Huawei Scale AH100, y así se lograra observar el alcance o proyección social de dicho proyecto.

Según, Alvero, Correa, Ronconi, Fernández y Porta (2011) “La bioimpedancia eléctrica es un método no invasivo y de fácil utilidad para cualquier población, por lo que saber utilizar dichas basculas permiten proporcionar una correcta aplicación y así mismo asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos” (p.168) , a su vez, gracias a esto y al conocer la utilidad de dichas basculas los deportistas o el deporte en sí, tiene una ayuda mediante los valores que arrojan las basculas para llevar control de su rendimiento y resultados significativos, por lo que son también de suma importancia en el área nutricional deportiva, la cual aporta a su vez a los resultados del deportista, atleta o usuario interesado en su estado físico, según Quesada Leyva. L, et al. (2016) “La bioimpedancia se popularizo en cuanto a la evaluación y el monitoreo en el área nutricional, permite medir los parámetros bioeléctricos biológicos debido a la estrecha relación que hay entre ellos” (p. 566), por lo que es importante saber las diferencias entré los monitores bipolares o tetrapolares, debido a estas basculas también conocidas como basculas inteligentes tiene como función, dar los resultados despendiendo de la peculiar distribución de la grasa en los hombres y las mujeres, ya que esta varía según la localización, sea en el tren superior o inferior del cuerpo, sin embargo los analizadores tetrapolares como lo son la báscula Tanita, es capaz de evaluar al mismo tiempo y de la misma manera los dos segmentos, como lo comenta este autor, proporcionando valores independientes debido a esto es importante entender que gracias a

dichos instrumentos y al conocer el porcentaje graso, el IMC, entre otros valores, el deporte tiene una gran ayuda al llevar el control de nuestros deportistas, ya que va de la mano con la nutrición y el conocimiento del consumo de grasas diarias, obteniendo una preparación óptima de este y con ello generar un control más amplio en el plan de entrenamiento por medio de sus variables, claro está, esto aporta al control, mas no es lo fundamental para un plan de entrenamiento y no implica resultados por medio de este.

Es por ello que se consideran importantes estas basculas BIA en el deporte y por lo tanto esta población tiene tanta variedad en el mercado, por eso se lleva a cabo esta investigación donde se realiza una comparación de los datos obtenidos de la Bascula Huawei [Bipolar] con la Tanita [Tetrapolar], para obtener un valor de la varianza en sus datos y realizarse la pregunta de ¿Que tan variables pueden ser? Para así obtener un índice y que cualquier persona que quiera adquirir una báscula Huawei o similar pueda realizar una evaluación, control, seguimiento o simplemente informase acerca de su estado físico y conozca o tenga una referencia de la confiabilidad, veracidad que le arrojan estas basculas de dos contactos o Bipolares.

Esto va a permitir que los entrenadores, centros acondicionamiento físico, gimnasios, personas acticas físicamente o deportistas puedan obtener una composición corporal y saber que su variación esta entre un rango especifico, que dependiendo de su objetivo anteriormente mencionados sea una adquisición adecuada, que cumpla con las necesidades de la entidad o persona y que pueda ofrecer un servicio más personalizado y adecuado.

Sin embargo, el uso de las basculas tetrapolares y en este caso la interfaz de la Tanita (Figura 3) son más complejas de utilizar y comprender, ya que, sin la lectura previa del manual la cual describe cada uno de los datos tomados y los rangos recomendados, sería muy complicado manejarla, estos datos se toman en aproximadamente un minuto manteniendo la

posición como se muestra en la (figura 1), una vez arrojados los datos muestra cada uno de ellos sin explicación, es decir que solo muestra los datos netamente cuantitativos y se puede navegar por cada uno de ellos, no obstante, si no se crea un perfil, estos datos obtenidos se pierden y no quedan almacenados, por lo que fue necesario utilizar una función llamada “Guest” para facilitar la toma de los datos de esta investigación.

Figura 1.

Posición para el uso de la Tanita RD545-PRO



Nota: Se recomienda que nadie toque al evaluado mientras realiza la toma, lo que podría alterar el resultado. Tomado de Material Médico (2019).

Debido a las razones anteriores es necesario recurrir a una báscula que sea hacedera de manejar, que este más factible al público y que explique las variables medidas, realizando recomendaciones con su respectivo baremo, para que con esta información se pueda hacer un seguimiento profesional deportivo y así conseguir el objetivo o meta deseado.

Es por esto que utilizamos la Huawei Scale AH100, una báscula inteligente bipolar, la cual envía los datos obtenidos a cualquier dispositivo Android y es de fácil acceso, ya sea en cuanto a su uso o a su valor en el mercado, por lo que, de la misma manera realizamos una recopilación de diferentes estudios, investigaciones, entre otros, sobre las básculas inteligentes con el fin de observar su uso en diferentes trabajos y así dar a conocer la fiabilidad de esta novedosa alternativa.

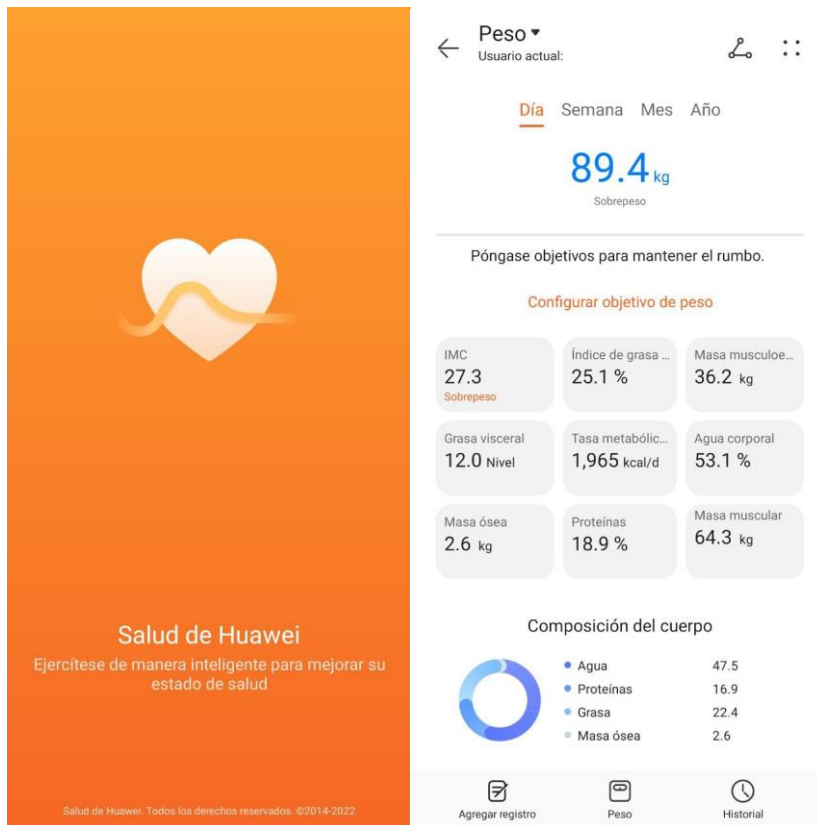
En la siguiente investigación se realizó una comparativa sobre los métodos que analizan la composición corporal, basándose en la antropometría y la ya tan mencionada técnica de bioimpedancia eléctrica, donde, Morrodan-Serrano et al. (2007) compararon una báscula tetrapolar modelo Holtain frente a dos básculas inteligentes bipolares, las cuales son una OMRON BF-306 y una báscula LAICA EP1340, ellos resaltaron que el uso de las básculas bipolares eran válidas para obtener los datos de la composición corporal, pero que era importante tener en cuenta que habría una pequeña variación ya que los resultados que se obtuvieron varían debido a las diferencias individuales y sexuales, donde los monitores bipolares arrojan el dato dependiendo de la distribución de la grasa. Finalmente recomiendan “la elaboración de estándares para poder ofrecer unas referencias fiables y así lograr que el profesional pueda tener uso de cualquiera de las básculas” (párr. 1).

Teniendo en cuenta lo anterior, donde se han utilizado ya básculas de dos contactos para uso científico y que se deben tener en cuenta por su alto consumo en la población, se recurre a realizar un aporte frente al uso de estas básculas. Donde el interesado va a obtener la evaluación corporal de la población o de sí misma y que se pueden observar a través de la aplicación “Salud de Huawei” (como se muestra en la figura 1), estos datos específicos serán de gran utilidad para que un entrenador tenga una información clara, posiblemente verás, contundente y detallada, al

momento de realizar un estudio de pesaje corporal de un individuo, lo que permitiría desarrollar un proceso de Anamnesis para un entrenamiento, el cual deberá tener como base los datos iniciales. A continuación, se presenta la interfaz que muestra el dispositivo en un Smartphone.

Figura 2.

Interfaz de la aplicación Salud de Huawei



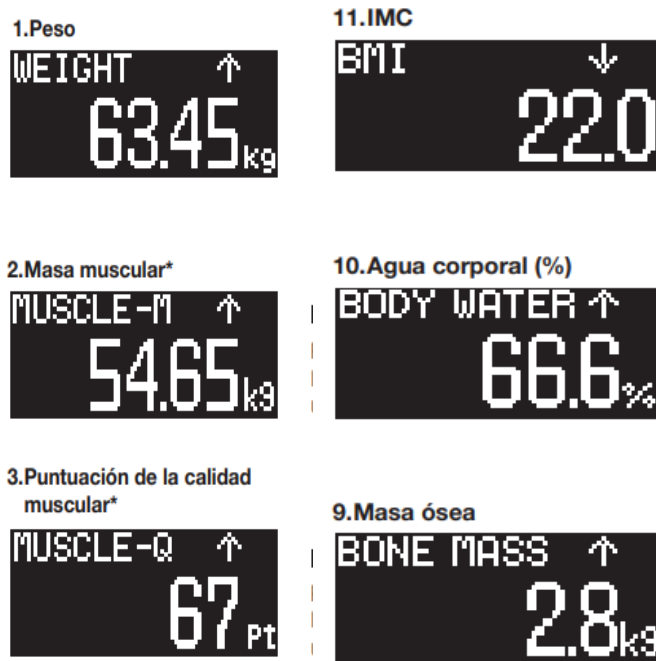
Nota: Después de realizar una medición con la báscula My body fat Scale AH100 se observará la interfaz de la derecha. Cada variable al ser seleccionada desplegará más información y su respectivo lugar en el baremo predeterminado de la Aplicación. Tomado de aplicación Salud Huawei: Autoría Propia

La báscula de BIA Tanita, que se encuentra avalada por el Instituto Nacional Estadounidense de Salud o por sus siglas en inglés (NIH), ISO9000, la FDA y otras entidades de

tipo internacional, presenta esta interfaz como se observa en la (figura 3), que solo permite evidenciar un dato respecto al peso del individuo, quedando información ambigua.

Figura 3.

Interfaz de la Tanita RD-545 Pro



Nota: Interfaz de la Tanita RD-545 Pro después de realizar una medición. Donde se observa algunas variables que toma esta báscula. Esto se muestra en el módulo plegable que se sostiene con las manos. Tomado de Manual Tanita: Autoría Propia.

Con estos parámetros que nos arrojan ambas básculas, podemos hacer una comparación de resultados y determinar el nivel de exactitud, evidenciando el grado de variación de la báscula Huawei frente a la báscula TANITA, lo que permite una mayor funcionalidad para los entrenadores o interesados, al realizar una evaluación inicial, así como el seguimiento de procesos del individuo a tratar.

Sin embargo, en este momento no se encuentran artículos o investigaciones que utilicen la báscula Huawei, pero si utilizan basculas de dos contactos para obtener la composición corporal como, por ejemplo, según Pérez castillo. M y Picado Duran. D, (2018), se realizó una investigación utilizando los métodos de bioimpedancia eléctrica para determinar el grado de deshidratación. Ellos refieren que “Existe varios métodos para cuantificar la deshidratación en un sujeto, sin embargo, la bioimpedancia es un método sencillo, rápido, barato y no invasivo que permite en percentiles la composición hídrica del organismo” (p. 1), se utilizó una báscula inteligente bipolar RENPHO modelo ES-CS20M la cual se encontraba conectada vía bluetooth a un smartphone, Gracias a este estudio podemos observar que las basculas inteligentes bipolares son una herramienta mucho más asequible y de fácil manejo que nos permiten evaluar el porcentaje de agua que tiene una persona y por ende si se encuentra en algún grado de deshidratación o no, un dato que como vimos no solo es importante en el área del deporte si no también en el área de la salud.

También se puede observar en la tesis de grado de Santos Beneit (2011) citada por Rodríguez Camacho. P, (2017) el cual realizó una investigación sobre “la aplicación de las nuevas tecnologías para tomar la composición corporal y así tener una utilidad en el diagnóstico de la condiciones nutricionales de una sujeto”(p. 38), se utilizó una báscula inteligente bipolar SOHENLE modelo volga, dando el siguiente resultado, como ya se ha venido hablando los datos arrojados varían dependiendo del sexo y la distribución de la grasa, sin embargo, la investigación nos indica que teniendo en cuenta las desviaciones estándares que puede arrojar dichos datos, la báscula inteligente es muy útil, económica y fácil de usar, aportando una gran validez o fiabilidad a la hora de elegirla como método de bioimpedancia.

Debido a esto, se recomienda una herramienta que se pueda utilizar para obtener la composición corporal en los espacios de actividad física, gimnasios, entrenadores personales. Logrando con esta investigación dar la iniciativa a comparar distintas marcas de básculas inteligentes, como puede ser la Xiaomi que también es una marca muy comercial y distinguida que las personas no especializadas acuden a esta tecnología para obtener un seguimiento e información para sus entrenamientos.

Por ende, este proyecto busca como finalidad conocer en mayor medida el comportamiento de la báscula inteligente bipolar Huawei y sus variables, frente a las variables relacionadas de la báscula tetrapolar TANITA, logrando de esta manera conocer la varianza de los datos obtenidos y a su vez evidenciar la fiabilidad de las nuevas tecnologías que pretenden ayudar a la actividad física de una manera más eficiente, económica, fácil de usar y asequible a todo el público.

Con esta investigación se pueden generar más estudios, con enfoques similares o que puedan generar más preguntas como por ejemplo con los resultados que se van a observar en esta investigación se podría realizar una toma de la composición corporal de los estudiantes de la universidad y mirar si con el tiempo que transcurren los semestres se va observando un cambio en la composición corporal y se sabría la variación de los datos o su exactitud.

Otro estudio que se puede generar más similar es la comparación de más básculas inteligentes con más métodos BIA, como por ejemplo la Xiaomi, Omron con las Tanita. Hacer un estudio de los centros de acondicionamiento físico, gimnasios, nutricionistas de que tipos de básculas están utilizando para la composición corporal de sus clientes.

Planteamiento del problema

La preocupación por la composición corporal data de tiempo antiguo, donde se han desarrollado diferentes maneras de obtener medidas y pesos concretos del ser humano, uno de ellos y el más reconocido es la Antropometría que según Rodríguez (2016) “La antropometría se refiere a las diferentes medidas del tamaño y las proporciones del cuerpo humano” (p.7) donde se utilizan diferentes datos como, el peso, talla, pliegues cutáneos, diámetros y perímetros para determinar la masa grasa, entre otras.

Este novedoso método inició en 1786, según Rodríguez (2016) con Galvani, físico italiano, quienes estudiaron el peso corporal, “observaron con experimentos en una rana como la corriente eléctrica influenciaba en sus tejidos con movimientos después de hacer una descarga” (p.33). Posteriormente, en 1960 un médico francés de nombre Thomasset demostró la cantidad de fluido de un cuerpo a través de la electricidad; luego en la década de los 80 el renombre de “Análisis de Impedancia Bioeléctrica” surge con varios estudios realizados que se centran en la relación de la impedancia y agua corporal total o la masa libre de grasa principalmente.

Por lo anterior, en el ámbito del deporte, se utiliza la BIA (Bioimpedancia eléctrica), como métodos alternativos para poder determinar la composición corporal y con esa información poder realizar un plan de trabajo según el énfasis u objetivo que requiera la población objeto de estudio; de igual manera como lo menciona Martínez, Urdampilleta, (2012) se utiliza la BIA para poder determinar la cantidad de agua corporal, donde ciertos entrenadores lo utilizan para medir deshidratación muscular pre/post entrenamiento.

En la actualidad se utilizan las básculas de bioimpedancia o electrodos en el área de la medicina, por lo cual, Quesada et al. (2016) mencionan en su documento la utilización de tomografía de impedancia eléctrica (TIE), para evaluar propiedades tisulares, así mismo para las linfedemas; también nos confirma que “es una herramienta útil para determinar el estado nutricional y de hidratación del enfermo en hemodiálisis” (p.572). El uso de estas herramientas lo menciona “Las técnicas de laboratorio, que incluyen el absorciómetro de rayos X de energía dual, la tomografía computarizada, la resonancia magnética, el pesaje bajo el agua y la pletismografía” (Pinto, Calabrese y Pirolli, p.619. 2019) son los métodos más confiables y completos frente a la obtención de los datos.

El problema general con las básculas BIA es que no son 100% confiables, porque se han realizado comparativos frente a los métodos de tomografía computarizada y los que utilizan en el ámbito médico, por lo cual presentan sobreestimaciones o desfases en los datos y resultados finales de los individuos sometidos al pesaje. El problema surge en las diferencias que encontramos entre las básculas, ya que varían la forma en que se obtienen los datos como lo menciona Aguilar y Ballesteros (2020) se encuentra la: monofrecuencia o multifrecuencia, total vs segmental, Básica vs completa. Debido a esto es necesario la comparación de los datos que comparten cada una de las básculas, claro está, que existe gran diferencia entre las básicas y las completas, porque cada una toma parámetros o segmentos corporales diferentes (mano-pie, pie-pie), por eso es necesario comparar y si existe un valor diferencial al momento de escoger entre una báscula o la otra.

