

# **Concordancia entre antropometría y bioimpedancia para la estimación del porcentaje graso en adultos (18-59 Años) de la Universidad de Caldas-Manizales**

**Bibiana Hurtado Montes**

Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias para la Salud  
Manizales, Colombia

2021

# **Concordancia entre antropometría y bioimpedancia para la estimación del porcentaje graso en adultos (18-59 años) de la Universidad de Caldas-Manizales**

**Bibiana Hurtado Montes**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Actividad Física para la Salud**

Director:

Evelyn Colina Gallo

MD, PhD Ciencias Biomédicas

Grupo de Investigación:

Nutrición, seguridad alimentaria y metabolismo

Universidad de Caldas

Facultad de Ciencias para la Salud

Manizales, Colombia

2021



*Dedico este trabajo a*

*En primer lugar, a Dios que me ha dado la fortaleza para  
superar los momentos difíciles durante el proceso de la  
investigación.*

*Quiero hacer mención especial a la Doctora Evelyn, quien,  
con su resiliencia, no solo se convirtió en una guía, sino que  
demostró el valor que tiene el sueño de vivir.*



## **Agradecimientos**

A la Universidad de Caldas y sus dependencias, en particular las oficinas de Salud y Seguridad en el Trabajo y, Bienestar Universitario.

## Resumen

En las últimas décadas hay un creciente interés en la evaluación de la composición corporal humana al constituirse en una parte importante de la valoración integral de los individuos. Su uso se ha extendido desde el terreno clínico en las diferentes disciplinas asociadas al cuidado de la salud (medicina, nutrición, fisioterapia), a los terrenos deportivos y poblacionales. Los cambios en la composición corporal, y en este caso en particular el porcentaje graso, puede relacionarse con el bienestar físico o, por el contrario, mostrarse alterado ante innumerables enfermedades. En la literatura científica se han realizado estudios en búsqueda de un método de medición que cumpla con las características de ser de bajo costo, seguro, accesible y fiable; sin embargo, existen discrepancias en los resultados reportados al evaluar los diferentes métodos. **Objetivo:** Evaluar la concordancia entre dos métodos doblemente indirectos de bajo costo y fácil acceso para medir el porcentaje graso de los individuos desde los niveles de atención primaria en salud y su relación con edad, sexo, IMC, nivel de actividad física y horas sedente. **Materiales y Método:** Estudio observacional, no experimental, transversal, relacional. Contó con la participación de 52 personas en el rango de edad de 18 a 59 años, se analizaron en dos grupos etareos 18 a 38 años y mayores o iguales a 39 años pertenecientes a la Universidad de Caldas-Manizales (docentes, estudiantes y trabajadores). Se realizó toma de perímetro de cintura, talla, peso, cálculo del índice de masa corporal, se estimó porcentaje graso por antropometría mediante la toma de cuatro pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco) con Adipòmetro calibrado según edad y sexo con fórmula de Durnin and Womersley para población general y por Análisis de Bioimpedancia Eléctrica-ABE con equipo Biody Expert ZM II, se definió el nivel de actividad física y horas sedentes mediante la aplicación del cuestionario IPAQ corto. La concordancia entre métodos se valoró mediante el índice de correlación concordancia de Lin-CCC y el gráfico de Bland & Alman. **Resultados:** Las medidas de porcentaje graso obtenido por antropometría fueron: 30,5%± 8,5 (grupo de jóvenes) 35,0% ±6,7 (en mayores); por ABE 27,0% ± 7,3 (en jóvenes) y 29,2% ±7,0 (en mayores) con una  $p < 0,0001$  mostrando una buena correlación entre métodos. Estas técnicas mostraron un bajo grado de concordancia con índice de Lin-CCC menores a 0.9 a excepción del reportado en personas jóvenes con actividad física moderada (CCC 0,94). Respecto a las variables analizadas se encontró correlación positiva entre



la edad y el nivel de antropometría ( $p= 0.04$ ) y, edad y el nivel de perímetro de cintura ( $p=0.031$ ).

**Conclusiones:** Los dos métodos demostraron fuerte correlación, pero baja concordancia y solo pueden ser intercambiables en jóvenes con actividad física moderada.

**Palabras clave:** composición corporal, tejido adiposo, impedancia eléctrica, antropometría.

## Abstract

In recent decades there has been a growing interest in the evaluation of human body composition as it constitutes an important part of the comprehensive assessment of individuals. Its use has spread from the clinical field in the different disciplines associated with health care (medicine, nutrition, physiotherapy), to sports and population fields. Changes in body composition, and in this case in particular the fat percentage, can be related to physical well-being or, on the contrary, appear altered in the face of countless diseases. In the scientific literature, studies have been carried out in search of a measurement method that meets the characteristics of being low cost, safe, accessible and reliable; however, there are discrepancies in the results reported when evaluating the different methods. Objective: To evaluate the concordance between two low-cost and easy-access doubly indirect methods to measure the fat percentage of individuals from the levels of primary health care and its relationship with age, sex, BMI, level of physical activity and sitting hours. Materials and Method: Observational, non-experimental, cross-sectional, relational study. It had the participation of 52 people in the age range of 18 to 59 years, they were analyzed in two age groups 18 to 38 years and older or equal to 39 years belonging to the University of Caldas-Manizales (teachers, students and workers) . Measurement of waist perimeter, height, weight, calculation of body mass index was performed, fat percentage was estimated by anthropometry by taking four skin folds (biceps, triceps, subscapular and suprailiac) with Adipometer calibrated according to age and sex with formula of Durnin and Womersley for the general population and by Electrical Bioimpedance Analysis-ABE with Biody Expert ZM II equipment, the level of physical activity and sitting hours were defined by applying the short IPAQ questionnaire. Agreement between methods was assessed using the Lin-CCC concordance correlation index and the Bland & Alman graph. Results: The fat percentage measurements obtained by anthropometry were:  $30.5\% \pm 8.5$  (group of young people)  $35.0\% \pm 6.7$  (in older people); by ABE  $27.0\% \pm 7.3$  (in young people) and  $29.2\% \pm 7.0$  (in older people) with a  $p < 0.0001$  showing a good correlation between methods. These techniques showed a low degree of concordance with the Lin-CCC index less than 0.9, except for that reported in young people with moderate physical activity (CCC 0.94). Regarding the analyzed variables, a positive correlation was found between age and the level of anthropometry ( $p = 0.04$ ) and, age and the level of waist



circumference ( $p = 0.031$ ). Conclusions: The two methods showed strong correlation, but low concordance and can only be interchangeable in young people with moderate physical activity.