Otro problema que presenta, son los altos costos de las básculas e instrumentos tecnológicos para medir la composición corporal, según González et al (2021). “A pesar de su alta confiabilidad, son poco accesibles en la práctica clínica, debido principalmente, a su alto

costo.”(párr. 31) debido a que los elementos de medición para composición corporal precisos, que son indispensables para poder llevar un registro continuo de los procesos, en campos informales como lo son: los entrenadores personales, deportistas, nutricionistas, personas activas físicamente o en el ámbito del fitness lo dejan inasequibles debido a su precio y a la dificultad de encontrarlos en el mercado.

Los centros de acondicionamiento físico, instituciones deportivas, equipos profesionales en el deporte, cuentan con basculas de bioimpedancia eléctrica (BIA) de un rango alto como la Tanita MC-980 o la InBody 770 que cuentan con la certificación por la NIH, FDA y la ISO9000 utilizadas en estudios científicos que arrojan confiabilidad por sus múltiples investigaciones.

Por otra parte, existen en el mercado basculas inteligentes que, hasta el momento, no cuentan con certificación internacional estandarizada, pero que, si bien brindan datos cercanos, el rango específico de variación es mínimo frente a las básculas [BIA] certificadas, para lo cual se podrían tener como opción alternativa, ya que existe facilidad en adquirirlas por su costo y versatilidad, que es lo que pretende demostrar este proyecto de investigación.

Por lo anterior, se pretende demostrar mediante el estudio comparativo y empírico, que las basculas inteligentes o basculas Bipolar pueden ser una alternativa de solución a un problema en el ámbito deportivo, por accesibilidad, costos, espacio, practicidad, entre otras características, para la población que requiera de los datos que genera a partir de la aplicación móvil, para poder realizar un plan de entrenamiento completo a los interesados, permite generar un seguimiento al objetivo establecido, obtener información acerca de su estado de salud corporal por medio de gráficos, explicaciones y metas; de esta manera permite que el programa sea más factible al llevar un seguimiento profesional que brinda la información obtenida del pesaje por medio de los impulsos eléctricos y se comparte directamente al usuario o entrenador.

De acuerdo con Pérez et al.(2019) es de importancia realizar un seguimiento a nuestros deportistas por medio de la BIA debido a la deshidratación que puede llegar a obtener en una sesión de entrenamiento o posterior a ella, lo que causaría, como lo explican ellos “Una pérdida de un 2% aumenta el riesgo de lesión y disminuye la habilidad de la persona (...); 5% entorpece la realización de cualquier oficio y crea una situación potencialmente peligrosa” (p.12) entre otras situaciones que pueden ocurrir si no se tiene precaución.

Es necesario darle seguimiento también a la grasa visceral que por medio de estas basculas obtenemos un índice y es de importancia debido a lo que nos comenta Despres y Lemieux (2006) citado por Andrew (2014) “ Los estudios epidemiológicos que relacionan la grasa corporal con la mala salud han demostrado que la grasa intraabdominal (o visceral) es más dañina que la grasa subcutánea periférica”(p.5) con esto, es de importancia darle un seguimiento, porque cualquier persona interesada en su salud corporal puede utilizar una báscula inteligente o bipolar y obtener referencias de su nivel visceral, con su respectiva explicación en la App.

Otra problemática está enfocada en la obtención de masa muscular debido a que en los últimos años se ha encontrado la necesidad de realizar investigaciones sobre dicha variable de la composición corporal, gracias a su gran relación con la salud y un buen estado físico, esto según Costa et al. (2015), y así poder dar a conocer la importancia de desarrollarla y sobre todo tener un registro que permita cuantificar el hecho de si efectivamente se está obteniendo los resultados deseados, sin embargo, ¿Por qué es una problemática?, sabemos que en la vida diaria la actividad física proporciona no solo salud para el individuo si no, también, enriquece la composición muscular, Como señala Bañuelos (1996) “la actividad física puede ser contemplada como el movimiento corporal de cualquier tipo producido por la contracción muscular y que conduce a un incremento sustancial del gasto energético de la persona”(p.17) y esto se refleja en que, para

un usuario normalmente la necesidad de desarrollar musculo, va netamente de la mano del deseo de verse bien y sentirse bien, a diferencia de un deportista de alto rendimiento que va de la mano con la necesidad de mejorar su estructura muscular para rendir en su deporte. Gracias al aporte de Gene y Latinjak (2014) entendemos que la teoría de la autodeterminación del deseo de obtener músculos correctamente contruidos no es solamente, de ir a levantar pesas al gimnasio sin un orden o disciplina previamente establecida, por lo que utilizar el registro como lo dice según, Moreno et al. (2001) de la masa muscular, la cual puede ser tomada de una báscula capacitada para lo dicho anteriormente, se tendría las variables que miden el proceso de la hipertrofia u obtención de masa muscular en proporción, al tiempo, al tipo de entrenamiento y a un correcto aporte calórico diario.

Sin embargo, se indica que la precisión que obtenemos de las básculas inteligentes no se compara con las BIA avaladas como lo es la OMRON o las Tanita, por eso es necesario hacer una comparación directa de los datos que toma cada una de ellas y obtener una cuantificación concreta de la diferencia entre ellas, entendiendo que el circuito de las básculas inteligentes tiene dos contactos solamente y las BIA tiene 4 contactos también conocida como la tetrapolar lo que hace un circuito más completo con una posible mejora en la obtención y diferenciación. Pero la gran diferencia que encontramos en los dos tipos de básculas es en el mercado, el valor de las básculas BIA es mayor a las inteligentes, en ocasiones la diferencia en precio está entre 90 - 690 USD o más, comparando la Báscula Huawei My Body Fat Scale AH100 con la Omron HBF-508E y Tanita RD-545 Pro hasta la fecha de su cotización (marzo 2022).

Basándonos en lo anterior, los precios altos que manejan las basculas avaladas, hacen que los entrenadores o personas que se desenvuelven en el mundo del fitness busquen alternativas más económicas, pero que sean igual de precisas y que pueda medir la composición corporal

para poder llevar un respectivo seguimiento de los entrenamientos. Según Barriga (2019) “En el caso del municipio de Soacha, el crecimiento acelerado y descontrolado de su territorio y población, ha evidenciado diferentes problemáticas físicas, sociales, económicas, y ambientales.”

(p.6) Es por esto que se necesitan alternativas más económicas, debido a que la mayoría de la población de Soacha no cuenta con los recursos económicos necesarios, tampoco deportivos o de salud, haciendo más difícil la adquisición de una báscula que se encuentre por el valor entre 90 y 690 USD, pero sí pueden adquirir una que se encuentre por debajo de ese costo.

Pregunta Problema

De la información obtenida anteriormente nos llevó a generar la pregunta de investigación:

¿Cuál es la concordancia en los datos de la composición corporal de la báscula Huawei AH100 frente la Bascula Tanita RD545PRO con el fin de poder realizar un seguimiento en los ámbitos de la actividad física?

Objetivos

Objetivos General

Evaluar los componentes de la medición de la báscula inteligente Huawei AH100 frente a la báscula Tanita RD-545 Pro, para realizar una concordancia entre los datos para así darle un buen uso en el ámbito de la actividad física.

Objetivos específicos

Identificar las cualidades principales de la báscula Tanita RD545-PRO- de 4 contactos y la Huawei AH100 2 contacto, para conocer la integralidad, confiabilidad y eficiencia de los datos arrojados.

Realizar una medición a los estudiantes de Ciencias del Deporte y la Educación física en edades de 19 y 24 años para obtener los datos de la Tanita RD545-PRO de 4 contactos y la Huawei AH100 de 2 contactos.

Comparar los datos obtenidos de medición de los estudiantes de Ciencias del Deporte y la Educación física en edades de 19 y 24 años.

Analizar los datos y establecer conclusiones sobre las variaciones de la Huawei AH100 frente a la Tanita RD545-PRO de los resultados obtenidos.

Marco Teórico

Las principales teorías las cuales vamos a encontrar en el marco teórico abarcan la composición corporal, como se obtienen los porcentajes, kilogramos, densidades y medidas de los distintos tejidos del cuerpo humano mediante la teoría multicompartimental, cuáles son las nuevas herramientas de la bioimpedancia y como es que dichas herramientas son capaces de identificar estos tejidos utilizando la electricidad y diferentes ecuaciones.

El autor Gonzales Jiménez (2016) cita a Matiegka (1921) el cual “desarrollo un modelo de fraccionamiento de la masa corporal, esto es el llamado modelo de los 4 compartimentos o modelo multicompartimental. Dicho modelo contempla una composición basada en componentes básicos” (p.70), El nivel atómico, donde según González Jiménez (2016) cita en su artículo a Wang et al. (S.F.) especificando que este nivel “incluye elementos como, oxígeno, hidrogeno, carbono, nitrógeno, calcio, fosforo, sodio, magnesio, entre otros, lo que al sumar estos elementos daría como resultado el peso corporal” (p. 70), El nivel molecular: el cual está conformado por la masa grasa, el porcentaje de agua, la proteína corporal total, el porcentaje óseo y el mineral en los tejidos blandos. El nivel celular: el cual incluye la masa celular, el agua que se encuentra en el exterior de la célula extracelular, los sólidos extracelulares y la grasa, finalmente tenemos el ultimo nivel, el nivel de sistemas de tejido: compuesto principalmente por el tejido adiposo el cual es la suma de la grasa y las células, el tejido musculoesquelético, el tejido óseo y otros tejidos que componen el cuerpo humano como lo son la piel, los órganos, la sangre, entre otros. (Wang et al, S.F.).

A continuación, se pueden evidenciar las fórmulas para calcular cada componente básico:

Formula 1: Cálculo del porcentaje graso (según la ecuación de Faulkner (1968):

$$\% \text{ graso} = \Sigma 4PLG \times 0,153 + 5,783$$

Donde:

- *% graso:* % graso según la fórmula de Yugasz modificada por Faulkner.
- *4 PLG:* Son los cuatro pliegues cutáneos (Tricipital, Subescapular, Suprailíaco y Abdominal) expresados en milímetros.

Formula 2: Cálculo de la masa ósea (según la ecuación de Rocha):

$$\text{Peso oseo (Kg)} = 3.02(T^2 \times DE \times DF \times 400)^{0.712}$$

Donde:

T^2 : Talla al cuadrado en metros.

DE: Diámetro estiloide en milímetros.

DF: Diámetro bicondíleo en milímetros.

Formula 3: Cálculo masa residual (según la ecuación de Wurch):

$$\text{Masa residual (Kg)} = \frac{PT \times 24,1}{100} \quad (\text{HOMBRES})$$

$$\text{Masa residual (Kg)} = \frac{PT \times 20,9}{100} \quad (\text{MUJERES})$$

Donde:

PT: Peso corporal en kilos.

Formula 4: Cálculo de la masa muscular mediante la fórmula de Matiegka.

A partir de los datos de los otros tres componentes corporales, al considerar el peso del cuerpo dividido en cuatro componentes. (Garrido y cols 2004, Fernández, 2005).

$$\text{Masa muscular}(Kg) = PT - (PG + PO + PR)$$

Donde:

- PT: Peso corporal en kilos.
- PG: Peso graso en kilos.
- PO: Peso óseo en kilos.
- PR: Peso residual en kilos.

Aunque no solo se encuentra esta manera para medir la composición corporal, ya que, se encuentra la medición de los pliegues cutáneos, el cual es un examen rápido y muy económico, las básculas, el pesaje hidrostático, la pletismografía de desplazamiento de aire y muchas más máquinas, de tecnologías avanzadas sirven para medir la composición corporal de una persona de manera más específica.

De esta manera las básculas BIA o *básculas de bioimpedancia eléctrica* nos facilitan obtener la composición corporal con variables como porcentaje graso, porcentaje de agua, masa magra, peso óseo y grasa visceral. Como ya sabemos el agua es un gran conductor de la electricidad y debido a esto podemos tomar confiabilidad de los datos principalmente, ya que los tejidos grasos tienen menos porcentaje de agua que el músculo, por consiguiente, la conductividad es más fácil y de esta manera es que se estima los porcentajes y formulas, como lo menciona (Aguilar y Ballesteros 2020).

Algo importante a destacar es que estas básculas no miden directamente el músculo y la grasa, lo que realmente obtiene es la impedancia o la resistencia obtenida al momento de enviar

una carga eléctrica, cabe aclarar que esta carga es de muy bajo voltaje. Al obtener la información, la báscula está programada con fórmulas (en su mayoría hecha por el fabricante), según Alvero-Cruz et al. (2011) estas fórmulas no son estandarizadas y en su mayoría viene para poblaciones en específicas, sin aclarar en cual; este sería el principal problema y por lo que son tan criticadas estas herramientas.

Las *básculas de bioimpedancia (BIA)* introducen energía en niveles de amperios muy bajos, estos son imperceptibles para el individuo y se conduce por medio del agua corporal, estos flujos eléctricos pasan por los fluidos intracelulares y extracelulares, según Lidice (2016) nos comentan que “En frecuencias de 5 Hz o menores, esta corriente fluye muy bien por el agua extracelular con una reactancia muy baja” (p.569) y que en caso contrario penetra en tejidos también con reactancia baja con 100hz. Estos autores citan también a Tarducci (2013) el cual comenta que la corriente es utilizada de dos maneras monofrecuencia con 50hz y multifrecuencia, refiriendo que “la multifrecuencia puede discriminar y estimar el contenido hídrico y celular del cuerpo. Esto se debe a que la multifrecuencia permite atravesar las membranas celulares” (p.43).

Estos dispositivos de monofrecuencia utilizan 50Hz donde los electrodos se emiten desde la mano y pie, o se encontraran situaciones de mano-mano y pie-pie. Según Alvero-Cruz et al., (2011) nos comenta que “este método permite calcular la resistividad corporal y estimar el agua corporal total [ACT] y la masa libre de grasa [MLG]. La cuantificación del [ACT] con un sistema de BIA monofrecuencia es bastante preciso” (p.170). La bioimpedancia multifrecuencia según este autor es mucho más precisa teniendo unos rangos distintos en los Hz enviados por los electrodos, diferenciando con más precisión el agua extracelular con la intracelular, debido a esto por su derivación es más preciso la masa libre de grasa.

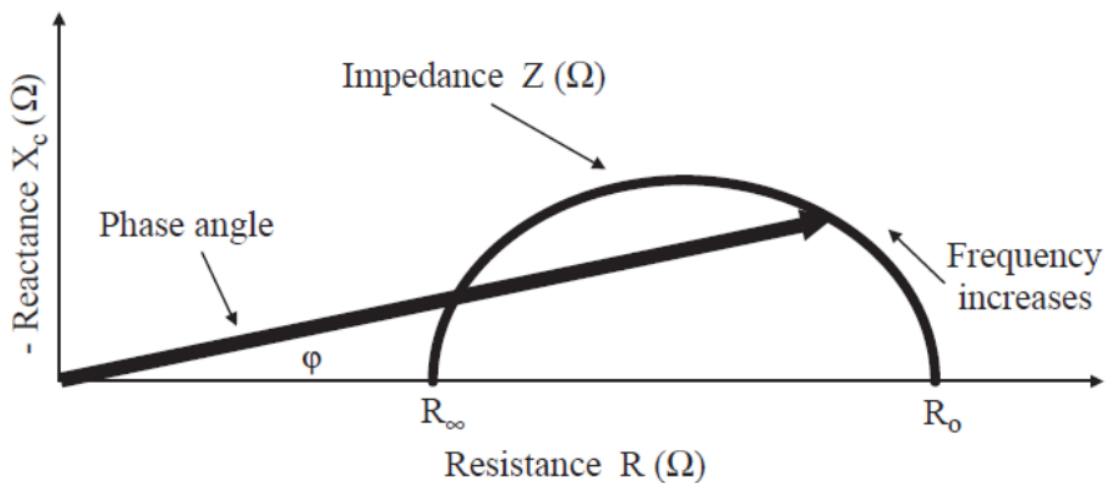
La impedancia la describe Hlubik (2015) como:

Una relación entre una corriente y un voltaje que se aplica en ambos que se denomina corriente alterna [AC] y corriente continua [DC]. A partir de esta declaración, la bioimpedancia puede ser descrita como una propiedad eléctrica pasiva de los materiales biológicos para oponerse a la corriente eléctrica” (p. 36)

De esta manera el concepto que nos describe es el siguiente, la impedancia, donde la resistencia [R] “es una parte real de la impedancia, describe valores de tejido de corriente oposición y no cambia con la frecuencia” (p.36). La [X] representa la reactancia que según el autor “presenta inducción de voltajes, en conductores autoinducidos por los campos magnéticos de corrientes-inductancia, y el almacenamiento electrostático de carga inducida por voltajes entre conductores – capacitancia” (p.36) este valor cambia con la frecuencia, de esta manera se observa representada en la (figura 4).

Figura 4.

Interpretación geométrica de impedancia



Nota: Interpretación geométrica de impedancia [Z], resistencia [R], reactancia [Xc] y ángulo de fase [ϕ], cambios de [Z] depende de la Frecuencia. Hlubik (2015) Interpretación geométrica de impedancia.

Hlubik (2015) habla acerca que dependiendo de la frecuencia que se esté utilizando se puede obtener más información del tejido donde “determina las mediciones, ya que, con frecuencias específicas se pueden determinar diferentes propiedades de los tejidos medidos”(p.37), Frente a la *validación* del método BIA, Alvero cruz cita a Demura et al. (2002) ya que en su investigación “demostraron una sobreestimación del 2,2% a 3,3% de grasa corporal cuando utilizaron las ecuaciones de predicción del fabricante, no validadas”(p.37) y de esta manera recomiendan que se debe tener en cuenta las recomendaciones preestablecidas para evitar los sesgos.

Las básculas que encontramos en mayor medida las podemos diferenciar, como lo menciona Aguilar y Ballesteros (2020), entre la *monofrecuencia* y las de *multifrecuencia* como ya se había mencionado anteriormente y están involucradas con las básicas y completas, donde las basculas de monofrecuencia y básicas se centran más en el envío de impulsos por medio de los pies que serían las de 2 contactos, también conocidas como bipolares, las basculas de multifrecuencia tienen un añadido y es que se suelen diferenciar entre el agua intracelular y el extracelular, debido a que estas suelen ser de 4 contactos, dos en los pies y dos en las manos, creando un circuito más completo entre el tren inferior y el tren superior, obteniendo una mejor diferenciación de la composición corporal.

En algunas de estas básculas encontramos la función segmental, esto significa que podemos obtener la composición de una extremidad específica en solo esta zona. Con este tipo

de funciones se pueden realizar comparaciones en el volumen muscular entre las extremidades y poder realizar un tipo de entrenamiento especializado en la nivelación de estos volúmenes desequilibrados, de esta manera esa desnivelación puede generar lesiones por lo que también es un mecanismo de control sobre los deportistas o población fitness.

Estos valores se involucran mucho en ambientes de gimnasio, población fitness, entrenadores personales y centros de alto rendimiento, donde se utiliza más este tipo de herramientas para sus usuarios o deportistas principalmente, con esto se pueden medir las cargas, ver las evoluciones, llevar un control y de esta manera poder realizar una evaluación, todo esto dependiendo del uso específico al utilizar un tipo de báscula y de la calidad de esta.

La *bioimpedancia* es una gran forma para poder estimar la composición corporal donde se desarrolla de una manera sencilla y eficaz Como lo mencionan (Alvero-Cruz et al., 2011) es un método no invasivo con nuestro examinado donde se estima los diferentes tejidos y el contenido total de agua en el cuerpo. El autor Rodríguez (2016) también indica que “cuanto más tejido magro mayor será la capacidad de conducción por la presencia de agua y electrolitos, al contrario de lo que ocurre con los tejidos adiposos y óseos”. (p.34)

También se encuentran más variables dentro de la estimación, que depende mucho de ciertas premisas relativas como lo es la edad, genero, condición física en ciertas basculas, sobre todo las que se encuentran avaladas. Donde encontramos ecuaciones para la lectura y obtener un resultado de acuerdo a esta. En este caso se realizará una ecuación como la siguiente

$MLG(Kg) = peso\ total(Kg) - MG(Kg)$, donde por medio de ella diferenciamos la masa libre de grasa [*MLG*]. también encontramos la impedancia que toma por dos componentes o factores resistencia y reactancia, como lo menciona Alvero-Cruz et al., (2011) estas herramientas utilizan amperajes que recorren el cuerpo utilizando el agua en este como medio conductor, debido a esto

se obtienen dos tipos de metodologías para la impedancia, que sería la tetrapolar (más utilizada científicamente) que consiste en 4 electrodos y la bipolar (más común en la sociedad) donde se utilizan solo dos.

La validez se sigue discutiendo, así como lo dice Lukaski (S.F.) en cuanto a la composición corporal, sobre todo en personas con obesidad alta, debido que se encuentra grandes porciones de agua en las inmediaciones grasas de ellos, principalmente en el la parte del torso, por eso es que el nivel de agua corporal varía en mayor medida.

Cabe recordar, que los autores dan unas recomendaciones específicas al momento de utilizar la bioimpedancia, según Alvero-Cruz et al., (2011) las recomendaciones son estar en ayunas o por lo menos tener 4 horas de ayuno previo, no ingerir alcohol 8 horas antes de realizar la toma, evitar el ejercicio prolongado e intenso 8 horas antes; tampoco se recomienda ingerir ninguna bebida por lo menos 30 min antes, entre otras; con estas recomendaciones se obtendrá una óptima fiabilidad y evitar el mayor número de posibles alteraciones al momento de la medición.

Según Huawei se mostrarán las siguientes características que tiene la báscula Huawei Smart:

10 indicadores de datos físicos (Peso, IMC, Índice de grasa corporal, Masa musculoesquelética, Grasa visceral, Tasa metabólica basal, porcentaje de Agua corporal, porcentaje de masa ósea, Proteínas y Masa muscular).

Se realiza un análisis de los resultados obtenidos y genera un informe con diferentes consejos de cada uno de los datos arrojados de la composición corporal.

Tiene una superficie de vidrio templado, lo que la hace fácil de limpiar.

Viene con auto reconocimiento de hasta 10 usuarios.

Se puede hacer una visualización del peso y la grasa corporal sin conexión.

Necesita 4 batería AAA las cuales no vienen incluidas en el paquete.

Tabla 2.

Características específicas de la báscula Huawei Smart

Color	Blanco.
Dimensiones	300 x 300 x 18.7 mm.
Peso	1,85 kg.
Duración de la batería (En reposo).	12
Peso del paquete	2,5 kg.
Contenido del paquete	1 bascula Smart Scale y 1 guía de uso.
Material	Vidrio templado y plástico resistente ABS.
Máximo peso testado	Hasta 150 Kg (330 Lbs).

Nota: Sobre las características de la báscula Huawei AH100, utilizada en dicha investigación.

Autoría Propia.

Según Tanita (2017) estas son las características que componen la báscula de bioimpedancia Tanita.

El número de modelo del producto es BC602MB21.

Las dimensiones del paquete son de 40.6 x 35.8 x 7.4 cm.

Su peso aproximado es de 3.1 gramos.

La información que se registra en el monitor de composición corporal no se guarda al finalizar la medición.

La luz del monitor y del panel de control se encienden en función de la zona que se está midiendo. Esta es una indicación útil de la evolución de la medición actual.

Tabla 3.

Características de la Tanita RD545PRO

PARTE DELANTERA	
AGARRE	Se compone de un manubrio con electrodos es cual es capaz de extenderse hasta 2m y una pantalla donde se encuentra el panel de control.
PANEL DE CONTROL	Se encuentran botones como ESTABLECES/COMUNICACION, el botón abajo para SELECCIONAR ELEMENTOS, el botón solo peso/APAGAR y el botón arriba que funciona para RECUPERAR ELEMENTOS.
BASE	Se compone de iluminación, electrodos donde se deben acomodar los metatarsos y electrodos donde se deben acomodar los talones
PARTE TRASERA	
BASE	Se compone de cuatro amortiguadores con el fin de que la báscula no se encuentre completamente en el suelo.
RECEPTACULO DE PILAS	Se compone de una tapa para el receptáculo y cuatro ranuras para acomodar las pilas AA.

Nota: Características de la porción delantera y trasera según el manual de la TANITA (2017):

Autoría Propia.

Marco conceptual

Según Nariño Lescay. R, Alonso Becerra. A y Hernández González. A, los cuales citan a Arellano (2009), “La *antropometría* estudia la determinación, la aplicación y la medición del cuerpo humano, en reposo como en movimiento; estas medidas están determinadas por las dimensiones del hueso, los músculos, el tejido adiposo y de la forma de las articulaciones” (p.49).

Según Pate, Oria y Pillsburry (2012); Vicente (2015); Norton y Tim (2012), “La antropometría abarca variedad de medidas, como el peso, estatura, la altura de pie, la longitud reclinada, la toman los pliegues cutáneos, circunferencia de la cabeza, de la cintura y el ancho de los hombros, las muñecas, entre otros” (p.49).

Según Rodriguez Camacho. M, (2017) quien en su tesis cito a la Organización Mundial de la Salud (1999) refiere que “la medida del $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ o una relación entre el perímetro de la cintura (PC) y el perímetro de la cadera $\geq 0,90$ en los varones y $\geq 0,85$ en las mujeres son considerados los valores máximos saludables” (p. 21) y el conocimiento de estos datos, son de suma importancia, ya que de esta manera se podría generar un plan de atención el cual tenga como fin, el prevenir llegar a los valores no saludables o de por si generar un plan que permita al usuario volver a los rangos en los que la salud no se vea afectada.

Si embargo gracias al pasar del tiempo y gracias a la creación de diferentes herramientas se ha logrado obtener los datos de la composición corporal por medio de diferentes tipos de basculas las cuales permiten mediante el uso de la electricidad poder obtener una resistencia y así definir los datos de dicha composición, lo que en resumidas cuentas es la forma que utiliza los

métodos de *bioimpedancia*. Según Alexia, (2021) “Los estudios de *bioimpedancia eléctrica* o es sus siglas (*BIA*) se basa en la estrecha relación que hay entre las propiedades eléctricas del cuerpo humano, la composición de los diferentes tejidos y del porcentaje total de agua en el cuerpo” (p.20). Este tipo de básculas son conocidas como un Gold estándar en la medición, ya que tienen más precisión en el momento de tomar dicha composición corporal, según Leyva, León Ramentol, Betancourt Bethencourt, Nicolau Pestana (2016) “Este método consiste en la oposición o bien conocido, la resistencia que ofrece el tejido del cuerpo humano al paso de la corriente eléctrica alterna” (p. 569), como ya se ha mencionado en el texto, el agua es la forma más fácil para conducir la electricidad, por lo que de esta manera las basculas tetrapolares son capaces de identificar cuáles son aquellos tejidos con bajo contenido de agua como lo son el tejido adiposo, los pulmones, los huesos, entre otros y distinguir los tejidos corporales con mayor contenido de agua como lo es el musculo el cual no opone resistencia.

Lo que ha ocasionado que dichas basculas sean más costosas y difíciles de adquirir por su complejidad al momento de tomar los datos. De esta manera las herramientas para medir la composición corporal han tenido que buscar la manera de ir progresando a tal punto de crear las *básculas inteligentes*, según Adeva, (2021) “Una báscula inteligente es una báscula de bioimpedancia a la que se le ha añadido conectividad y facilidad de uso. En este sentido, lo más habitual es que cuenten con tecnología Wifi o Bluetooth” (párr. 4), por lo general esta herramienta vienen acompañas de una aplicación que permite, de diferentes maneras, observar los resultados de las variables de los diferentes datos que arroja la báscula, permitiendo un acceso a los dispositivos móviles de manera más fácil como lo son los celulares, obteniendo un registro constante que permita observar los avances que se van obteniendo. Este es el tipo de báscula la cual se va a utilizar en nuestro proyecto con el fin de observar la varianza obtenida,

teniendo como referencia una báscula tetrapolar la cual se encuentra avalada y tiene un porcentaje de confiabilidad más alto o se considera una Gold estándar.

De esta manera es importante desglosar los datos que ambas basculas son capaz de tomar y de esta manera tener un amplio conocimiento sobres las variables que hay que tener en cuenta para dicho proceso, por lo que hay factores que ya deben estar estipulados para poder dar inicio a la toma de las muestras.

El peso en este contexto es el total de la masa corporal de una persona es decir el resultado de una mezcla de diferentes tejidos en proporciones variables. *La talla* hace alusión a la palabra altura, lo que quiere decir que es la que mide en metros y en centímetros el tamaño desde el punto más alto de la cabeza hasta el final del talón de un individuo, de esta manera, según Gonzales Jiménez (2012) “Se trata de medidas corporales de fácil obtención y de gran utilidad para valorar el estado nutricional y composición corporal de los niños y los adultos” (p.72).

Según la OMS (2021) “*El Índice de Masa Corporal* es un sencillo índice sobre la relación entre el peso y la altura, utilizado para clasificar un peso insuficiente, un normo peso, sobrepeso u obesidad de la población, niños, jóvenes o adultos” (párr. 9), por lo que es importante reconocer si la persona se encuentra saludable o que elementos están fuera del rango normal para así de esta manera poder realizar un plan de manejo a través de un equipo interdisciplinario, el cual genere una planeaciones que vaya acordes a los objetivos y las metas establecidas, tomando como herramienta las basculas con el fin de realizar una medición constante del peso y los otros valores de la composición corporal necesarios en la medición.

Formula: $\frac{\text{peso}(Kg)}{\text{Talla}(m)^2}$

Figura 5.

Tabla de IMC

- Tabla de la Organización Mundial de la Salud (OMS):

IMC	Estado
Por debajo de 18.5	Bajo peso
18,5–24,9	Peso normal
25.0–29.9	Pre-obesidad o Sobrepeso
30.0–34.9	Obesidad clase I
35,0–39,9	Obesidad clase II
Por encima de 40	Obesidad clase III

Fuente: OMS (2022)

Nota: Tabla sobre la clasificación del IMC y el estado en cuanto al peso de un individuo, Tomado de OMS (2022)

De acuerdo a esto es de suma importancia recordar que el índice de masa corporal no mide de manera directa la grasa, como por ejemplo la que se encuentra en el abdomen, ya que, como sabemos el peso del usuario incluye tanto el musculo, como la grasa, por consiguiente, hay personas que pueden tener un índice de masa corporal alto y no tener un porcentaje de grasa de manera significativa.

La masa muscular o musculo esquelético es un tejido conocido como tejido magro o tejido libre de grasa el cual compone un 40% del peso total de un individuo, según Safont. N, (2020) “La masa muscular es un órgano que tiene como función el facilitar la realización de los movimientos, de la misma manera genera estabilidad en las articulaciones y en si nos brinda una protección de la estructura del esqueleto” (párr. 2). Este tejido tiene la capacidad para expandirse e hipertrofiarse, comúnmente conocido como abultarse o crecer gracias a la ganancia de la fuerza

que se le aplica al músculo, es decir, a mayor fuerza, mayor será la masa muscular adquirida del sujeto con el fin de oponer resistencia.

La calidad muscular indica, como bien lo dice, la “calidad” o el estado del músculo, según el manual de la TANITA (2017) “Esta varía de diferentes factores como la edad o forma física. Los músculos en los individuos jóvenes que realizan actividad física suelen tener un buen estado muscular, los individuos que no realizan ejercicio suelen tener deterioro muscular evidente” (p. 26).

El Inner Scan Dual Body Composition Analyzer usa dos frecuencias diferentes para lograr medir la impedancia del estado del músculo mediante la puntuación de la calidad muscular.

Figura 6.

Calidad muscular en hombres y mujeres

Hombre	18 - 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 y más
Alta	74 o más	73 o más	70 o más	64 o más	56 o más	46 o más	39 o más
Promedio	49 - 73	47 - 72	44 - 69	39 - 63	33 - 55	25 - 45	21 - 38
Baja	48 o menos	46 o menos	43 o menos	38 o menos	32 o menos	24 o menos	20 o menos
Mujer	18 - 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 y más
Alta	68 o más	70 o más	69 o más	67 o más	61 o más	54 o más	50 o más
Promedio	48 - 67	48 - 69	45 - 68	41 - 66	34 - 60	26 - 53	22 - 49
Baja	47 o menos	47 o menos	44 o menos	40 o menos	33 o menos	25 o menos	21 o menos

*Es posible que la calidad muscular no se evalúe con precisión si hay alguna anomalía en el estado del agua corporal, por ejemplo:

- Si el cuerpo está fatigado o hinchado.
- Si la persona está deshidratada o tiene problemas de circulación sanguínea.

Nota: Se observa la interpretación en cuanto a la puntuación de la calidad muscular en los hombres y en las mujeres, Tomado del manual de la TANITA (2017).

Consiguiente es importante hablar sobre *el compartimento graso*, mejor conocido como tejido adiposo o grasa de almacenamiento, según Carvajal Azcona (2013) “este compartimento está compuesto por adipocitos en un 20% y se diferencia por su localización, ya sea de manera subcutánea o visceral” (p. 2).

La Grasa visceral es aquella que se encuentra en la parte más interna de las cavidades corporales, según Ladeiras et al (2017)

“normalmente es aquella que envuelve a los órganos, en mayor proporción aquellos que se encuentran a nivel abdominal, de esta manera un exceso de grasa visceral puede provocar aumento en la zona abdominal, lo que aumenta los riesgos cardiovasculares y problemas de salud” (p. 332).

según Godínez Gutiérrez et al. (2002) “Los depósitos de grasa visceral representan cerca del 20% del total de grasa corporal en el hombre y aproximadamente el 6% en la mujer” (p. 122). *La Masa grasa total* según Gonzales Jiménez (2012) “Representa en el organismo un componente esencial de reserva energética y como aislante nervioso, lo que supone un componente susceptible de presentar variaciones en el cuerpo, los cuales van de acuerdo a su edad, sexo y el transcurso del tiempo” (p. 71), el autor también refiere que el tejido graso se encuentra en un total del 83% del cuerpo humano, donde el 50% de este, lo podemos ubicar a nivel subcutáneo, sin embargo, es importante tener en cuenta que, la forma en la que se distribuye es totalmente variable e irregular y depende de diversas variables que podrían modificar su ubicación y distribución en el cuerpo humano, según Carvajal. A (2014) “El porcentaje de la masa grasa es menor en los hombres, va aumentando con la edad, por el contrario, las mujeres son mayor y aumentar con la edad en un 20-25%, en los hombres, supone un 15% o incluso menos” (p. 28).

De esta manera el autor también refiere que se puede notar u observar una notable diferencia en la forma en la que esta grasa se distribuye o se localiza en el cuerpo del sujeto, ya que en la población masculina se suele observar a nivel de la espalda, el abdomen o en ambos y en la población femenina se suele ubicar en las zonas periféricas como lo son la cadera, los muslos, el abdomen, la espalda o el pecho, por ende, este indicador es relevante, ya que nos permite tener el conocimiento para mantener este porcentaje en los niveles buenos con el fin de tener una salud óptima y evitar los porcentajes perjudiciales.

Según la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) y según Bray, G (2003) los porcentajes normales de masa grasa son los siguientes:

Figura 7.

Porcentaje de grasa en hombres y mujeres

Edad en años	Mujer (%)	Varón (%)
15-20	18-22	15-18
21-25	21-23	16-20
26-30	22-24	19-21
31-35	24-26	20-21
36-45	25-27	21-23
46-50	28-30	22-23
51-60	29-31	23-24
>60	29-31	24-25

Nota: Se observa el porcentaje de grasa normal en cuanto al sexo y la edad, los rangos normales de la población elegida en este proyecto se encuentran en mujeres entre 18% a 23% y en varones de 15% a 20%. tomado de SEEDO y Bray, G (2003).

A continuación, es importante hablar sobre *La Tasa metabólica*, ya que es aquella responsable en el mantenimiento de todos los tejidos del cuerpo y del mantenimiento de la temperatura corporal, como, por ejemplo: la respiración, los riñones, el corazón, entre otros. Según Lozano Teruel. A, (2011)

“la tasa metabólica basal es el gasto energético el cual es necesario para mantener las funciones fisiológicas en condiciones de reposo y no de sueño. Su cálculo se puede efectuar mediante procedimientos directos o indirectos. El Metabolismo basal o sus siglas MB se considera proporcional a la masa magra corporal y al área superficial” (p.38).