**Key words:** body composition, body fat, electrical impedance, anthropometry.





## Tabla de contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	7
Introducción.....	14
Capítulo 1. Planteamiento del Problema.....	17
1.1 Pregunta de Investigación.....	18
1.2 Justificación.....	18
1.3 Hipótesis.....	20
1.3.1 Hipótesis nula.....	20
1.3.2 Hipótesis alternativa.....	20
1.3.3 Hipótesis nula.....	20
1.3.4 Hipótesis alternativa.....	20
1.4 Objetivo General.....	21
1.5 Objetivos Específicos.....	21
1.6 Metodología.....	22
1.6.1 Tipo de Estudio.....	22
1.6.2 Población y Muestra.....	22
1.6.3 Técnicas e Instrumentos.....	26
1.6.4 Procedimiento de Toma de Muestra.....	27
1.6.5 Análisis de Aspectos Éticos.....	31
Capítulo 2. Referente teórico.....	32
2.1 <i>Composición corporal</i> .....	32
2.2 Métodos para Medir la Composición Corporal.....	33
2.2.1 Métodos Indirectos.....	34
2.2.2 Métodos Doblemente Indirectos.....	35
2.3 Porcentaje Graso.....	48
2.4 Actividad Física.....	49
2.4.1 Métodos de Medición de la Actividad Física.....	51



2.5 Antecedentes .....	53
Capítulo 3. Resultados y Discusiones .....	57
3.1 Análisis estadísticos.....	57
3.1.1 Metodología estadística .....	57
3.2 Resultados .....	59
3.2.1 Caracterización de la muestra .....	59
3.2.2 Estadísticas descriptivas.....	59
3.2.3 Estadísticas de correlación .....	63
3.2.4 Concordancia de los métodos objeto de estudio para valorar la composición corporal.....	66
3.2.5 Potencia de la prueba.....	70
3.3 Discusión .....	70
3.3.1 IMC.....	71
3.3.2 Perímetro de cintura .....	72
3.3.3 Actividad Física.....	72
3.3.4 Horas sedente .....	72
3.3.5 Porcentaje grasa.....	73
Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones .....	76
4.1 Conclusiones .....	76
4.2 Recomendaciones .....	77
4.3 Fortalezas .....	78
4.4 Debilidades .....	78
5. Anexos .....	79
Referencias Bibliográficas.....	106



## Lista de Tablas

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de Variables .....	23
Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos indirectos .....	34
Tabla 3. Categorización del IMC según la OMS .....	36
Tabla 4. Referentes del perímetro de cintura según la Asociación Internacional de diabetes IDF.....	40
Tabla 5. Coeficientes C y M para la suma de los cuatro pliegues recogidos en las tablas de Durnin y Womersley .....	42
Tabla 6. Variables predictoras empleadas frecuentemente para análisis de bioimpedancia eléctrica.....	47
Tabla 7. Interpretación de los Niveles de Porcentaje Graso .....	49
Tabla 8. Grado de concordancia según valor del coeficiente de Lin .....	58
Tabla 9. Estadísticos para las variables cuantitativas, discriminadas por grupo de edad .....	61
Tabla 10. Nivel del IMC y de la actividad física discriminadas por grupo de edad .....	61
Tabla 11. Correlación entre variables para personas con edades entre 18 y 38 años..	63
Tabla 12. Correlación entre variables para personas de 39 o más años .....	64
Tabla 13. Prueba chi cuadrado de la edad categorizada contra las demás variables (Pvalor).....	64
Tabla 14. Prueba chi cuadrado de Nivel de antropometría o Nivel de Bioimpedancia categorizadas, contra las demás variables (Pvalor) .....	65
Tabla 15. Coeficiente de concordancia de Lin .....	67

## Lista de Figuras

Figura 1. Toma de talla y peso .....	29
Figura 2. Toma de pliegues.....	30
Figura 3. Toma de bioimpedancia .....	30
Figura 4. Perímetro de la cintura .....	38
Figura 5. Sitio de toma de pliegues .....	44
Figura 6. Herramientas de evaluación de la actividad física. ....	52
Figura 7. Frecuencias discriminadas por grupo de edad y sexo .....	60
Figura 8. Porcentaje graso y perímetro de cintura discriminadas por grupo de edad ...	62
Figura 9. Concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas de 18 a 38 años.....	68
Figura 10. Concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas con 39 y más años.....	69
Figura 11. Gráfico de Bland y Alman para concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas de 18 a 38 años (gráfico realizado con el software estadístico Statstodo) .....	69
Figura 12. Gráfico de Bland y Alman para concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas con 39 y más años. ....	70

## Lista de Anexos

Anexo 1. Banner para convocar la participación en el proyecto .....	79
Anexo 2. Hoja de información consentimiento informado.....	80
Anexo 3. Carta de Aprobación del Comité de Ética.....	83
Anexo 4. Firma del consentimiento informado.....	84
Anexo 5. Cuestionario para la entrevista.....	85
Anexo 6. Formato de toma de medidas .....	87
Anexo 7. Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) .....	88
Anexo 8. Correo confirmatorio de cita y condiciones de toma de muestra .....	91
Anexo 9. Recomendaciones frente a la infección por sars-cov-2 para los participantes.....	92
Anexo 10. Protocolo de evaluación antropométrica .....	95
Anexo 11. Ficha Técnica del Skyndex System I.....	100
Anexo 12. Protocolo de evaluación bioimpedancia eléctrica .....	102
Anexo 13. Ficha Técnica del Budy XperT ZM II LOT 2020-B SN 3129.....	104
Anexo 14. Reporte para el paciente (Vista frontal) .....	105

# Introducción

¿Qué es la composición corporal y por qué es de interés en salud?