Sin embargo, no todos los tejidos del cuerpo utilizan una mayor tasa metabólica como el mismo autor refiere “que sólo el hígado y el cerebro, requieren más del 40% del oxígeno total utilizado por el organismo y de esta manera cualquier tejido muscular que equivale más del 40% del peso del individuo, consumirá un total del 25% de oxígeno total”(p. 38), de esta misma manera refiere que la tasa metabólica varía por diferentes factores, como por ejemplo los siguientes: La edad: ya que a partir de los 4-5 años la tasa metabólica comienza a disminuir hasta lograr los niveles constantes, esto suele suceder aproximadamente en 20 años de edad. El sueño ya que no dormir bien disminuye la tasa metabólica en un 10%. Los cambios de temperatura también pueden tener repercusión en la tasa metabólica debido a que los mecanismos que intentan mantener constante la temperatura corporal necesitan el uso de dicho metabolismo, entre otros factores. Valores normales en hombres y mujeres adultos, teniendo en cuenta su la relación peso/talla.

Figura 8.*Tasa metabólica en hombres y mujeres*

Estatura (m)	Peso (kg)	18-30 años		30-60 años		Más de 60	
		kcal (kJ)/k/día	kcal (kJ)/día	kcal(kJ)/k/día	kcal(kJ)/día	kcal(kJ)/k/día	kcal(kJ)/día
Varones							
1,5	49,5	29,0 (121)	1 440 (6,03)	29,4 (123)	1 450 (6,07)	23,3 (98)	1 150 (4,81)
1,6	56,5	27,4 (115)	1 540 (6,44)	27,2 (114)	1 530 (6,40)	22,2 (93)	1 250 (5,23)
1,7	63,5	26,0 (109)	1 650 (6,90)	25,4 (106)	1 620 (6,78)	21,2 (89)	1 350 (5,65)
1,8	71,5	24,8 (104)	1 770 (7,41)	23,9 (99)	1 710 (7,15)	20,3 (85)	1 450 (6,07)
1,9	79,5	23,9 (100)	1 890 (7,91)	22,7 (95)	1 800 (7,53)	19,6 (82)	1 560 (6,53)
2,0	88,0	23,0 (96)	2 030 (8,49)	21,6 (90)	1 900 (7,95)	19,0 (80)	1 670 (6,99)
Mujeres							
1,4	41	26,7 (112)	1 100 (4,60)	28,8 (120)	1 190 (4,98)	25,0 (105)	1 030 (4,31)
1,5	47	25,2 (105)	1 190 (4,98)	26,3 (110)	1 240 (5,19)	23,1 (97)	1 090 (4,56)
1,6	54	23,9 (100)	1 290 (5,40)	24,1 (101)	1 300 (5,44)	21,6 (90)	1 160 (4,85)
1,7	61	22,9 (96)	1 390 (5,82)	22,4 (94)	1 360 (5,69)	20,3 (85)	1 230 (5,15)
1,8	68	22,0 (92)	1 500 (6,28)	20,9 (87)	1 420 (5,94)	19,2 (5,94)	1 310 (5,48)

Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS), 1985.

Nota: Se observa la tabla sobre los valores normales de la tasa metabólica en las diferentes edades y el sexo, Tomada de la OMS (1985).

El hueso, según Ferragut, Torres Luque, Alacid Cárceles y de Baranda Andujar, (2007) “es un tejido vivo el cual debe cambiar y adaptarse debido a la demanda y a las necesidades que este requiera, de esta manera el hueso se encuentra en un constante proceso dinámico y continuo de formación y resorción ósea” (p. 46). De esta manera, los autores explican que el hueso tiene la capacidad para, lo que coloquialmente conocemos como “esculpirse”, lo que incluye el cambiar en cuanto al tamaño, la forma y la fuerza debido a factores tales como las sobrecargas mecánicas o los factores de estrés mecánico, El resultado de estos procesos es la conocida **masa ósea** que según Bover et al, (2017)

“Es la cantidad de mineral inorgánico en los huesos, ya que estos están compuestos por material inorgánico, materia orgánica y células óseas, donde la mayor cantidad de masa ósea se obtiene gracias al crecimiento del esqueleto. Lo que quiere decir respectivamente, que existe una

correlación significativa entre el bajo contenido mineral óseo y las enfermedades o padecimientos del hueso” (párr. 3).

Debido a esto el porcentaje de masa ósea se convirtió en un valor que está recibiendo una gran atención en el mundo científico, ya que gracias al conocimiento de este factor clave, es más sencillo la identificación del riesgo de osteoporosis, el porcentaje el cual constituye la masa ósea es de un 14% del peso total y 18% de la MLG.

Según Iglesias Rosado, et al. (2010) “*El agua es el principal componente del cuerpo humano. Es esencial para los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y eliminación de desechos metabólicos*” (p. 28), de esta manera, se puede transportar los nutrientes y sustancias del cuerpo humano, el cual está conformado por un 60%, de esta manera el autor refiere que “El agua corporal total o el porcentaje de agua, incluye al líquido extracelular e intracelular representa aproximadamente en ese 55-60% del peso corporal total, aunque de esta manera varía al paso de la edad”.

Figura 9.

Proporción de agua corporal

<i>Proporción de agua corporal como porcentaje del peso corporal</i>		
	<i>Agua</i>	<i>Grasa y sólidos secos (%)</i>
Lactante prematuro de 28 semanas (1,2 kg)	81	19
Lactante a término (3,6 kg)	69	31
Niño de 1 año (10 kg)	60	40
Mujer adulta (60 kg)	48,6	51,4
Varón adulto (70 kg)	54,3	45,7

Nota: Proporción de agua corporal al paso de la edad, Tomado de Iglesias Rosado, et al. (2010).

El agua es considerada el elemento para el cuerpo humano y su dieta, debido a que cada estructura del organismo necesita de dicho elemento para su correcto funcionamiento, de esta manera, gracias a que es un excelente conductor de electricidad, la bioimpedancia es capaz de identificar la composición corporal de un individuo.

Figura 10.

Porcentaje de agua en el cuerpo

PORCENTAJE DE AGUA EN EL CUERPO	
Cerebro	75%
Hígado	71%
Músculos	70%
Piel	58%
Hueso	28%
Grasa	23%

Nota: Se observa la necesidad en porcentaje de agua en el cuerpo humano, Tomado de Guyton y Hall (2011).

Las proteínas son biomoléculas que están en nuestro cuerpo que cumplen un papel fundamental en nuestros órganos y tejidos según Martínez Augustin. O y Martínez de Victoria Muño. E, (2006):

“Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico, hasta su función en la motilidad corporal, pasando por su papel mecánico, de transporte y almacén, protección, regulador, etc.” (p. 2).

Según Luque Guillén. V (SF) “Estas biomoléculas están formadas básicamente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. De esta manera también pueden contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio, cobre entre otros elementos” (p. 1).

Figura 11.

Proteínas en el cuerpo humano

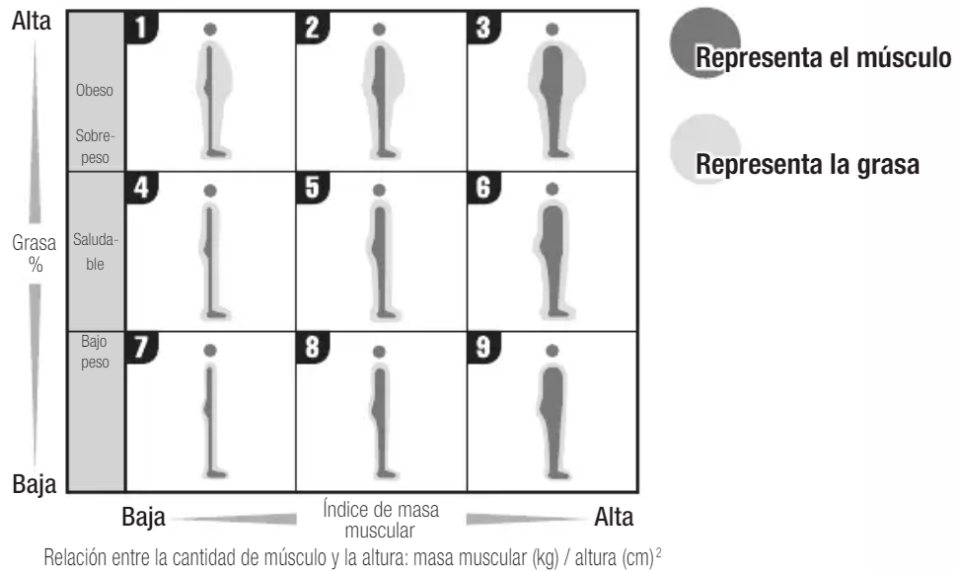
Bajo	Normal	Excesivo
<16%	16-20%	>20%

Nota: Se observan los valores normales de las proteínas en el cuerpo humano, tomado de trainingym.

Las proteínas son de suma importancia ya que, según Carbajal Azcona, A (2013) “Constituyen principalmente a las células y son necesarias para el crecimiento, la reparación y la renovación contante de los tejidos corporales, lo que determina su continua necesidad” (p. 45), El metabolismo basal depende en buena medida del sexo, la edad, el músculo y la grasa, ya que el músculo requiere de mayor consumo de calorías, incluso en reposo para mantener su actividad, por ende, la tasa metabólica de reposo disminuye con la edad.

La complexión física es aquella que evalúa el físico de un individuo, según el manual de la TANITA (2017) nos refiere que es:

“La relación entre la grasa corporal y la masa muscular del cuerpo humano a medida que la actividad que realiza va aumentando y su porcentaje de grasa corporal se va reduciendo, lo que quiere decir que varía en función o en consecuencia de lo antes mencionado” (p. 25).

Figura 12.*Relación entre músculo y grasa*

Nota: Se observa la relación entre la cantidad de músculo y la cantidad de grasa de un individuo, Tomado del manual de la TANITA (2017).

Esto quiere decir que, aunque el peso no varíe, es posible evidenciar una modificación en los niveles de masa muscular y la grasa corporal con el fin de mejorar la salud y reducir los riesgos de padecer enfermedades relacionadas, por ende, todos y cada uno de los individuos debe crear sus propios objetivos en cuanto a la complejión física, seguir una correcta dieta, evitando el pensamiento coloquial de no comer y realizar un programa de ejercicio físico que le permitan alcanzarlo dichos objetivos.

Figura 13.*Compleción física*

Resultado	Compleción física	Explicación de los resultados de compleción física
1	Obeso oculto	Obeso de compleción pequeña
		Esta persona parece tener un cuerpo sano, a juzgar por su aspecto físico. Sin embargo, presenta un porcentaje de grasa corporal alto y un nivel de masa muscular bajo.
2	Obeso	Obeso de compleción media
		Esta persona parece tener un cuerpo sano, a juzgar por su aspecto físico. Sin embargo, presenta un porcentaje de grasa corporal alto y un nivel de masa muscular bajo.
3	Robusto	Obeso de compleción grande
		Esta persona presenta un porcentaje de grasa corporal y un nivel de masa muscular altos.
4	Poco ejercicio	Masa muscular y porcentaje de grasa corporal bajos
		Esta persona presenta un porcentaje de grasa corporal medio y un nivel de masa muscular por debajo de la media.
5	Estándar	Media de masa muscular y media de Porcentaje de grasa corporal
		Esta persona presenta niveles de grasa corporal y masa muscular en la media.
6	Musculoso estándar	Masa muscular alta y porcentaje de grasa corporal medio (atleta)
		Esta persona presenta un porcentaje de grasa corporal medio y un nivel de masa muscular por encima de la media.
7	Delgado	Niveles de masa muscular y grasa bajos
		Tanto el porcentaje de grasa corporal como la masa muscular están por debajo de la media.
8	Delgado y musculoso	Delgado y musculoso (atleta)
		Esta persona presenta un porcentaje de grasa corporal por debajo de la media y un nivel de masa muscular adecuado.
9	Muy musculoso	Muy musculoso (atleta)
		Esta persona presenta un porcentaje de grasa corporal por debajo de la media y un nivel de masa muscular por encima de la media.

Nota: Se observa la explicación de los resultados de la compleción física, Tomado de los Datos de la Universidad de Columbia (Nueva York) y el Instituto TANITA (Tokio)(SF).

Diseño Metodológico

Enfoque

Para este proyecto se usará un enfoque correlacional se caracteriza como lo nombra (Sampieri, 2014) “tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista [...] entre distintas variables o categorías” (p.93) Este estudio no experimental realizara una comparación entre los datos de dos tipos de básculas obtenidos en cada indicador; una vez se obtengan los resultados de ambas, se hará la comparación de los resultados arrojados de la báscula inteligente de 2 contactos que no está avalada, con una de 4 contactos, con evidencia científica y avalada en procesos investigativos. Los evaluados solo hicieron una toma de muestras al mismo tiempo. Las variables de composición corporal se estimaron por medio de las fórmulas de cada bascula, desarrollado por los fabricantes y sin especificarse.

Alcance

Este proyecto es de carácter cuantitativo debido a la forma de recolección de datos de las básculas, los cuales se dividen en porcentajes, kilogramos y niveles. Estas serán las variables a tomar inicialmente en la población, seguido a esto, la comparación y análisis de los resultados de ambas básculas por medio de una correlación intraclase. Para esta investigación se utiliza una muestra de 185 estudiantes del programa Ciencias del Deporte y la educación física de la Universidad de Cundinamarca extensión Soacha, en un rango de edad de 19 a 24 años. Representado el 31.46% de 588 de este programa en la extensión, para un porcentaje de

confiabilidad del 95% la muestra debe ser de 184 individuos al 6% en el margen de error. Para el análisis estadístico se realizó con el programa SPSS en su versión 28 de Windows y el programa Microsoft Excel 2016.

Protocolo para Utilización de Basculas de BIA.

Para la medición de Bioimpedancia (BIA) de las diferentes variables que conforman la composición corporal (Peso, masa muscular, porcentaje graso, IMC, tasa metabólica, Nivel de grasa visceral) se debe seguir una metodología que se encuentre estandarizada, esto procura que se pueda utilizar con poblaciones de características similares para evitar sesgos como la edad o el género. Para estas tomas se tuvieron en cuenta las recomendaciones y normas del autor Alvero-Cruz et al. (2011) que se observan en la Tabla 1. Eso para minimizar los sesgos.

Figura 14.

Recomendaciones para el uso de la Bioimpedancia

Recomendaciones de uso de la bioimpedancia eléctrica en diferentes situaciones y circunstancias

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

Nota: Sobre las recomendaciones para el uso de la Bioimpedancia en diferentes situaciones.

Tomado de Alvero-Cruz, (2011).

Además de estas recomendaciones se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

Orinar 30 minutos antes de la prueba

No tomar diuréticos 7 días antes

No realizar la bioimpedancia en fase lútea

Retirar todo elemento metálico del cuerpo (Relojes, pulseras, piercing, pendientes)

Calibración anteriormente de los dispositivos

A consideración se realizarán las tomas de las muestras en horas de la mañana los martes, miércoles y jueves de cada semana por el tiempo requerido. Las condiciones del entorno serán en espacio cerrado, despejado y con las normas de bioseguridad apropiadas.

Después de verificar estos pasos se recurre a los métodos de bioseguridad:

Desinfección de las basculas

Correcto uso del cubrebocas

Secarse los pies al previo uso de la bascula

Posteriormente se le toma los siguientes datos para ingresarlos en las basculas: Nombre, edad, estatura y Fecha de Nacimiento, ya que son los datos específicos que requieren para iniciar la toma y ajustar la ecuación que no se especifica en el manual. A continuación, el evaluado sube a la báscula Tanita, sosteniendo el módulo en pronación y posicionando correctamente los pies. Durante la toma deben mantener su posición, evitando contacto con algún otro sujeto; al cabo de un minuto aproximadamente, esta arroja los datos, los cuales son anotados; consiguiente se le indica al sujeto bajarse de la báscula, limpiarse nuevamente los pies y subir a la báscula Huawei,

realizando posición anatómica y manteniendo su posición hasta que la aplicación arroje los resultados, los cuales se almacenan por un screenshot. Finalmente se dará por terminada la evaluación de la composición corporal.

Finalmente, podemos concluir que la bioimpedancia es un método efectivo para obtener un estimado en la composición corporal y que, como cualquier método de mediciones, puede tener ciertas alteraciones, pero se puede minimizar siguiendo las recomendaciones mencionadas, ya que la efectividad-facilidad con la que se pueden obtener los resultados no es cuestionable, por eso es un gran método y herramienta.

Resultados

Las características generales de la población se observan en las Tablas 2 y 3. Observando el promedio del peso e IMC organizado por edades, géneros y rangos. El total de individuos en cada rango de edad, donde es evidente una cantidad de hombres (Tabla 3) mayor que las mujeres considerando un $3 > 1$. Se observa de igual forma una población mayor en los rangos de 19 a 20 años que se evaluaron en este proyecto. Donde su promedio de IMC está en Saludable.

Tabla 4.

Características de las mujeres en el estudio

Femenino					
Edad (Años)	Total	Media/Peso Tanita	Rango	IMC Promedio Tanita	Rango
19	9	58,96	44,15 - 90,15	22,61	17,7 - 31,2
20	12	62,77	47,6 - 75,5	23,7	19,6 - 30,2
21	4	52,41	49,6 - 55,75	19,92	19,2 - 21,1
22	11	61,69	44,5 - 71,3	23,84	19,8 - 28,9
23	6	59,66	49,7 - 68,7	22,13	19,3 - 24,3
24	3	58,83	51,25 - 66,5	23,4	21,6 - 26

Nota: Características generales de las mujeres evaluadas en este proyecto, divididas por edades y el conteo total de ellas.