El estudio de la composición corporal es la evaluación de los componentes corporales (masa grasa y masa libre de grasa) en relación con el peso corporal total, se ha considerado como una buena expresión de los efectos relacionados con la dieta, la actividad física, las enfermedades sufridas durante la vida y finalmente por los cambios y adaptaciones relacionadas con el ambiente. Se cuenta con múltiples métodos para la evaluación de la composición corporal que varían en acceso, costo y seguridad. (1)

En la actualidad a nivel mundial, suceden cambios importantes en los hábitos y estilos de vida, caracterizados por insuficiente actividad física, dietas ricas en grasas saturadas, azúcares refinadas y pobres en micronutrientes; elementos que combinados con la creciente oferta de tecnologías de la información y las comunicaciones que favorece la pobre actividad física y el aumento del comportamiento sedente, se han asociado con el incremento de las enfermedades crónicas no transmisibles-ECNT. Las ECNT se relacionan con aumento de la morbimortalidad y el empobrecimiento de la calidad de la salud de la población en todos los niveles socioeconómicos, a lo largo de todo el ciclo vital (2). En el plan de acción mundial para la prevención y el control de las ECNT se plantea que la intervención sobre factores de riesgo comunes, como el tabaquismo, la dieta malsana, la inactividad física y el uso nocivo del alcohol podría lograr una reducción de 25% en la mortalidad global por enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer y enfermedades respiratorias para el año 2025 (2).

Se propone que la prevención es la herramienta más valiosa y viable para el control de la doble carga de la malnutrición y la falta de actividad física, que juntos imponen un elevado costo para los sistemas de salud, en especial en países pobres y/o subdesarrollados (2). Las políticas sanitarias que crean entornos propicios para asegurar el acceso y disponibilidad de opciones saludables son esenciales para motivar a las personas a que adopten y mantengan comportamientos sanos.

La poca demanda de actividad física de la vida moderna, el aumento del tiempo sedente, acelera los procesos de deterioro de las capacidades humanas y cambia la composición corporal (CC),



eso se debe fundamentalmente a dos situaciones que suceden de manera simultánea: la disminución del gasto diario de energía con aumento del peso progresivo, en particular de la masa grasa y la no menos relevante falta de desarrollo muscular en la infancia, afectando el adecuado desarrollo de los individuos, situación que se asocia a la pérdida de la masa muscular en la vida adulta que está relacionada con enfermedades como la sarcopenia (3).

En el Global Burden of Disease Study 2017 (4), reporta que, a nivel mundial el 61% de muertes, el 48.3% de años de vida ajustados por discapacidad-AVAD se atribuyeron a factores como hipertensión arterial en primer lugar, seguido del tabaquismo, en un tercer y cuarto puesto sobresalen los niveles altos de glucosa plasmática en ayunas y el alto índice de masa corporal.

Por lo tanto, contar con un método para evaluar la composición corporal de bajo costo, de fácil uso, que requiera un mínimo de entrenamiento, que pueda ser aplicado desde los niveles primarios de atención en salud, confiable y seguro representaría un gran avance en la evaluación integral del individuo, en particular si podemos aproximarnos al contenido del porcentaje graso, componente directamente relacionado como factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

Además, la oportunidad de realizar una evaluación completa y precisa desde el primer acercamiento de las personas en el nivel de atención primaria en salud, favorece el proceso de planeación de la atención tanto individual como general, acercándose al cumplimiento de las metas propuestas a nivel internacional de reducción de la mortalidad prematura, del Plan Mundial de Acción 2013-2025 donde se plantea una disminución relativa de un 25% por enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes o enfermedades respiratorias crónicas (5).

Se cuenta con diferentes métodos para realizar la evaluación de la composición corporal y en especial del porcentaje graso, hay métodos considerados precisos y exactos para medir los diferentes componentes corporales, pero presentan limitaciones para el uso de manera ambulatoria y poblacional sea por los costos y/o requerimientos tecnológicos; por otro lado, hay métodos menos precisos, pero que tiene ventajas del bajo costo o pocos requerimientos (6). En el presente estudio el objetivo fue aportar en la discusión sobre el grado de concordancia entre los métodos doblemente indirectos y evaluar si se pueden utilizar de manera indistinta.

Se propuso hacer un estudio transversal, relacional para evaluar el nivel de concordancia entre el cálculo del porcentaje graso por antropometría ANT y análisis de bioimpedancia eléctrica ABE



en la población entre 18 y 59 años de la Universidad de Caldas y su relación con las variables edad, sexo, nivel de actividad física, perímetro abdominal, IMC y horas sedentes.



## Capítulo 1. Planteamiento del Problema

Los procesos de transformación social, económicos y demográficos ocurridos en los últimos treinta años han generado cambios importantes en los parámetros alimentarios y en los patrones de actividad física, como consecuencia se observa un incremento de enfermedades relacionadas con la alimentación: obesidad, sobrepeso, desnutrición, diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares, osteoarticulares y cáncer (7,8).

La determinación del porcentaje de tejido graso en la evaluación de la composición corporal, permite avanzar en el reconocimiento de uno de los factores de riesgo modificables más importantes, como lo es el exceso de tejido graso, que al ser intervenido ha demostrado sus beneficios en el control de la aparición y evolución de las enfermedades crónicas no transmisibles (9): entonces, la posibilidad de realizarse desde los niveles primarios y ambulatorios de salud sería muy importante, sin depender únicamente del IMC (7). Se ha encontrado una buena asociación entre este índice y la adiposidad total, pero el IMC, se encuentra influenciada por el sexo, la raza y la edad lo que genera pérdida de la confiabilidad en este método, lo que conlleva a falsos positivos o negativos (8).

Se ha avanzado mucho desde el punto de vista tecnológico y se cuenta con exámenes como la absorciometría de rayos X de energía dual-DEXA, la resonancia magnética nuclear, la hidrodensitometría, que permiten exactitud en el cálculo de la cantidad y distribución de la grasa corporal, pero son técnicas de alto costo y difícil acceso, incluso de riesgo si se aplican en estudios poblacionales o de manera regular (10).

Es por esto, que contar con una herramienta confiable y precisa para la medición del porcentaje graso es de particular importancia. Contar con métodos como la antropometría y el análisis de la bioimpedancia eléctrica, que tienen las ventajas de ser de bajo costo, fácil transporte, y no requerir un entrenamiento muy especializado, permite que la población pueda ser valorada por todo el personal de salud, con el fin de detectar e intervenir oportunamente los factores de riesgo modificables en la población.



La literatura científica cuenta con estudios en los que se evalúa la concordancia en particular entre estos dos métodos. Sin embargo, estos se han realizado en poblaciones muy específicas (mujeres, militares o personas con diversas enfermedades) lo que dificulta extrapolar los resultados a la población general lo que produce discrepancias. Es así como algunos estudios encuentran concordancia entre estos dos métodos (11–13), mientras otros, por el contrario, encuentran diferencias importantes en los resultados y recomiendan no usarlos indistintamente ya que se puede incurrir en errores de evaluación afectando las intervenciones individuales o poblacionales (14–17).

Con el presente estudio se buscó aportar a la discusión sobre el nivel de concordancia que existe entre la valoración del porcentaje graso medido por antropometría y por análisis de bioimpedancia eléctrica ofreciendo argumentos para la discusión de la problemática.

## 1.1 Pregunta de Investigación

¿Existe concordancia entre la bioimpedancia eléctrica y la antropometría para determinar el porcentaje graso corporal?

## 1.2 Justificación

En Colombia, según el informe del ENSIN 2015 (18) ha sucedido un aumento gradual en el porcentaje de personas con exceso de peso, ya que entre los años 2010 y 2015 pasó de un 51.2% a un 56.5%; siendo más notorio en las mujeres donde el porcentaje cambió de 52.8 a 59.6%.

Hace más de 60 años, el riesgo cardiovascular se ha asociado con la distribución de la masa grasa, ubicando el riesgo en la grasa visceral, ya que la grasa subcutánea se considera el reservorio natural de la energía. Cuando se excede la ingesta o se disminuye el consumo de energía, esta se acumula en el omento y entre las vísceras, en donde la grasa tiene un comportamiento desde el punto metabólico e inmunológico distinto, produciendo sustancias



proinflamatorias y protrombóticas que, finalmente, incrementan el riesgo cardiovascular. Las mujeres presentan un comportamiento más favorable, que se pierde con la menopausia (19).

Ya definida la importancia de lograr las metas de identificar tempranamente la acumulación de grasa corporal, se propone como estrategia contar en la práctica clínica con herramientas que cumplan las siguientes características: 1. que puedan ser aplicadas en la consulta diaria al ser accesibles (contar con ellas en el consultorio); 2. ser sencillas para la toma, no ser invasivas, ser reproducible y fácil de aceptar por el paciente como parte de su examen clínico regular, idealmente con bajo costo que pueda ser asumido por el sistema de salud y por los profesionales de salud (tiempos de realización); 3. finalmente que cuente con la evidencia suficiente de su utilidad para este fin (20).

Si se cumple con el objetivo de identificar un método acorde a las necesidades, se favorece la identificación temprana de alteraciones de la composición corporal, en especial de aumentos en el porcentaje graso que puede derivar a mediano y largo plazo en múltiples enfermedades como diabetes y problemas osteomusculares (21). En la actualidad la valoración es limitada debido a que, en la mayoría de centros de atención básica solo se cuenta con métodos antropométricos básicos que tienen muchos sesgos y son operador dependiente (22).

Debe tenerse en cuenta que hay factores asociados a cambios en la composición corporal con el proceso normal de envejecimiento, con los estilos de vida y con algunas enfermedades metabólicas y endocrinas (23).

Aportar a la solución de la disyuntiva sobre el nivel de concordancia entre métodos y poder realizar recomendaciones sobre el instrumento más adecuado para detectar de manera temprana alteraciones de la composición corporal, sería valioso desde la atención primaria en salud.



## **1.3 Hipótesis**

### ***1.3.1 Hipótesis nula***

No existe concordancia entre la medición del porcentaje graso corporal estimada por análisis de bioimpedancia eléctrica y por medidas antropométricas.

### ***1.3.2 Hipótesis alternativa***

Existe concordancia entre la medición del porcentaje graso corporal por análisis de bioimpedancia eléctrica y por medidas antropométricas.

### ***1.3.3 Hipótesis nula***

No existe variación en la concordancia entre métodos con alguna de las variables contempladas.

### ***1.3.4 Hipótesis alternativa***

Existe variación en la concordancia entre métodos con alguna de las variables contempladas.



## 1.4 Objetivo General

Establecer la concordancia en el porcentaje graso determinado por bioimpedancia eléctrica y por medidas antropométricas y su relación con variables como edad, sexo, IMC, nivel de actividad física y horas sedentes, en población adulta entre 18 y 59 años de la Universidad de Caldas.

## 1.5 Objetivos Específicos

- a) Determinar las características sociodemográficas de la población estudiada: edad y sexo.
- b) Determinar índice de masa corporal y perímetro de cintura.
- c) Estimar el porcentaje graso por análisis de bioimpedancia eléctrica.
- d) Calcular el porcentaje graso por antropometría mediante la toma de cuatro pliegues con adipómetro calibrado según edad y sexo y por fórmula de Durnin y Womersley para población general.
- e) Establecer del nivel de actividad física y horas sedente.
- f) Determinar el nivel de concordancia del porcentaje graso obtenido con bioimpedancia y antropometría.
- g) Determinar la concordancia entre los dos métodos diferenciados por variables de edad, sexo, nivel de IMC, perímetro de cintura, nivel de actividad física y horas sedente.



## 1.6 Metodología

### 1.6.1 Tipo de Estudio

Observacional, no experimental, transversal, relacional.

### 1.6.2 Población y Muestra

Se convocó a la población adulta entre 18 y 59 años de la Universidad de Caldas – Manizales perteneciente a las diferentes instancias: docentes, trabajadores y estudiantes. Se recolectó una muestra de 55 personas de las cuales, 52 cumplieron los criterios de inclusión.