Tabla 5.*Características de los hombres en el estudio*

Masculino						
Edad (Años)	Total	Media/Peso Tanita	Rango	IMC Promedio Tanita	Rango	
19	41	64,21	49,05 - 81,03	21,39	16 - 27,6	
20	41	63,85	51,2 - 83,45	21,41	17 - 27,6	
21	29	66,48	49,05 - 83,65	22,86	19,1 - 28,7	
22	29	68,49	51,95 - 89,7	23,32	18,6 - 28,9	
23	24	67,83	54,05 - 94,05	23,5	19,2 - 32,5	
24	21	66,04	46,7 - 79,2	22,85	17,6 - 27,6	

Nota: Características generales de los hombres evaluados en este proyecto, divididos por edades y el conteo total de ellos.

Para la caracterización de la muestra se utilizan los datos obtenidos de la Tanita ya que es la Gold Estándar y que nos ofrece una validez frente a estos. Con estos datos reconocemos que tipo de población se tuvo en cuenta en el estudio. Se observan niveles normales de peso y del IMC en la caracterización general.

En las siguientes tablas se observarán la media de los resultados de cada variable medidas con las Basculas Huawei AH100 y la Tanita RD545-PRO, obteniendo el promedio y la desviación estándar de cada una de las variables, esta Desviación Estándar DE es solo de la variable con sus datos, no se ha realizado ningún tipo de comparación entre los datos de las basculas.

Tabla 6.*Media y Desviación Estándar de las variables*

	Peso		Masa Muscular		%graso		Grasa visceral	
	Huawei	Tanita	Huawei	Tanita	Huawei	Tanita	Huawei	Tanita
Media	64,16	64,4	48,73	49,17	19,54	19,44	4,59	2,58
Desviación Estándar	9,4	9,4	7,16	6,7	7,53	6,55	2,92	1,94

	Tasa metabólica		Kg hueso		%Agua		IMC	
	Huawei	Tanita	Huawei	Tanita	Huawei	Tanita	Huawei	Tanita
Media	1504,78	1563,17	2,68	2,63	55,44	59,56	22,42	22,5
Desviación Estándar	192,96	189,75	0,37	0,39	4,01	5,41	2,9	2,93

Nota: Media y Desviación Estándar de las variables Peso, Masa Muscular, Porcentaje Graso y Nivel de Grasa Visceral. Desviación Estándar de las variables Tasa Metabólica Basal, Peso en Kg de Óseo, Porcentaje de Agua Corporal Total y el IMC.

Con esta información ya se pueden destacar algunas diferencias entre las basculas, en la variable del peso encontramos una diferencia de 0.24g de la Tanita con la Huawei. En la masa muscular observamos una de 0.44 siendo mayor en Tanita. La variable del porcentaje graso en el promedio observamos una de 0.1. En la grasa visceral observamos una variación de 2.01Nvl. Ahora en la tasa metabólica encontramos una de 58.39Kcl. En la variable del peso óseo es de 0.05kg. El porcentaje de agua varía en 4.12% que es una de las variables que más tuvo variación entre las basculas y su promedio tomado, el IMC varía en 0.08 en el promedio. Con estas

diferencias se podría observar que el promedio de los datos entre las basculas no tiene una variación muy grande.

En las siguientes tablas divididas por género, se observan los indicadores estadísticos de concordancia entre las variables de Peso del individuo (Peso), Masa Muscular (M.M), Porcentaje Masa Grasa (MG%), Nivel de Grasa Visceral (NGV), Tasa Metabólica (TM), Peso en Kilogramos de hueso (Kg hueso), Porcentaje de Agua Corporal (Agua%) y el IMC. Donde se obtiene un índice de la variación de la Huawei AH100 con la Tanita RD545PRO. Esta bascula no presenta variaciones estadísticas importantes en comparación con la Tanita RD545PRO exceptuando por el peso óseo que no presenta buena correlación.

Tabla 7. Resultados y análisis estadístico de las mujeres en las variables de cada báscula

Variables	Media \pm Desviación Estándar	CCC*	CCI	Diferencia de medias (Probabilidad de Error)	Intervalo de Confianza al 95%
Mujeres (n=45)					
Peso Tanita RD545-PRO	60,15 \pm 9,10				
Peso Huawei Scale AH100	59,92 \pm 9,09	0,993	0,992	-1,394(0,1703)	-0,502 a 0,089
M.M Tanita RD545-PRO	41,83 \pm 5,20				
M.M Huawei Scale AH100	39,73 \pm 4,83	0,78	0,59	-3,3189(0,00182)	0,182 a 0,802
MG% Tanita RD545-PRO	26,49 \pm 5,62				
MG% Huawei Scale AH100	28,32 \pm 6,56	0,72	0,69	2,675 (0,010)	0,093 a 0,701
NGV Tanita RD545-PRO	1,76 \pm 1,03				
NGV Huawei Scale AH100	3,78 \pm 1,80	0,84	0,37	12,481 (4,7104)	1,37 a 2,34
TM Tanita RD545-PRO	1368,66 \pm 146,68				
TM Huawei Scale AH100	1313,17 \pm 165,02	0,83	0,78	-4,1169(0,0001)	-0,93 a -0,292
Kg Hueso Tanita RD545-PRO	2,23 \pm 0,26				
Kg Hueso Huawei Scale AH100	2,82 \pm 0,44	0,46	0,17	9,8160 (1,1809)	1,03 a 1,88
Agua% Tanita RD545-PRO	54,38 \pm 4,72				
Agua% Huawei Scale AH100	50,46 \pm 3,66	0,72	0,49	-7,991 (4,1523)	-1,57 a -0,80
IMC Tanita RD545-PRO	22,95 \pm 3,01				
IMC Huawei Scale AH100	22,91 \pm 3,04	0,89	0,9	-0,1840 (0,8548)	0,32 a 0,26

Nota: En esta información estadística se observa la variabilidad de los datos obtenidos de las mujeres con la báscula Huawei AH100 y con el dispositivo de referencia Tanita RD545PRO; con

los índices de desviación estándar, también el Coeficiente de Correlación de Concordancia [CCC], el Coeficiente de Correlación Intraclase [CCI] y la diferencia de medias. Esto con todas las variables de composición Corporal. Masa Muscular [M.M], Porcentaje de Masa Grasa [MG%], Nivel de Grasa de Visceral [NGV], Masa Ósea [Kg Hueso], Porcentaje de Agua Corporal [Agua%] y la variable de IMC.

En los datos sobre la composición corporal de las mujeres, en la variable de peso se observa una mínima diferencia de subestimación de 0.23 ± 0.01 por parte de la Huawei AH100, una CCC de 0.99 y CCI de 0.99 lo que indica que obtienen una correlación casi perfecta, en la variable de la Masa Muscular (M.M) se observa una subestimación de $-2.1\text{kg} \pm -0.37$ con un CCC 0.78 y el CCI de 0.59 lo que indica una concordancia sustancial o buena, pero la intraclase es de moderado lo que indicaría que la concordancia entre los datos tiene una variación considerable, la siguiente variable de porcentaje de masa grasa [MG%] tiene una sobreestimación de $1.83\% \pm 0.94$ y un CCC de 0,72 y [CCI] de 0,69 el margen de error es bajo, en el nivel de grasa visceral [NVG] se observa una sobreestimación de $2,02 \pm 0.77$ niveles en la media, un [CCC] de 0,84 y un CCI de 0.37 lo que indica un poca concordancia entre estas mediciones de los resultados de igual forma se observa un porcentaje de error bastante alto. En la Tasa metabólica [T.M] se encuentra una subestimación de -55.49 ± 18.34 kcal una diferencia bastante baja entre la media, una [CCC] de 0.83 y [CCI] 0.78 lo que nos indica buena confianza en estos datos, la probabilidad de error es bastante baja lo que nos daría un dato fiable. En la variable de Peso óseo [Kg Hueso] es la peor variable en cuanto a la concordancia de datos, pero la media con una diferencia subestimada de 0.59kg, su [CCC] es de 0.46 y [CCI] 0.17 lo que indica alta variabilidad poca concordancia y una probabilidad de error alta. En la variable de porcentaje de agua se encuentra una subestimación de $-3.92\% \pm -1.06$ una [CCC] de 0.72 y

[CCI] 0.49 donde esta última sería con una interpretación de moderada y una alta probabilidad de error en el IMC se observa una diferencia de 0.04 ± 0.03 un [CCC] de 0.89 y [CCI] de 0.9 lo que hace confiable en su dato obtenido.

Tabla 8.*Resultados y análisis estadístico de las mujeres en las variables de cada bascula*

VARIABLES	Media ± Desviación Estándar	CCC*	CCI	Diferencia de medias (Probabilidad de Error)	Intervalo de Confianza al 95%
Hombres (n=141)					
Peso Tanita RD545-PRO	65,79 ± 9,08				
Peso Huawei Scale AH100	65,51 ± 9,12	0,97	0,977	-1,703 (0,091)	-0,30 a 0,023
M.M Tanita RD545-PRO	51,50 ± 5,28				
M.M Huawei Scale AH100	51,60 ± 5,11	0,87	0,87	0,434 (0,665)	-0,12 a 0,202
MG% Tanita RD545-PRO	17,18 ± 5,06				
MG% Huawei Scale AH100	16,73 ± 5,34	0,9	0,82	-1,759 (0,081)	-0,314 a 0,01
NGV Tanita RD545-PRO	2,84 ± 2,08				
NGV Huawei Scale AH100	4,84 ± 3,16	0,87	0,62	14,189 (7,0476)	0,977 a 1,14
TM Tanita RD545-PRO	1625,24 ± 157,40				
TM Huawei Scale AH100	1565,92 ± 158,35	0,95	0,89	-14,5638 (7,905)	-1,44 a -1,00
Kg Hueso Tanita RD545-PRO	2,75 ± 0,34				
Kg Hueso Huawei Scale AH100	2,62 ± 0,32	0,11	0,1	-2,928 (0,004)	-0,41 a -0,079
Agua% Tanita RD545-PRO	61,21 ± 4,50				
Agua% Huawei Scale AH100	57,02 ± 2,56	0,76	0,39	-16,3565 (2,7246)	-1,60 a -1,14
IMC Tanita RD545-PRO	22,36 ± 2,90				
IMC Huawei Scale AH100	22,26 ± 2,84	0,98	0,98	-2,062 (0,041)	-0,340 a -0,007

Nota: En esta información estadística se observa la variabilidad de los datos obtenidos de los hombres con la báscula Huawei AH100 y con el dispositivo de referencia Tanita RD545PRO; con los índices de desviación estándar, también el Coeficiente de Correlación de Concordancia [CCC], el Coeficiente de Correlación Intraclase [CCI] y la diferencia de medias. Esto con todas las variables de composición Corporal. Masa Muscular [M.M], Porcentaje de Masa Grasa [MG%], Nivel de Grasa de Visceral [NGV], Masa Ósea [Kg Hueso], Porcentaje de Agua Corporal [Agua%] y la variable de IMC.

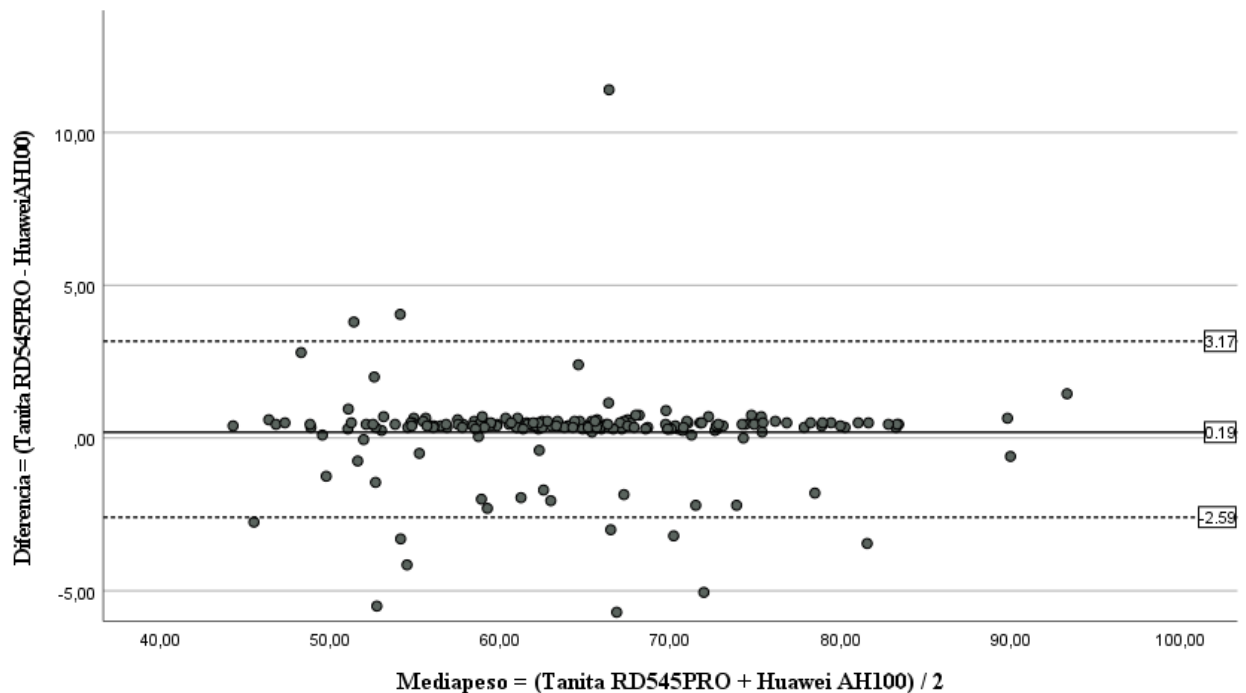
En los datos sobre la composición corporal de los hombres, en la variable de peso se observa una mínima diferencia de subestimación de 0.28 ± 0.04 por parte de la Huawei AH100, una [CCC] de 0.97 y [CCI] de 0.977 lo que indica que obtienen una correlación casi perfecta, en la variable de la Masa Muscular [M.M] se observa una subestimación de 0.10 ± -0.17 con un CCC 0.87 y el CCI de 0.87 lo que indica una concordancia sustancial o buena, pero la intraclase es de moderado lo que indicaría que la concordancia entre los datos tiene una variación, en la variable de Masa grasa [MG%] tiene una subestimación de -0.45 ± 0.28 en su media y un [CCC] de 0.9 y [CCI] de 0,82 el margen de error es bajo, en el nivel de grasa visceral [NVG] se observa una sobreestimación de 2 ± 1.08 niveles en la media, un CCC de 0,87 y un CCI de 0.62 (sustancial) lo que indica una concordancia buena entre estas mediciones de los resultados de igual forma se observa un porcentaje de error bastante alto. En la Tasa metabólica [TM] se encuentra una subestimación de -59.32 ± 5.05 kcal una diferencia bastante baja entre la media, una CCC de 0.95 y CCI 0.89 lo que nos indica buena confianza en estos datos. En la variable de Peso óseo [Kg Hueso] es la peor variable en cuanto a la concordancia de datos, pero la media con una diferencia subestimada de $0.13\text{kg} \pm 0.02$, su CCC es de 0.11 y CCI 0.1 lo que indica una

concordancia casi nula, En la variable de porcentaje de agua [Agua%] se encuentra una subestimación de $-4.19\% \pm 0.34$ una CCC de 0.76 y CCI 0.39 donde esta última sería con una interpretación de ligera, en el [IMC] se observa una diferencia de 0.1 ± 0.06 un CCC de 0.98 y CCI de 0.98 lo que hace casi perfecta su estimación.

Estos datos se ven reflejados en las siguientes graficas de Bland-Altman lo que representa los límites de concordancia entre todos los datos obtenidos (sin división de genero) de las variables de composición corporal obtenidas de cada bascula. Se observará cada grafica individual para mejor apreciación de los datos.

Figura 15.

Grafica Bland-Altman de peso



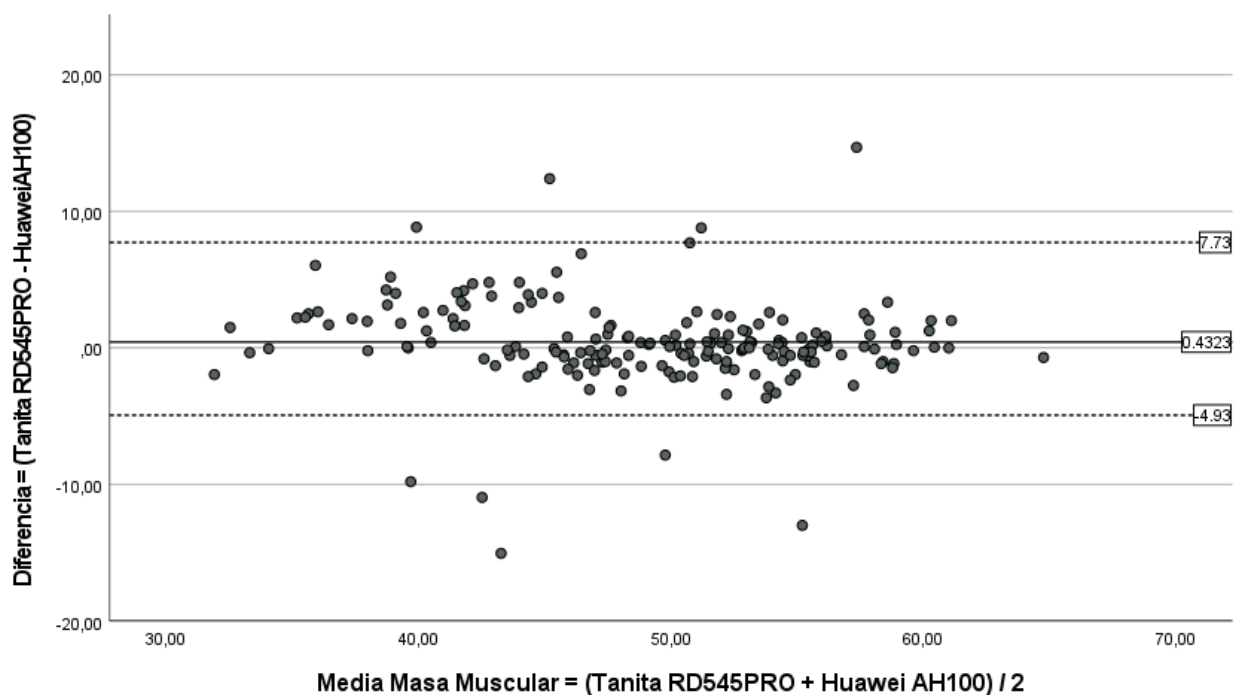
Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de peso estimada con las bascula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se

observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas básculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

Se observa que la cantidad de datos concentrada en la diferencia de media es superior donde 11 datos sobresalen de los límites de concordancia presentado una varianza muy amplia. Se observa buena concordancia visual en esta variable entre las básculas.