#### 1.6.2.1 Criterios de Inclusión y Exclusión.

**Inclusión:** Personas entre los 18 y 59 años que pertenecen a la comunidad de la Universidad de Caldas.

**Exclusión:** Personas que a la fecha de la toma de muestra presentan edemas.

Mujeres en estado de gestación o durante el período menstrual.

Personas con amputaciones de extremidades.

Uso regular de medicamentos como diuréticos o glucocorticoides.

Presencia de parálisis de las extremidades de cualquier origen.

Presencia de equipos electrónicos implantados (marcapasos o resincronizadores) o portátiles como espirómetros.

Presencia de prótesis tanto médicas como cosméticas.

Presencia de lesiones activas en piel o heridas.

**Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de Variables**

Nombre	Indicador	Valores finales	Tipo de variable
<b>SOCIODEMOGRÁFICAS:</b>			
Edad	Edad cronológica calculada a partir de la fecha de nacimiento y la fecha de la evaluación de la persona.	Número de años cumplidos	Numérica Razón Continua
Sexo	Características sexuales fenotípicas que los identifican.	Hombre Mujer	Cualitativa Nominal Dicotómica
<b>MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS</b>			
Peso	Masa total del individuo medida en kilogramos mediante báscula pesa-personas con precisión de 100 gr.	Número de Kilogramos	Numérica De razón Continua
Talla	Estatura del individuo medidas con estadiómetro marca Seca 201 con precisión de 1cm	Número de metros	Numérica de razón Continua
IMC	Relación entre el peso y la estatura, calculada por fórmula: $\text{Peso (kg)} / \text{talla (m}^2\text{)}$ . Se ordenan en 6 categorías: Bajo peso: < de 18.5 Normo peso: 18.5-24.9 Sobre peso: 25-29.9 Obesidad Grado 1: 30-35.9 Obesidad Grado 2: 35 -39.9 y Obesidad Grado 3: > o = a 40	Razón de $\text{kg/m}^2$	Categórica Ordinal politémica
PERÍMETRO CINTURA MEDIA: protocolo ver anexo	Se realizará con cinta métrica no flexible marca Lufkyn® con precisión de un milímetro	Número de cm	Numérica De razón Continua

Nombre	Indicador	Valores finales	Tipo de variable
	Categorías: Normal Hombre $\leq 90$ cm Mujer $\leq 80$ cm		
<b>PLIEGUE BICIPITAL:</b> protocolo ver anexo	Medición de la grasa subcutánea a nivel del punto medio del brazo sobre el área del músculo bíceps derecho. Se medirá con Adipómetro marca Skyndex II® con precisión 1 mm	Número de mm	Numérica De razón Continua
<b>PLIEGUE TRICIPITAL:</b> protocolo ver anexo	Medición de la grasa subcutánea a nivel del punto medio del brazo sobre el área del músculo tríceps derecho. Se medirá con Adipómetro marca Skyndex II® con precisión 1 mm	Número de mm	Numérica De razón Continua
<b>PLIEGUE SUBESCAPULAR:</b> protocolo ver anexo	Medición de la grasa subcutánea a nivel de la punta de la escápula derecha. Se medirá con Adipómetro marca Skyndex II® con precisión 1 mm	Número de mm	Numérica De razón Continua
<b>PLIEGUE SUPRA ILIACO:</b> protocolo ver anexo	Medición de la grasa subcutánea a nivel de la intersección de la cresta suprailíaca derecha con el punto medio axilar derecho. Se medirá con Adipómetro marca Skyndex II® con precisión 1 mm	Número de mm	Numérica De razón Continua
<b>PORCENTAJE GRASO CALCULADO POR ANTROPOMETRÍA</b>	Reportado por el Adipómetro marca Skyndex II® con precisión 1 mm según la fórmula de Durnin and Womersley, 1973.	Porcentaje de grasa	Numérica De razón Continua
<b>ANALISIS DE BIOIMPEDANCIA ELECTRICA-ABE</b>			
<b>PORCENTAJE GRASO POR BIOIMPEDANCIA</b>	Estimada mediante fórmula interna de un Bioimpedanciómetro marca Budy Xpert ZM II LOT 2020-B SN 3129 precisión de 1%	%	Numérica De razón Continua





Nombre	Indicador	Valores finales	Tipo de variable
ACTIVIDAD FÍSICA	Estimación del nivel de actividad física mediante la aplicación del Cuestionario International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), en su versión corta.	Nivel bajo o inactivo Nivel moderado Nivel alto	Categórica Ordinal Politémica

Fuente: Elaboración propia.

### **1.6.3 Técnicas e Instrumentos**

#### **1.6.3.1 Técnicas.**

- Entrevista personal estructurada para la toma de datos de identificación y antecedentes que afecten o invaliden el estudio de bioimpedancia eléctrica.
- Toma de las medidas antropométricas, peso, talla, perímetro de cintura según protocolos de la Sociedad Internacional para el avance de la Cineantropometría-ISAK (Ver anexo 9).
- Toma de pliegues según protocolo de ISAK para la marcación e identificación del sitio para la toma de los pliegues. Cálculo del porcentaje graso de manera automática por el equipo SKYNDEX SYSTEM I calibrado según edad y sexo y por fórmula de Durnin and Womersley para población general. (Ver anexo 9).
- Realización de bioimpedancia eléctrica según protocolos de Gonzales-Correa y otros en 2012 (24) y según recomendaciones del fabricante (25) (Ver anexo 11).
- De los diferentes modelos propuestos para el análisis de la composición corporal se seleccionó el propuesto por Behnke (26), donde el peso está representado por dos componentes (masa grasa y masas libre de grasa). De las técnicas antropométricas se seleccionaron peso, talla para cálculo de IMC, perímetro de cintura y medición de pliegues cutáneos con la aplicación de la fórmula de Durning -Womersley para cálculo de densidad y Siri global para la estimación del porcentaje graso. Para el método de análisis de bioimpedancia se utilizó el equipo Biody Expert de la empresa francesa Ambigram por ser un equipo multifrecuencia de fácil uso desde el punto de vista técnico y por ser portátil.
- Categorización y reporte del nivel de porcentaje graso según los estudios de Gallagher y col. (27). Se decidió utilizar los niveles de porcentaje graso propuestos por Gallagher y col. porque fue realizado en diferentes grupos étnicos.

#### **1.6.3.2 Instrumentos.**

- Formato de información del proyecto (Ver anexo 1).



- Formato de consentimiento informado (Ver anexo 3).
- Formato de Cuestionario para la entrevista (Ver anexo 4).
- Cuestionario IPAQ-corto validado (Ver anexo 6).
- Balanza y estadiómetro marca Seca 201® con precisión de 100 gr y 1 cm respectivamente con cálculo automático del IMC.
- Cinta métrica no flexible marca Lufkyn® con precisión de un milímetro.
- Adipómetro marca Skyndex II® con precisión 1 mm (Ver anexo 10).
- Bioimpedanciómetro marca Biotan Xpert ZM II LOT 2020-B SN 3129 (Ver anexo 12).

#### **1.6.4 Procedimiento de Toma de Muestra**

Después de la aprobación por el Comité de ética de la Universidad de Caldas se adecuó el laboratorio del grupo de Investigación del grupo de Nutrición Seguridad Alimentaria y Metabolismo ubicado en la sede central en el laboratorio E-204; para el inicio de la toma de muestra se diseñó, presentó y se obtuvo la aprobación del protocolo de Bioseguridad específico para el laboratorio siguiendo los lineamientos del Protocolo General de Bioseguridad de la Universidad, recibiendo el apoyo de las oficinas de Salud y Seguridad en el trabajo, Planeación y la ARL quienes realizaron acompañamiento durante todo el proceso y, finalmente, dieron el visto bueno. El proceso permitió la toma de muestra de manera segura durante el período de amenaza por la infección por SARC Cov-2.

A partir de este momento se realizó la convocatoria a toda la comunidad universitaria mediante banner que se envió por los correos institucionales de los funcionarios, mediante la oficina de prensa y por convocatoria abierta (Ver anexo 1).

Enlace de acceso al formulario de inscripción:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSe4xxxPuOksVeXTBMOjzHY01wu7rK52pcRbREGxfYPwtc88yw/viewform>



Las personas que contestaron el formulario de inscripción fueron contactadas telefónicamente y se explicó con suficiencia los objetivos del estudio, la importancia de los resultados para el individuo y a nivel de diagnóstico colectivo y, se les invitó a participar; cuando se obtuvo el consentimiento verbal se les explicó las condiciones de toma de muestra y aceptaron poder cumplir con las recomendaciones, con lo cual se pasó a programar la cita. Todos los participantes fueron programados entre las 14:00 y las 18:00 horas.

Después de conciliar la cita con cada participante se solicitaron los permisos a las diferentes instancias de la Universidad tras lo cual se le envió a cada participante al correo personal la confirmación de la cita y se recordó las condiciones de toma de muestra a las que se comprometieron cumplir. El modelo del correo fue homogéneo para todos los participantes (Ver anexo 8). En el mismo correo se le enviaron recomendaciones relacionada con las medidas de protección frente a la infección por SARS-CoV-2. Ver anexo 8.

Al momento de toma de muestra se realiza la ruta establecida en el Protocolo de Bioseguridad y previa firma del consentimiento informado, diligenciamiento de la hoja de entrevista y del formulario IPAQ-c, se realiza la toma de la antropometría previa evacuación de la vejiga; la toma de todas las medidas fue realizada por el investigador.

Toma de peso y talla con estadiómetro digital marca Seca 201® con cálculo automático del IMC según protocolo (Ver anexo 9).

**Figura 1. Toma de talla y peso**



Fuente: Propia.

Medición de perímetro de Cintura con cinta métrica flexible no elástica, metálica, estrecha marca Lufkin®, seguida de la toma de los pliegues cutáneos, con marcación y técnica para toma del pliegues según protocolo ISAK; paso seguido, toma de los pliegues con el Skyndex I ® SM1000A con la fórmula Durnin 4-Site (28)(29).

**Figura 2. Toma de pliegues**



Fuente: Propia.

Se continúa con la toma de bioimpedancia con equipo Biody Expert ® según las instrucciones del fabricante y se le incluyeron los datos solicitados por el equipo, sexo, edad, estatura y peso corporal.

**Figura 3. Toma de bioimpedancia**



Fuente: Propia.

Se establecieron las categorías de adiposidad como BAJO, NORMAL, ALTO y MUY ALTO en base al porcentaje de grasa corporal según los parámetros de los fabricantes del analizador de bioimpedancia (25), mismos que se basan en el trabajo de Gallagher y colaboradores (30).

Finalmente, se le entrega al participante informe escrito de los resultados (ver anexo 13), se da lectura de los resultados explicando de manera gráfica los niveles de porcentaje grasa y la normalidad. Se da información sobre las metas de cada una de las variables.

Al salir del laboratorio se entrega refrigerio y se agradece la participación.

### ***1.6.5 Análisis de Aspectos Éticos***

Desde el punto de vista ético el estudio cumple con la normatividad internacional en Investigación biomédica de la Declaración de Helsinki (31), la cual se conoce por la Asociación Médica Mundial como un cuerpo de principios éticos que guían a la comunidad médica y a otras personas dedicadas a la experimentación con seres humanos; y con la normatividad nacional según la Resolución 8430 de 1993 la cual establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en Colombia.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Caldas el día 26 de agosto de 2020 con el consecutivo CBCS-070 mediante Acta 014 de 2020 y se considera una investigación con RIESGO MÍNIMO (Ver anexo 2).

## Capítulo 2. Referente teórico

### 2.1 *Composición corporal*

Wang y cols. (32) definieron la composición corporal como “la rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes del cuerpo, las relaciones cuantitativas y los cambios de estos relacionados con factores que los influencia”. Los estudios de composición corporal son de interés para realizar una aproximación en la comprensión de las variaciones que sufre el cuerpo con procesos fisiológicos como el crecimiento, envejecimiento y que se ven afectados por factores como el sexo y la etnia. También refleja los cambios que se originan como resultado de la actividad física y el balance energético y los estados patológicos (10)(23).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en Ginebra 2003, definió la composición corporal como: “condición del cuerpo, resultante del equilibrio de ingesta, absorción, utilización de nutrientes y la influencia del estado fisiológico y patológico particular” (33).