Figura 16.

Grafica Bland-Altman de Masa Muscular

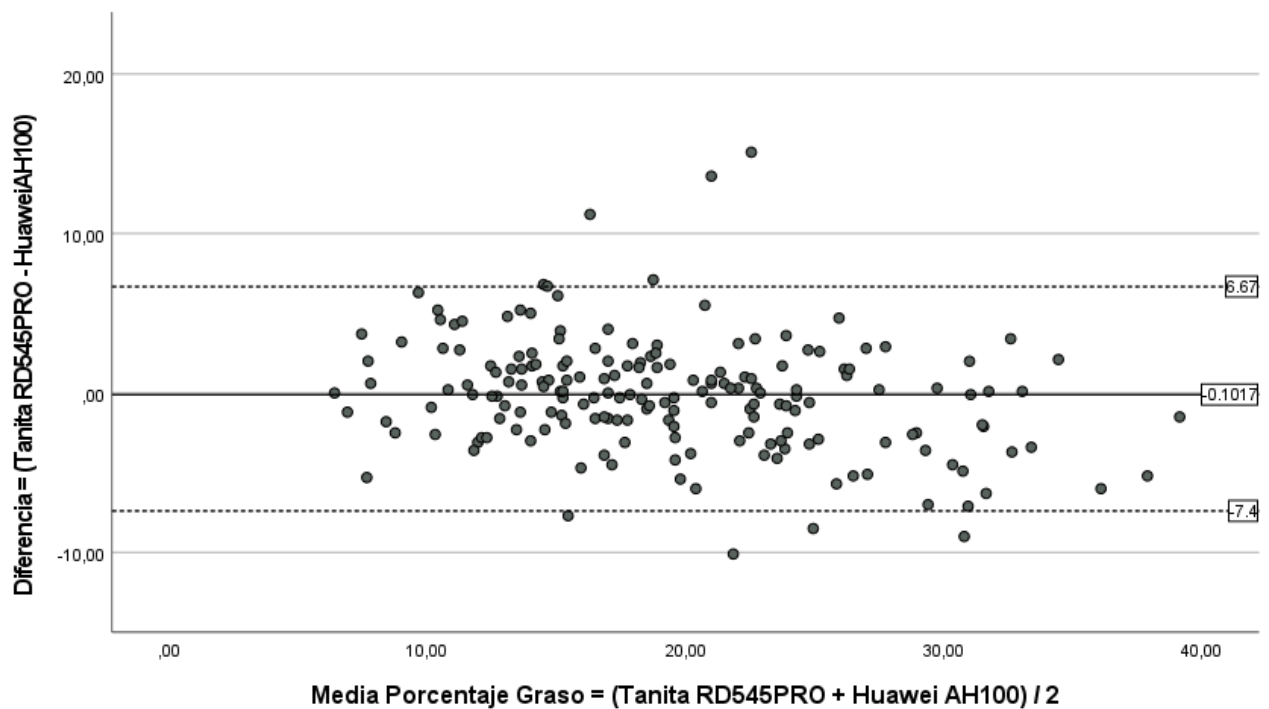


Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de Masa Muscular (M.M) estimada con las báscula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas básculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

Se observa que la cantidad de datos tiene dos divisiones una sobrestimación en los datos antes de la media 45 y una subestimación mayor después del 45, pero se presentan varios datos cerca al 0. Solo un total de 5 datos están por fuera de los límites de acuerdo en esta variable.

Figura 17.

Grafica Bland-Altman de Porcentaje de Grasa

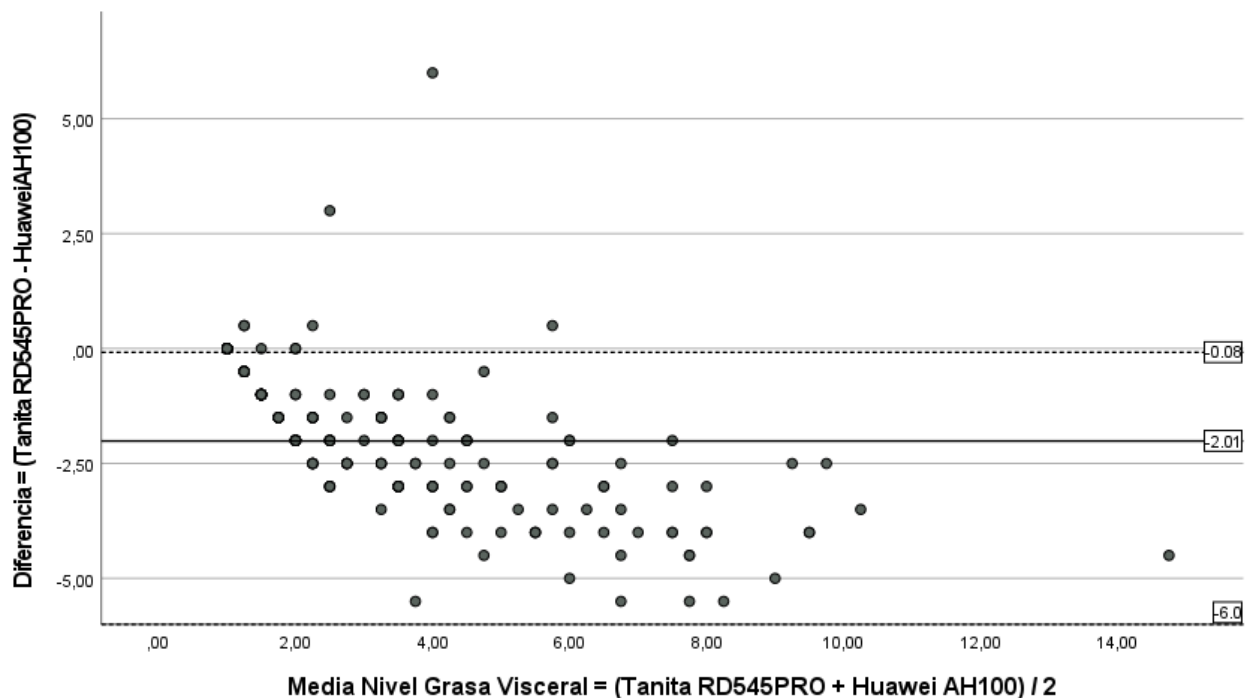


Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de porcentaje de masa grasa (MG%) estimada con las bascula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas basculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

Se observa que los datos se encuentran distribuidos uniformemente sin inclinaciones específicas, con 10 por fuera de los límites de acuerdo. Pero se puede observar que la mayoría de los datos se encuentran por debajo de 5/-5 en la diferencia.

Figura 18.

Grafica Bland-Altman de Nivel de Grasa Visceral

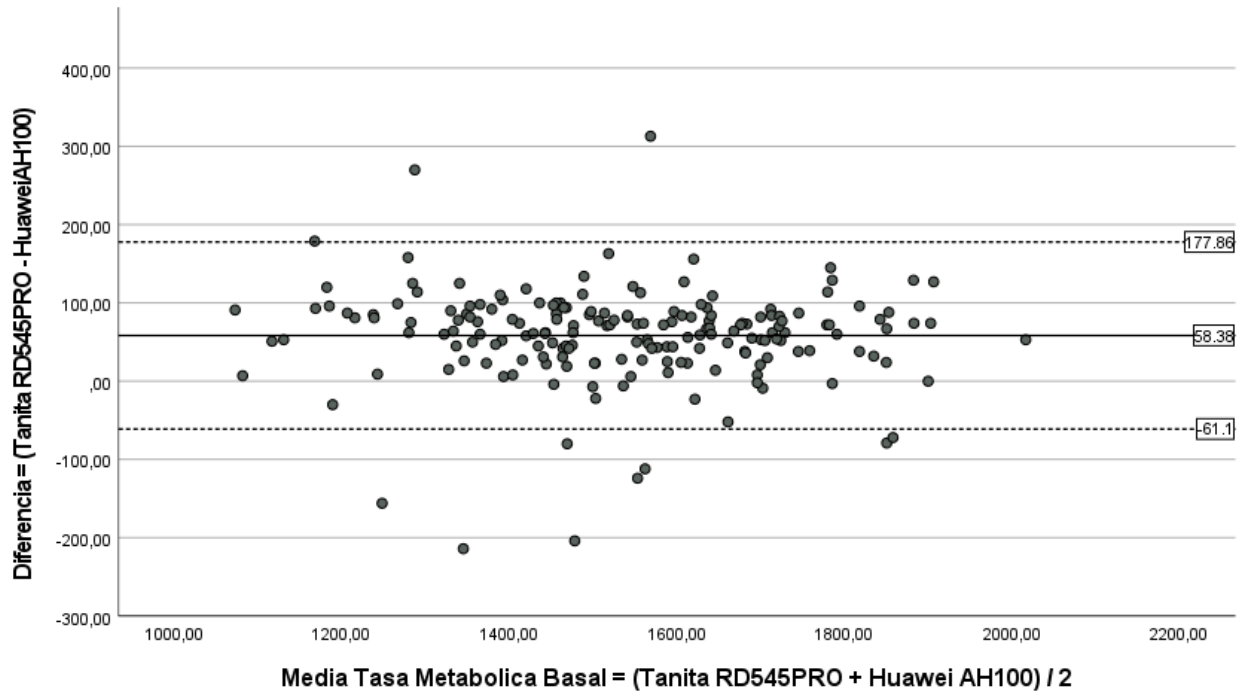


Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de Nivel de Grasa Visceral estimada con las bascula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas basculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

En el nivel de masa visceral se observa una subestimación mayor en los datos tomados por la Huawei AH100 con 15 datos por fuera o sobre los límites de acuerdo, se observa gran variabilidad de los datos.

Figura 19.

Grafica Bland-Altman de Tasa Metabólica Basal

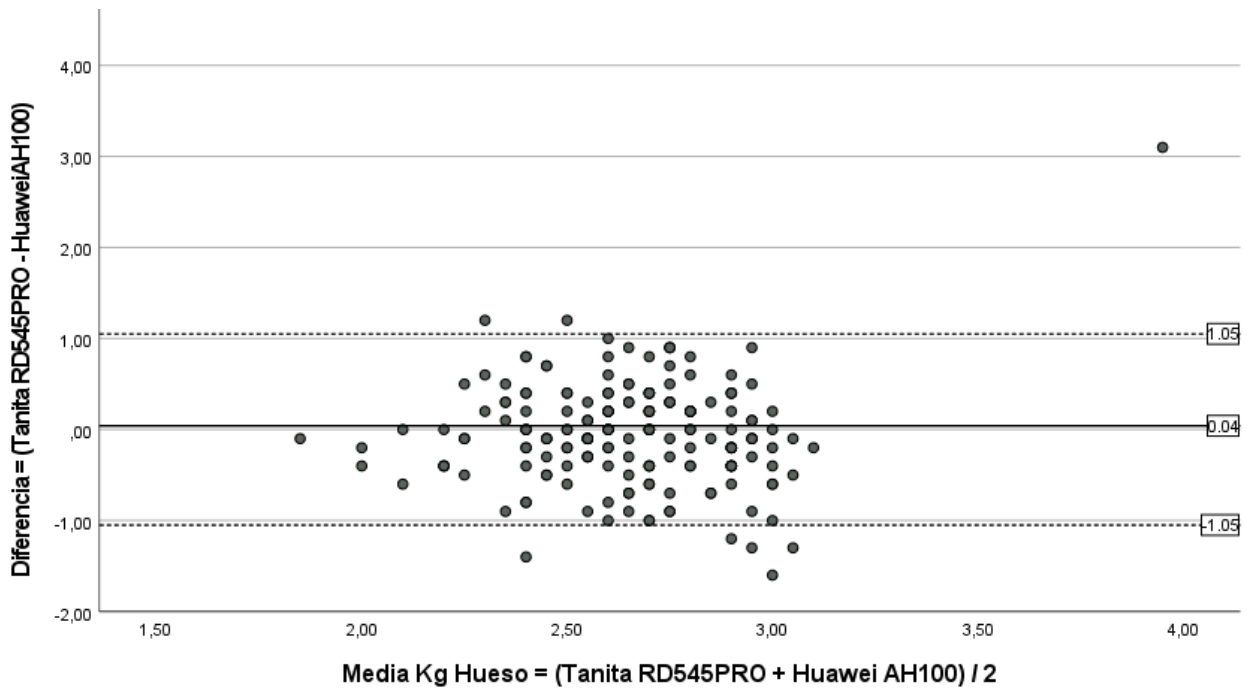


Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de Tasa Metabólica (TM) estimada con las báscula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas básculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

Se observa en la Tasa Metabólica una concentración mayor a la media, con sobreestimación en estos valores por parte de la báscula Huawei AH100, con 11 datos por fuera de los límites, pero con gran concordancia entre los datos.

Figura 20.

Grafica Bland-Altman de Porcentaje Óseo

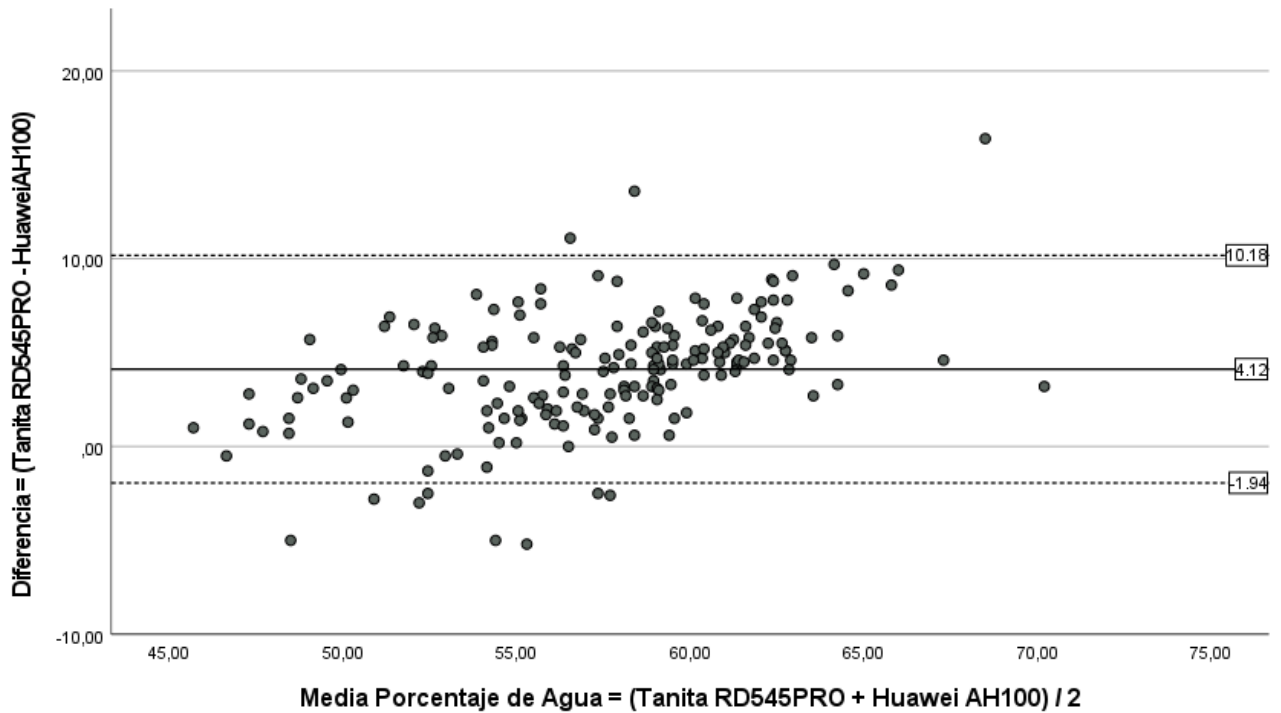


Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de Masa Ósea (Kg Hueso) estimada con las bascula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas basculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

En esta variable la concordancia es menor y se observa bastante variación, pero con 8 datos por fuera del límite. Tiene mayor subestimación en los datos la Huawei AH100, pero son muy similares en la cantidad de estos.

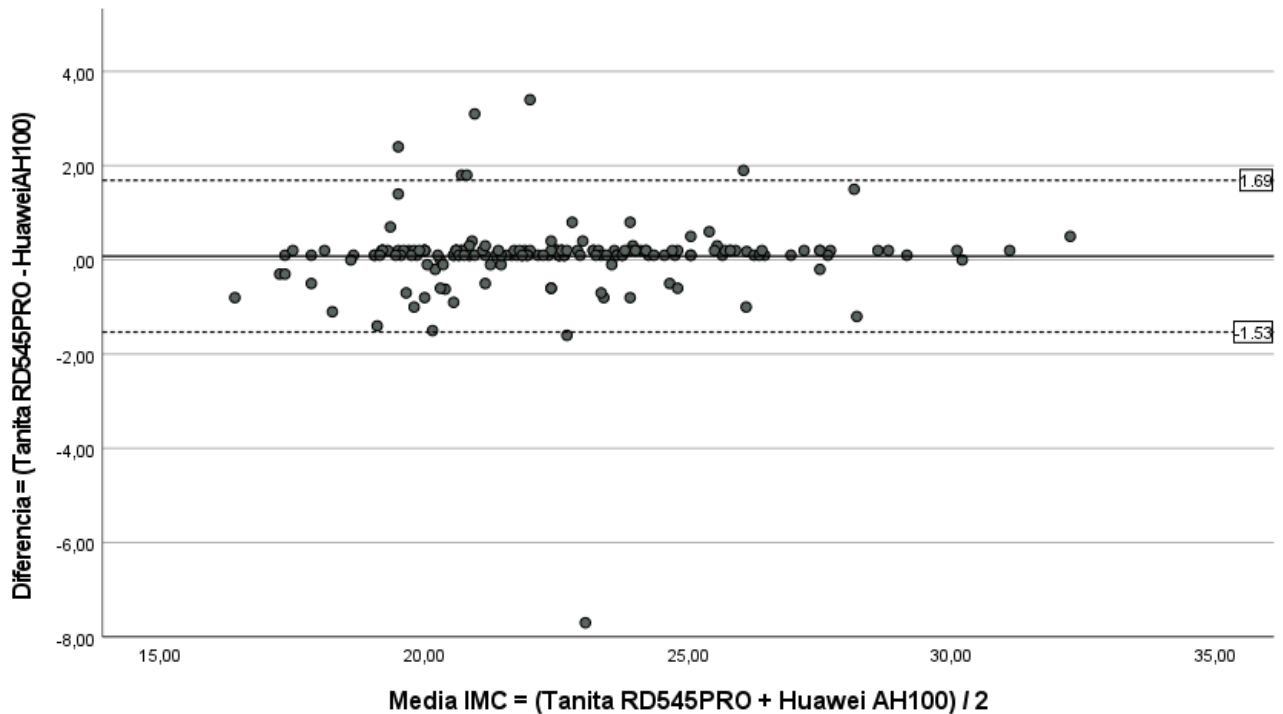
Figura 21.