La composición corporal puede tener interés por sus diferentes aplicaciones:

- a. Evaluación del consumo y utilización de nutrientes que definen el estado nutricional de un individuo y las enfermedades que lo pueden afectar.
- b. Valoración de la masa muscular y su relación con la sarcopenia y la obesidad sarcopènica (10)
- c. Relación entre el aumento del porcentaje graso corporal, especialmente el de ubicación visceral y su asociación con insulinoresistencia (34,35).
- d. Valoración y seguimiento de las medidas de desempeño físico del funcionamiento especialmente en ancianos (36).





Se considera que también tiene interés poblacional ya que favorece identificar grupos de riesgo, sea por déficit nutricionales o asociados a la pandemia de obesidad y sus factores determinantes con el objetivo de planear estrategias para controlar o retrasar la aparición de enfermedades relacionadas con esta patología, como son trastornos cardiovasculares, metabólicos y endocrinos (37).

## 2.2 Métodos para Medir la Composición Corporal

Existen varios métodos para medir la composición corporal, estos pueden dividirse en tres niveles según Martín y Drinkwater (1991):

**Métodos directos:** Se cuenta con el método cadavérico.

**Métodos indirectos:** Miden un parámetro y lo utilizan para estimar uno o más componentes. Se subdividen en: -Métodos físicos (se utiliza una cámara presurizada para calcular el volumen corporal): Plemistografía acústica, desplazamiento de aire, gases solubles en grasa, dilución en helio. -Métodos químicos (se calcula la masa grasa gracias a productos o elementos químicos): dilución isotópica, espectrometría de rayos gamma, activación de neutrones, espectrometría fotónica, excreción de creatinina. -Métodos de exploración de la imagen: radiología convencional, ultrasonido, tomografía axial computarizada-TAC, absorciometría de rayos X de energía dual-DEXA, resonancia magnética nuclear-RMN. Los métodos densimétricos son considerados el referente para validar el resto de los métodos, y los más usados a nivel de laboratorio para estimar el modelo de dos componentes.

**Métodos doblemente indirectos:** Se aplican ecuaciones derivadas de algún otro método indirecto.

- Análisis de Bioimpedancia eléctrica-ABE.

- Técnicas antropométricas: se subdividen en -Índices de adiposidad: índice cintura / cadera, índice de masa corporal, índice ponderal. -Métodos Antropométricos: perímetro de la cintura y pliegues cutáneos (38)(39).

Otro aspecto a tener en cuenta para definir el método más adecuado es si el método es de campo (ambientes con mínimo equipamiento) o de laboratorio (requerimientos técnicos y tecnológicos) (6).

### 2.2.1 Métodos Indirectos

A continuación, se ofrece una tabla con los principales métodos indirectos, sus ventajas y desventajas.

**Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos indirectos**

TECNICA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Absorciometría de rayos X de doble energía-DEXA. Considerado actualmente el método de referencia por su alta fiabilidad y precisión	Preciso Rápido Reproducible para evaluar masa grasa, la masa muscular y la masa mineral ósea. puede medir tanto la grasa subcutánea como la visceral y permite realizar medias segmentarias (40).	No portátil Exposición a la radiación (incluso baja) (< 0.1 microGy) Su validez se ve comprometida en adultos muy delgados u obesos, en personas con talla superior a 1.90 m y anchura, incluyendo los brazos, de más de 58 cm y definitivamente es muy costoso para el uso general (41).
Tomografía computarizada de cuerpo entero TAC	Composición de alta precisión Evaluación de la masa libre de grasa mediante análisis regional. Valoración de la grasa subcutánea y la grasa visceral Utilizan imágenes transversales de alta resolución para cuantificar directamente la composición corporal a nivel de tejido. Utiliza la escala de densidad tisular de Hounsfield para diferenciar el tipo de tejido graso.. Permite medir la grasa infiltrada en el musculo	No es portable Software específico requerido para la evaluación de masa libre de grasa. Costoso Dosis de radiación ionizante, particularmente con escaneos repetidos Costo del instrumento
Resonancia magnética Ultrasónica	Utilizan imágenes transversales de alta resolución para cuantificar directamente la composición corporal a nivel de tejido. La técnica de imagen separadas por agua y grasa permite obtener imágenes cuantitativas de grasa y distinguir el músculo esquelético y grasa visceral. Alta precisión. Sin exposición a la radiación(42)	Claustrofobia Ruido acústico Mayor tiempo de adquisición de imágenes Muy costoso Limitado por la presencia de marcapasos, clips quirúrgicos, prótesis y objetos metálicos y prótesis cardiacas Necesidad de software específico(6)
Ultrasonido	Bajo costo No invasiva Procedimiento rápido	Requiere experiencia Ausencia de procedimiento y medición estandarizados. Posibilidad de artefactos.
Pletismografía por desplazamiento de aire,	Estima la composición corporal indirectamente a través del volumen de aire que desplaza dentro de una cámara cerrada elevada precisión y fiabilidad, es rápido y fácil de usar.	Necesidades técnicas muy complejas

Fuente: Elaboración propia.

## **2.2.2 Métodos Doblemente Indirectos**

Las medidas doblemente indirectas son de bajo costo, los materiales que requieren son de fácil adquisición, disponen de protocolos estructurados y con buen entrenamiento pueden ser de fácil ejecución, no invasivo y después de un entrenamiento adecuado pueden demandar poco tiempo del evaluador. A continuación, se describen la característica, ventajas y desventajas de estos métodos.

### **2.2.2.1 Antropometría.**

La antropometría, hace referencia a las medidas del tamaño y las proporciones del cuerpo humano. Es una herramienta utilizada en nutrición clínica para valorar entre otras, las características físicas a lo largo de la vida del individuo, permitiendo asociarlas al proceso del crecimiento, envejecimiento, cambios nutricionales, la práctica o no de actividad física; también permite evaluar las respuestas a tratamientos, resultando ser muy útil para identificar potenciales riesgos para la salud (6,38,43).