Grafica Bland-Altman de Porcentaje de Agua Total



Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable de porcentaje de agua total (Agua%) estimada con las bascula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas basculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

En la variable de porcentaje de agua la mayor cantidad de datos están por encima de 55% y por debajo de 64% sin preferencia considerable, se observan 11 datos por fuera de los límites y una variabilidad considerable.

Figura 22.*Grafica Bland-Altman de IMC*

Nota: Grafica Bland-Altman para los límites de concordancia en la variable del índice de masa corporal (IMC) estimada con la báscula Huawei AH100 con la báscula de referencia Tanita RD545PRO. En la gráfica se observa la línea continua que representa la diferencia media estimada entre estas básculas, la línea discontinua representa los límites de acuerdo de la desviación estándar.

Se observa en la variable de IMC una concordancia muy alta, concentración de los datos muy alta en el 0 y 8 dato por fuera de los límites, significa un poca variación y buena confiabilidad.

Discusión

Este estudio verifico y evaluó la concordancia en los datos de composición corporal de una báscula inteligente bipolar Huawei AH100 utilizando como referencia la báscula tetra polar de Bioimpedancia Tanita RD545PRO en una muestra de estudiantes de Ciencias del Deporte de la Universidad Cundinamarca Extensión-Soacha en un rango de edad entre los 19 y 24 años. Donde se descubre una poca concordancia entre las mediciones de las mujeres que se evaluaron en las mismas condiciones. La bascula Huawei AH100 realiza subestimaciones de $-2.1\text{kg} \pm -0.37$ y su concordancia intraclase [CCI] se encuentra en un 0.59 lo que significa un dato no tan confiable dando subestimaciones grandes de la masa muscular total de las mujeres evaluadas, situación diferente sucede con los hombres en la misma variable dando una subestimación de tan solo 0.10 ± -0.17 y con una correlación intraclase [CCI] de 0.87 lo que hace un dato confiable casi perfecto en la estimación de la variable.

Se encuentran sobreestimaciones en las mujeres en las variables de MG%, NVG y a su vez subestiman las variables de M.M, Agua%, Kg Hueso y en menor medida a comparación de las otras la TM. Las variables con mayor correlación intraclase y que hace confiable sus datos son los de Peso, TM y el IMC.

En el caso de los hombres encontramos un panorama distinto con sobreestimaciones menores en las variables de Peso, M.M, IMC con niveles de correlación intraclase de casi perfección, una sobreestimación alta que se obtuvo es en la variable de NGV y una CCI sustancial que indica una fiabilidad regular, en las subestimaciones menores encontramos las variables de MG%, TM, con un CCC de casi perfecto y con índices desconfiables casi nulos el Agua% y Kg Hueso.

Con estos resultados y las similitudes que tuvieron las variables de Peso, TM, IMC, MG%, se recomienda que, si el propósito es identificar estas, la báscula Huawei AH100 puede ofrecer unos datos confiables, teniendo en cuenta que realiza mejores mediciones en el género masculino que en el femenino. Las sobreestimaciones y subestimaciones disminuyen con los hombres en mayor medida. Variables como el Kg Hueso, Agua% no se pueden obtener resultados confiables e indican una concordancia baja con CCI casi nulos.

Las variables de NGV y M.M tienen una situación peculiar y es que dependiendo del género puede ser más confiable, en el caso de los hombres el NGV es más confiable que en las mujeres, pero, se sigue obteniendo variaciones importantes donde no es perfecto el dato suministrado. Por el contrario, en la M.M en los hombres se obtienen datos más precisos y confiables que en las mujeres, donde se arrojan irregularidades en la comparación.

En las gráficas de Bland-Altman nos ayuda a comparar todos los datos obtenidos en la valoración de la muestra, donde se observa que los datos de mayor confiabilidad en las variables obtenidas de la Huawei son Peso, TM, MG, M.M y el IMC. Esto debido a que su diferencia no es tan lejana a la media y que la mayor cantidad de datos se encuentran sobre la media, en el caso del peso óseo sus diferencias son altas, siendo los rangos de tolerancia no mayores a 1.05/-1.05 lo que indicaría que en la valoración se equivoca por un kilogramo, pero se tiene en cuenta que los valores arrojados en el peso óseo de la BIA son muy bajos no mayor a 3kg en mayoría por lo que es un error del 33%.

En las variables de porcentaje de agua (Agua%) y nivel de grasa visceral (NGV) los datos tienen bastante variación con subestimaciones de hasta 5 niveles en el NGV y sobreestimaciones de hasta 10% en el porcentaje de agua, lo que implica un sesgo alto en estas variables.

Conclusión

Durante el desarrollo del documento se ha descrito las características de las básculas observando su función, demostración de los datos, almacenamiento, costos, facilidad en la utilización y veracidad. Por parte de la Huawei es claro que por parte de la veracidad en sus datos es nula, no se encuentran artículos de soporte frente a la utilización de esta báscula, pero, si se encuentran artículos utilizando básculas bipolares para obtener la composición corporal como en la tesis de grado de Marrodan et al., (2007) que compara la antropometría frente a las báscula Bipolares y Tetrapolar. Donde concluye que ambas básculas sirven para obtener valoraciones en estudios nutricionales, donde hace referencia los dos electrodos superiores de las de 4 contactos lo que identifica de manera más sencilla la grasa superior y que depende de la cantidad de tejido adiposo puede variar la veracidad.

Esto nos ayuda a explicar la gran diferencia que se encuentran en estas básculas frente a la validez, pero que no descartan su utilización y la facilidad que ofrece la Huawei a las personas no especializadas de obtener un valor cercano, que, dependiendo de la variable un valor casi exacto.

Figura 23.*Tabla conclusión de datos estadísticos*

Variable	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	BlantAltman Tanita - Huawei
	CCC	CCC	CCI	CCI	Margen de Error	Margen de Error	
Peso Huawei Scale AH100	0,99	0,97	0,99	0,97	Subestima 0,23 ± 0,01	Subestimacion 0,28 ± 0,04	Tope superior: 3,17 Media: 0,19 Tope Inferior: -2,59
M.M Huawei Scale AH100	0,78	0,87	0,59	0,87	Subestima -2,1 ± -0,37	Subestimacion 0,10 ± -0,17	Tope superior: 7,73 Media: 0,43 Tope Inferior: -4,93
MG% Huawei Scale AH100	0,72	0,9	0,69	0,82	Sobreestimacion 1,83% ± 0,94	Subestimacion -0,45 ± 0,28	Tope superior: 6,67 Media: -0,01 Tope Inferior: -7,4
NGV Huawei Scale AH100	0,84	0,87	0,37	0,62	Sobreestimacion 2,02 ± 0,77	Sobreestimacion 2 ± 1,08	Tope superior: -0,08 Media: -2,01 Tope Inferior: -6,0
TM Huawei Scale AH100	0,83	0,95	0,78	0,89	Subestimacion -55,49 ± 18,34	Subestimacion -59,32 ± 5,05	Tope superior: 177,86 Media: 58,38 Tope Inferior: -61,1
Kg Hueso Mineral Huawei Scale AH100	0,46	0,11	0,17	0,1	Subestimacion 0,59 ± 0,22	Subestimacion ± 0,13 ± 0,02	Tope superior: 1,05 Media: 0,04 Tope Inferior: -1,05
Agua% Huawei Scale AH100	0,72	0,76	0,49	0,39	Subestimacion -3,92% ± -1,06	Subestimacion -4,19% ± 0,34	Tope superior: 10,18 Media: 4,12 Tope Inferior: -1,94
IMC Huawei Scale AH100	0,89	0,98	0,9	0,98	Subestima 0,04 ± 0,03	Subestimacion 0,1 ± 0,06	Tope superior: 1,69 Media: -1,53 Tope Inferior: -1,53

Nota: En esta tabla se reúne el CCC, CCI, margen de error y los límites superiores e inferiores con la media de las gráficas Blant-Altman. Divididos por género observando menor concordancia y más variabilidad en las mujeres.

En esta tabla observamos todas las variables comparadas de la báscula Huawei AH100 con la referencia escogida Tanita RD545PRO donde se observa de una manera más sencilla las discrepancias que pueden obtenerse en los datos de la Huawei obteniendo índices de error y variación de la composición corporal.

En cuanto a la facilidad se observó en las mediciones obtenidas de los estudiantes, la báscula Tanita RD545PRO tiene la opción de tomar mediciones configurando un perfil temporal, pero al terminar su evaluación los datos no quedan almacenados, ni se pueden transferir a ningún dispositivo, la solución es tabular los datos o anotarlos. Por parte de la Huawei AH100 el perfil se puede configurar desde la aplicación y los resultados se muestran en la interfaz principal, cabe resaltar que en cada variable se puede ingresar para obtener un baremo y explicación de esta.

Con este estudio se proporcionó evidencia para el uso de básculas inteligentes o bipolares en este caso la báscula Huawei Smart Scale AH100 para realizar análisis de composición corporal preferiblemente en el ámbito de la actividad física, aportando las variaciones que puede llegar a obtener la báscula en las variables de medición. Se concluye que esta báscula nos puede aportar información más confiable en el género masculino, obteniendo niveles de concordancia y correlaciones más altos con los datos de ellos. Sin embargo, los datos que tienen confiabilidad según las gráficas de Bland-Altman son el Peso, TM, MG, M.M y el IMC.

Se realiza descarte de las variables del peso óseo donde puede variar en 1/-1kg, nivel de grasa visceral que puede subestimarse hasta -5 niveles y en la variable de porcentaje de agua se presenta sobreestimaciones de hasta 10%. Estas variaciones no son exactas, lo que quiere decir que puede llegar hasta ese máximo de desviación.

De igual forma, el uso individual de la báscula inteligente para llevar un seguimiento en la mejora de sus procesos de entrenamiento puede servir, la posibilidad del almacenamiento de los datos con fechas y todos los cambios que se han desarrollado durante los procesos es una herramienta útil para estos procesos individuales. Para valores reales se sigue recomendando el uso de las BIA de 4 contactos ya que, como lo menciona Aristizábal, J. and Restrepo, M.,

(2014). “La técnica pie-pie tiene limitaciones para estimar los depósitos de grasa en el segmento superior del cuerpo” (p.58) y esto sucede más en las mujeres o personas con grandes proporciones de grasa, es más difícil obtener un valor real con una báscula de solo 2 contactos.

Pero la eficiencia, método de almacenamiento, facilidad en su uso, explicación que ofrece de las mediciones de una manera sencilla de estas básculas, la hace una herramienta útil para la población no especializada, que por medio de esta investigación obtienen un índice de la variación en los datos que les puede suministrar.

Se recomienda que, para un seguimiento individual en algún proceso de entrenamiento, se puede realizar una comparación con una báscula de 4 contactos y observar que tan específica está siendo la valoración de la Huawei con esa persona en específico, puede que los valores sean muy cercanos. Ya que en algunos estudiantes de esta muestra eran casi exactos.

Referencias Bibliográficas

- Adeva, R. (2021). Las mejores básculas inteligentes para controlar tu peso y objetivos desde el móvil. ADSLZone. <https://www.adslzone.net/listas/gadgets/basculas-inteligentes/>.
- Aguilar, M. and Ballesteros, R., 2020. Básculas y bioimpedancia para medir composición corporal | IND. Nutricionistas Deportivos.
<<https://www.inutriciondeportiva.com/basculas-y-bioimpedancia-para-medir-composicion-corporal/>>
- Alexia, G. (2021). Análisis comparativo entre dos métodos para la evaluación del tejido graso corporal en estudiantes universitarios de la ciudad de Rosario. Antropometría versus Bioimpedancia Eléctrica [Ebook] 20-25. Universidad Nacional de La Plata.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/120188/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Alvero Cruz., Acosta., Fernández Pastor., & García Romero. (2004). Método de evaluación de la composición corporal. Archivosdemedicinadeldeporte.com.
https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Rev_tendencias_I_535
- Alvero-Cruz, J., Correas Gómez, L., Ronconi, M., Fernández Vázquez, R. and Porta i Manzañido, J., (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. Redalyc, pp.167-175.
<<https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668006.pdf>>
- Andrew, M., 2014. BIA Technology for Assessing Body Fat An Introductory Guide for Clinical and Research applications. Tanita, pp.3,5,12.

<<https://www.tanita.com/data/File/Publications/BIATechnologyforAssessingBodyFat.pdf?rev=5ADA>>

Aristizábal, J. and Restrepo, M., 2014. Validez de la bioimpedancia para estimar la composición corporal de mujeres entre los 18 y 40 años. Universidad de Antioquia, pp.53,57.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwirh9ihy9X3AhWfTDABHX8iAKIQFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.udea.edu.co%2Findex.php%2Fnutricion%2Farticle%2Fdownload%2F20312%2F17163%2F72746&usg=AOvVaw0_IT0GlbDg_C5HAdwfe1bM>

Armesilla, M. (2007). Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal.

Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. Academia.edu.

https://www.academia.edu/26253590/Técnicas_analíticas_en_el_estudio_de_la_com

Barriga, N. (2019) La relación físico-espacial entre lo público y privado como escenario de expresión para la cultura urbana contemporánea. UTADEO. Bogotá.

<https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7774/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bover, J., Ureña, P., Vicent, J., Rodríguez, M., Castro, C., Górriz, j. and Laiz, A., 2017.

Osteoporosis, densidad mineral ósea y complejo CKD-MBD (I): consideraciones diagnósticas. [ebook] España: Revista Nefrología, pp.6,8.

<<https://www.revistanefrologia.com/es-osteoporosis-densidad-mineral-osea-complejo-articulo-S0211699518300444>>

Cacciatori, E. , & Portao, J. , & Vallejo, L., & Bescós, R. , & Iruiria, A. (2009). Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: antropometría vs bioimpedancia. Nutrición Hospitalaria, 24(5),529-534. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309226748003>

Cardozo, Cuervo Guzman, & Murcia Torres. (2016). Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso - obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Revista.nutricion.org. <https://revista.nutricion.org/PDF/cardozo.pdf>.

Dittmar M. Comparison of bipolar and tetrapolar impedance techniques for assessing fat mass. *Am J Hum Biol* (2004); 16:593-7. 27. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15368607/>

Dra. Scarone, D. (2015). La importancia de conocer su IMC. [Tuendocrinologo.com](http://tuendocrinologo.com).
<http://tuendocrinologo.com/site/nutricion/calculadora.html>.

Ferragut, Torres Luque, Alacid Cárceles, & Baranda Andujar. (2007). MASA ÓSEA Y EJERCICIO FÍSICO. [Archivosdemedicinadeldeporte.com](http://archivosdemedicinadeldeporte.com).
https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Revision_Masa_Osea

Filho JCJ, Cyrino ES, Gurjão ALD, Braz IA, Gonçalves R, Gobbi S.(2010) Body composition estimative and agreement analysis between bipolar and tetrapolar bioelectric impedance analyzers. *Rev Bras Med Esporte* 2010;16:13-6.

Gené, Pol, & Latinjak, Alexander T.. (2014). Relación entre necesidades básicas y autodeterminación en deportistas de élite. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 14(3), 49-56. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-84232014000300006&lng=es&tlng=es.

Godínez Gutiérrez, Marmolejo Orozco, Márquez Rodríguez, Siordia Vázquez, & Baeza Camacho. (2002). La grasa visceral y su importancia en obesidad. [Medigraphic.com](http://www.medigraphic.com).
<https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2002/er023d.pdf>.

Gomez, H. Actividad física, salud y calidad de vida. [Tdx.cat](http://www.tdx.cat).
<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10788/HellinGomez04de15.pdf>.

- González Jiménez, E. (2012). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. Elsevier. from <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-composicion-corporal-estudio-utilidad-clinica-S1575092212001532>.
- gottau. (2017). Porcentaje de grasa y sus rangos de normalidad según sexo y edad. <https://www.vitonica.com/anatomia/porcentaje-de-grasa-y-sus-rangos-de-normalidad-segun-sexo-y-edad>.
- Graullera, M. (2009). Valoración nutricional antropométrica y prevención de la obesidad. PROMOCIÓN Y PREVENCIÓN. <https://support.microsoft.com/en-us/windows/find-my-downloads-in-windows-10-de903ee9-7d37-256b-9145-f0f016c5aed8>.
- Hlúbik, J., 2015. Bioimpedance measurement of specific body resistance. [ebook] Prague: Czech Technical University in Prague Faculty of Electrical Engineering Department of Cybernetics, pp.35,39.
<http://cyber.felk.cvut.cz/teaching/radaUIB/Hlubik_disertace.pdf>
- https://www.researchgate.net/publication/235653196_Body_composition_estimation_and_agreement_analysis_between_bipolar_and_tetrapolar_bioelectrical_impedance_analyzer
- Iglesias Rosado, Villarino Marín, Martínez, Cabrerizo, Gargallo, & Lorenzo et al. (2011). Importancia del agua en la hidratación de la población española: documento FESNAD 2010. Scielo.isciii.es. https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n1/articulos_especiales_3.pdf.
- J.R Barbany, alimentacion para el deporte y la salud (2011)[PNG]
<https://www.fesnad.org/resources/files/DNN/2016/diapositivas.pdf>
- IMC (2022) OMS [PNG] <https://www.enterat.com/salud/imc-indice-masa-corporal.php>
- Ladeiras, R., Sampaio, F., Bettencourt, N., Fontes, R., Ferreira, N., Leite, A. and Gama, V., 2016. El cociente entre la grasa abdominal visceral y la subcutánea evaluado por

tomografía computarizada es un predictor independiente de mortalidad y eventos cardiacos. [ebook] Portugal: Revista española de cardiología, pp.6,7.

<<https://www.revespcardiol.org/es-el-cociente-entre-grasa-abdominal-articulo-S030089321630416X>>

Lozano Teruel. (2011). La nutrición es conciencia. Um.es.

<https://www.um.es/lafem/Nutricion/Porcionado/01-01.pdf>.

Lozano, j., 2022. La nutrición es CON-CIENCIA. [ebook] Murcia: edit.um, p.38.

<<https://www.um.es/lafem/Nutricion/Porcionado/01-01.pdf>>

Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. (S.f.) Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. J Appl Physiol. 1986;60:1327-32.

Luque Guillén, V. ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS. Uv.es.

https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf.

Marrodan, M., Beneit, M., Santurino, M., Armesilla, M., Gonzales-montero, M. and Pacheco, J., 2007. Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. Nutr Clin Diet Hosp, pp.16,17.

<https://www.academia.edu/26253590/Técnicas_analíticas_en_el_estudio_de_la_composición_corporal_Antropometría_frente_a_sistemas_de_bioimpedancia_bipolar_y_tetrapolar>

Martín Moreno, Vicente, Gómez Gandoy, Juan Benito, & Antoranz González, María Jesús.

(2001). Medición de la grasa corporal mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. Análisis comparativo. Revista Española de Salud Pública, 75(3), 221-236.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272001000300006&lng=es&tlng=es.

Martinez, J. and Urdampilleta, A., 2017. Measurement of body composition using anthropometry and bioimpedance: its applications in sport. [ebook] España: efedeportes.com.
<<https://www.efdeportes.com/efd174/antropometria-versus-bioimpedancia-en-el-deporte.htm>>

Material Médico, V., (2019). TANITA RD-545 Png. <https://valdan.es/wp-content/uploads/2019/04/TANITA-RD545-4.png>

Material Medico, V., (2019). TANITA RD-545. [PNG] <https://valdan.es/wp-content/uploads/2019/04/TANITA-RD545-4.png>

Nariño Lescay, Alonso Becerra, & Hernández González. (2016). Antropometría. Análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas. scielo.org. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n26/n26a04.pdf>.

Narvaez, G. (2014). Desarrollo de la masa muscular esquelética, beneficios y limitaciones. researchgate.

https://www.researchgate.net/publication/268576936_DESARROLLO_DE_LA_MASA_NUTRICION_BASICA

Nutricion básica, OMS (1985). [PNG] <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0c.htm>

Omar Tarducci G. Estudio de la composición corporal en niños y su relación con la actividad física: desarrollo de Ecuaciones de predicción de masa grasa y masa libre de grasa [tesis doctoral]. España: Universidad de A Coruña. Departamento de Educación Física y Deportiva; 2013.

https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/11543/Tarducci_Gabriel%20Omar_TD_2012.pdf?sequence=4

- Pérez Castillo, M., & Picado Durán, D. (2018). Uso de bioimpedancia eléctrica para determinar el grado de deshidratación, en personas que asisten al gimnasio en la ciudad Corinto, Chinandega. Período septiembre, año 2018.. Riul.unanleon.edu.ni.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/7255/1/241507.pdf>.
- Perez, M., Picado, M. and Aracely, D., 2019. Uso de bioimpedancia eléctrica para determinar el grado de deshidratación en personas que asisten al gimnasio en la ciudad Corinto. [ebook] Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, pp.14,20.
<<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/7255> >
- pinto, D., Calabrese, J., & Pirolli, P. (2019). Use of different segmental multi-frequency bioelectrical impedance devices for analysis of body composition in young adults: comparison with bioelectrical spectroscopy. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6985128>.
- Pinto, D., Calabrese, J., & Pirolli, P. (2019). Uso de diferentes dispositivos de impedancia bioeléctrica multifrecuencia segmentada para el análisis de la composición corporal en adultos jóvenes: comparación con la espectroscopia bioeléctrica [Ebook] (pp. 619-623). Universidad del Norte de Paraná.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6985128>
- Quesada Leyva, Lidyce, León Ramentol, Cira Cecilia, Betancourt Bethencourt, José, & Nicolau Pestana, Elizabet. (2016). Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud. Revista Archivo Médico de Camagüey, 20(5), 565-578.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552016000500014&lng=es&tlng=es.

Quesada Leyva, Lidyce, León Ramentol, Cira Cecilia, Betancourt Bethencourt, José, & Nicolau

Pestana, Elizabet. (2016). Theoretical and practical facts about health electric

bioimpedance. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 20(5), 565-578.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-

[02552016000500014&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552016000500014&lng=es&tlng=es).

Rodríguez Camacho, P. (2017). Tesis doctoral Valores de referencia de composición corporal

para población española adulta, obtenidos mediante antropometría, impedancia eléctrica

(BIA) tetrapolar e interactancia de infrarrojos. Universidad complutense de Madrid

facultad de ciencias biológicas departamento de zoología y antropología física.

[https://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/all/error-cusersusernamedownloads-](https://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/all/error-cusersusernamedownloads-is-not-accessible/92404b9b-a9a1-4a4a-ac75-3a52647ee976)

[is-not-accessible/92404b9b-a9a1-4a4a-ac75-3a52647ee976](https://answers.microsoft.com/en-us/windows/forum/all/error-cusersusernamedownloads-is-not-accessible/92404b9b-a9a1-4a4a-ac75-3a52647ee976).

Rodriguez, P., 2017. Valores de referencia de composición corporal para población española

adulta, obtenidos mediante antropometría, impedancia eléctrica (BIA) tetrapolar e

interactancia de infrarrojos. Universidad complutense de Madrid facultad de ciencias

biológicas departamento de zoología y antropología física, p.37.

<<https://eprints.ucm.es/id/eprint/43420/1/T38958.pdf>>

Safont, N. (2020). ¿Por qué es importante la masa muscular para adelgazar?

<https://www.hola.com/estar-bien/20200130159362/perder-peso-masa-muscular/>.

Sánchez Bañuelos F. (1996) *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid: Biblioteca

Nueva.

Santos Beneit, M. (2011). Aplicación de nuevas tecnologías al análisis de la composición

corporal: contraste metodológico y utilidad en el diagnóstico de la condición nutricional.

Eprints.ucm.es. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/13037/1/T33033.pdf>.

Susan, J., Cole, t., Doman, D., Murgatroyd, p. and Prentice, a., 1999. Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. [ebook] British, Cambridge: MRC Human Nutrition Research (formerly Dunn Nutritional Laboratory), pp.115-121.

<<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/30F969F26094A21DC6BFF486B814CAEE/S0007114500000155a.pdf/evaluation-of-the-novel-tanita-body-fat-analyser-to-measure-body-composition-by-comparison-with-a-four-compartment-model.pdf>>

TANITA (2017), <https://www.manuales.com.co/tanita/rd-545/manual>

Trainingym (S.F) [PNG] <https://help.trainingym.com/es/knowledge/interpretación-datos-básculas-bioimpedancia>

Torres, G. and jose, E., 2019. Uso de bioimpedancia eléctrica para determinar el grado de deshidratación en personas que asisten al gimnasio en la ciudad Corinto, Chinandega. Periodo septiembre, año 2018. [ebook] Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. <<http://Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua>>

Vásquez, F., Diaz, E., Lera, L., Vásquez, L., Anziani, A., & Burrows, Raquel. (2012). Methods of body composition and four compartments model in obese school children, 27(4), 1079-1085. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2012.27.4.5819>

Vinuesa lope, M., & Vinuesa Jimenez, I. (2016). Conceptos y métodos para el entrenamiento físico [Ebook] (1st ed., pp. 139,140). Ministerio de Defensa. https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/c/o/conceptos-y-m_todos-para-el-entrenamiento-f_sico.pdf

Apéndices

Estado del Arte

NOMBBRE	AUTOR	RESUMEN	BIBLIOGRAFIA
Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría impedancia bioeléctrica	Aristizábal, Juan Carlos; Restrepo, María Teresa; Estrada, Alejandro	“Con el siguiente estudio se quiere hacer una comparación de la composición corporal con una población de adultos sanos de ambos sexos, entre edades de 22 a 56 años. Para la antropometría se usarán 2 ecuaciones la de Durning/Womersley y Jackson/ Pollock, y la de bioimpedancia se usará una técnica pie-pie. Para la comparación de los métodos se empleó la t de Student pareada, la correlación de Pearson, la diferencia de proporciones y la índice kappa”.	https://www.redalyc.org/pdf/843/84327208.pdf
Valoración de la composición corporal por antropometría y bioimpedancia eléctrica.	José Rodríguez, Iván	“Se realizará una comparación entre dos métodos la bioimpedancia y la antropometría. Se usará una población de ambos sexos que son activos físicamente y deportistas. Para la antropometría se hacen dos mediciones por medio de ecuaciones, porcentaje de grasa corporal, se utiliza la fórmula de Carter. Para hallar la masa muscular, la fórmula de Lee. Por último, para la medición de bioimpedancia se usa báscula, modelo OMRON BF 511”.	http://ddfv.ufv.es/handle/10641/1324
Comparación de la composición corporal obtenida por bioimpedancia e hidro densitometría en mujeres de 38 a 60 años de Medellín-Colombia	Aristizábal Rivera, Juan Carlos Olaya Ramírez, Sara M. Giraldo García, Argenis	“Se quiere realizar una comparación entre composición corporal obtenida por bioimpedancia e hidro densitometría en mujeres de Medellín, ambos estudios se aplican en estas mujeres donde se midió el porcentaje de grasa con dos ecuaciones Kotler y Sun. La bioimpedancia pie-pie se midió con báscula Tanita. El análisis estadístico empleó t-Student pareada, error estándar del estimado y prueba Bland-Altman”.	http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/11386

Comparación de 4 métodos para el análisis del porcentaje de grasa corporal: bioimpedancia portátil y fija, antropometría y densitometría ósea en mujeres con índice de masa corporal normal	García Bahena, Beatriz Anaid; Vázquez Enríquez, Verónica Jazmín	“Comparar 4 métodos para diagnosticar el porcentaje de grasa corporal en mujeres jóvenes con IMC normal. En un grupo de 34 de estudiantes femeninas. Los diferentes métodos para determinar la composición corporal son muy diferentes entre sí, cada uno aporta resultados diferentes, DXA es el método que estimó los valores de grasa corporal más elevados y los valores más bajos de masa magra; para el caso de antropometría e InBody los resultados se asemejan, la Tanita es el método que presentó los datos más bajos para grasa corporal y más elevados para masa muscular”.	http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/65251
Efecto de un programa de ejercicios físicos en la composición corporal en población universitaria de Tunja	ENNYTH JULYETH ALVAREZ CHAPARRO OSCAR EDUARDO MUÑOZ PULIDO	“En este proyecto se realiza toma de porcentajes y composición corporal por medio de una báscula inteligente o de bioimpedancia de un solo contacto, como la que se va a utilizar en este proyecto. Esta báscula Beurer BG55 se puede comparar con la Huawei body fat scale”.	https://www.unincca.edu.co/wp-content/uploads/2021/04/Revista-Cientifica-de-UNINCCA.-Vol-22-No.-1.-Enero-Junio-de-2017.pdf#page=177
Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud	MSc. Lidycé Quesada Leyva; Dra. Cirara Cecilia León Ramentol; MSc. José Betancourt Bethencourt; MSc. Elizabeth Nicolau Pestana	“Se abordan los principales aspectos de la bioimpedancia eléctrica como técnica para evaluar la composición corporal. Se presentan los aspectos relacionados con sus ventajas, limitaciones y aplicaciones de la misma. el uso de la impedancia eléctrica para el análisis de la composición corporal se presenta como una técnica no invasiva de gran precisión que en un corto período de tiempo permite obtener datos de manera fiable para la evaluación del estado de hidratación y nutrición tanto en personas sanas como en las enfermas por diversas causas”.	http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102552016000500014
La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de composición	J.R. Alvero-Cruz a, L. Correas Gómez b, M. Ronconi a, R. Fernández	“Se utiliza la bioimpedancia para poder obtener mediciones, permite comprender mejor su utilización y, por tanto, la aplicación estricta de las condiciones de medida, para asegurar la fiabilidad de los	https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668006.pdf

corporal: normas de prácticas de utilización	Vázquez a y J. Porta Manzañido c	resultados obtenidos. Este estudio nos ayuda a entender las normas para obtener unas buenas mediciones”.	
Análisis comparativo entre dos métodos para la evaluación del tejido graso corporal en estudiantes universitarios de la ciudad de Rosario. Antropometría versus Bioimpedancia Eléctrica	Alexia Grass (2021)	“Realizan la comparación entre la antropometría y la BIA utilizando dos marcas comerciales distintas y el método antropométrico, tiene importancia debido a la estimación y comparación que realizan debido a una similitud entre las marcas que se van a utilizar en este proyecto. Con esto se estima una relación de datos tomados”.	http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120188
Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar	M. D. Marrodán Serrano1, M. G. Santos Beneit1, M. S. Mesabio Santurino1, M. D. Cabañas Armesilla2, M. González-Montero Espinosa3, J. L. Pacheco del Cerro4	“Lo que se quiere hacer con este estudio es una comparación entre antropometría por el método de Siri (1961) y bioimpedancia eléctrica (aparato tetrapolar modelo Holtain y bipolares OMRON BF306 y báscula LAICA EP1340). Se usa una población de hombres y mujeres entre 17 y 32 años, se miden con ambos métodos y se tiene una similitud entre ambos resultados. Por otra parte, la diferencia que se evidencio fue de forma individual según el sexo donde predomina el porcentaje de grasa, por esta misma razón se sugiera realizar estándares y los resultados que tomen los diferentes especialistas sean más exactos”.	https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46568832/Tcnicas_analticas_en_el_estudio_de_la_co20160617-29365-1ihali-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1633102837&Signature=LiF9a5vbKx8asesfVjrmvByhZeM1rkNZr0ovK4r8XL0uknxqURegyHUHoZOJ6ujbx8UGd-unuxCRh5hhy9ELS8XtYFQZJA2cBS5TE~RQl~YKBHpaBmCi09rUcw-ogMUdqMTKHdvmcXWBJNFTzZFUubjB~IzT27IIGmnmv9eRMN87D4YaNy1dcFX5-vmjU0Cxcj3--QIvZNN4vyW9wt0ZpUOT~iMU-jPQyCEYqWNsXEKKGz89maj3mV0B8mw3SN7rhf-XKS35QrL9GN0VTWBFvx4x3j-

			T4ns7rQO2a4P5a1 16gPgOvyK6JddT wZHxxz4U71XJL3 Fi6HNTfE4mqRVT Qw__&Key-Pair- Id=APKAJLOHF5 GGSLRBV4ZA
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Protocolo para Utilización de Basculas BIA

Para la medición de Bioimpedancia (BIA) de las diferentes variables que conforman la composición corporal (Peso, masa muscular, porcentaje graso, IMC, tasa metabólica, Nivel de grasa visceral) se debe seguir una metodología que se encuentre estandarizada, esto procura que se pueda utilizar con poblaciones similares. Para estas tomas se tuvieron en cuenta las recomendaciones y normas del autor Alvero-Cruz, J. et al. (2011) que se observan en la Tabla 1. Eso para minimizar los sesgos.

Recomendaciones de uso de la bioimpedancia eléctrica en diferentes situaciones y circunstancias

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

Tabla

1 sobre las recomendaciones para el uso de la Bioimpedancia en diferentes situaciones. Tomado de: Alvero-

Cruz, J., Correas Gómez, L., Ronconi, M., Fernández Vázquez, R. and Porta i Manzañido, J., 2011. *La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización*. [ebook] Sevilla, España: Redalyc, pp.167-175.
<<https://www.redalyc.org/pdf/3233/323327668006.pdf>>

Además de estas recomendaciones se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

1. Orinar 30 minutos antes de la prueba
2. No tomar diuréticos 7 días antes
3. No realizar la bioimpedancia en fase lútea
4. Retirar todo elemento metálico del cuerpo (Relojes, pulseras, piercing, pendientes)
5. Calibración anteriormente de los dispositivos

A consideración se realizarán las tomas de las muestras en horas de la mañana los días martes, miércoles y jueves de cada semana por el tiempo requerido. Las condiciones del entorno serán en espacio cerrado, despejado y con las normas de bioseguridad apropiadas.

Después de verificar estos pasos se recurre a los métodos de bioseguridad:

6. Desinfección de las basculas
7. Correcto uso del cubrebocas
8. Secarse los pies al previo uso de la bascula

Posteriormente se le toma los siguientes datos para ingresarlos en las basculas: Nombre, edad, estatura y Fecha de Nacimiento, ya que son los datos específicos que requieren para iniciar la toma y ajustar la ecuación que no se especifica en el manual. A continuación, el evaluado sube a la báscula Tanita, sosteniendo el módulo en pronación y posicionando correctamente los pies. Durante la toma deben mantener su posición, evitando contacto con algún otro sujeto; al cabo de

un minuto aproximadamente, esta arroja los datos, los cuales son anotados; consiguiente se le indica al sujeto bajarse de la báscula, limpiarse nuevamente los pies y subir a la báscula Huawei, realizando posición anatómica y manteniendo su posición hasta que la aplicación arroje los resultados, los cuales se almacenan por un screenshot. Finalmente se dará por terminada la evaluación de la composición corporal.