#### **2.2.2.1.1 Índice de Masa Corporal.**

El Índice de masa corporal-IMC, es la relación entre el peso en kilogramos, altura en metros al cuadrado y en unidad  $\text{kg/m}^2$ . Es aceptado por organismos internacionales como la Organización mundial de la salud-OMS, Centros para el Control y Prevención de Enfermedades-CDC, y el Instituto Nacional de Salud Americano-NIH, para determinar el estado nutricional de las poblaciones y su relación con riesgos para la salud. Es un índice fácil de medir, sin requerimientos especiales de habilidad o experiencia del operador, requiere equipos que son parte de la dotación de los consultorios de atención primaria casi a todo nivel: pesa y tallímetro.

Lleva más de un siglo vigente, después de ser descrito por Adolph Quetelec en 1835 y constituye una herramienta útil para valorar adiposidad corporal y estado nutricional del individuo (44).

A comienzos del siglo XXI a pesar de ser reconocida la relación entre obesidad y el aumento de la prevalencia de varias patologías, son las aseguradoras quienes llaman la atención sobre la relación entre los individuos con peso superior al 20% del “ideal” relacionado con la talla, o el IMC, con la mayor mortalidad(45). La OMS en conjunto con el Instituto Nacional de Salud Americano-NIH, recomendaron una clasificación que aún se usa en la actualidad del Índice de Masa Corporal IMC (46).

**Tabla 3. Categorización del IMC según la OMS**

<b>NOMINACIÓN</b>	<b>RANGO</b>
Bajo peso	menor a 18.5 kg/-m <sup>2</sup>
Peso normal	18.5 a 24.9 Kg/ m <sup>2</sup>
Sobrepeso o pre-obesidad	25-29.9 Kg/ m <sup>2</sup>
Obesidad grado 1	30-34.9 Kg/ m <sup>2</sup>
Obesidad grado 2	35.0 – 39.9 Kg/ m <sup>2</sup>
Obesidad grado 3	más de 40 kg/ m <sup>2</sup>

Fuente: OMS.

Para las dos instituciones OMS y NIH, el rango entre 18.5 y 24.9 Kg/ m<sup>2</sup> se considera como peso normal o saludable y es el que se usa como estándar para análisis estadísticos.

- **Ventajas**

El Índice de Masa Corporal-IMC tiene como ventaja el ser una medida fácil de fácil uso, bajo costo, rápida aplicación y de amplio uso, además ha sido utilizada y avalada en múltiples estudios poblacionales. Sin embargo, se debe considerar solo el primer paso en la valoración integral de los pacientes (47). En el metaanálisis realizado en 2016 en cuatro continentes encontraron

asociaciones ampliamente consistentes de sobrepeso y obesidad calculado por el índice de masa corporal y una mayor mortalidad por todas las causas (48).

- **Limitaciones**

Aunque el IMC es altamente utilizado y aceptado como la primera herramienta en estudios poblacionales, tiene algunas limitaciones que deben ser tenidas en cuenta al momento de la selección del método. La primera es que no puede distinguir entre masa grasa y masa libre de grasa, donde están incluidos la masa muscular y ósea, circunstancia que puede hacer pasar por alto el contenido muscular y de hueso que tiene gran importancia como reguladores del metabolismo y de partícipes activos del mantenimiento de la salud (49)(50). De la misma manera, su exactitud diagnóstica varía en diferentes razas y etnias. No se sabe de las implicaciones clínicas de las diferencias interraciales y de los puntos de corte que pueden diferir en función de la raza o etnia (51).

Un ejemplo de las limitaciones del IMC se hace evidente cuando en personas con un buen desarrollo muscular, se puede encontrar un IMC alto, que depende de la masa muscular no del porcentaje graso y se puede clasificar con sobrepeso u obeso de manera errónea. En el otro extremo un individuo con porcentaje graso alto y poca masa magra, se puede incluir en el grupo de personas con el peso saludable y tener riesgo cardio-metabólico alto (10). Es importante recordar que la grasa abdominal y de manera particular la grasa visceral está relacionada con mayor riesgo cardio metabólico al considerarse una desregulación metabólica independientemente del peso corporal, por lo que es pertinente decir que, el IMC no debe considerarse como una medida de porcentaje graso, particularmente en aquellos con IMC  $<30 \text{ kg/m}^2$ (52). Respecto a las personas con sobrepeso calculado con IMC, los estudios son contradictorios respecto a la asociación de esta con morbilidad y la mortalidad (47).

Otra limitante que se observa es que el IMC puede no ser igualmente válido para todos los géneros, razas y etnias, y grupos de edad (51).

Gomez-Ambrosi, Silva, Galofre y colaboradores en 2012 encontraron que, la sensibilidad del IMC para identificar el riesgo cardio-metabólico es bajo en un grueso de personas que tiene alto riesgo, por lo tanto el IMC dentro de la normalidad puede limitar intervenciones tempranas en

pacientes con riesgo (53). Datos ya referidos en un metaanálisis realizado en 2010 por Okorodudu en la Universidad de Misuri, concluye que los valores de corte de IMC utilizados comúnmente para diagnosticar la obesidad tienen una alta especificidad, pero una baja sensibilidad para identificar la adiposidad, ya que no identifican a la mitad de las personas con un exceso del porcentaje de tejido graso (52).

### **2.2.2.1.2 Perímetro de la Cintura.**

Está bien establecido que las mediciones antropométricas relacionadas con la cintura son importantes predictores para el riesgo de enfermedad cardiovascular (54). Existen cuatro protocolos diferentes para medir el perímetro de la cintura (55), los más utilizados son el recomendado por el Tercer Panel de Tratamiento para Adultos del Programa Nacional Americano de Educación sobre el Colesterol -NCEP III y la Sociedad Española de Obesidad-SEEDO- 2016 (56), quienes recomiendan medirlo en el borde superior de la cresta ilíaca. El segundo método es el recomendado por la Organización Mundial de la Salud en 2011 y la Federación Internacional de Diabetes, quienes recomiendan realizar la medición en el punto medio entre cresta iliaca y el reborde costal inferior; se realiza con el sujeto en bipedestación y tras realizar una espiración normal, manteniendo tensa la cinta de medición, pero sin comprimir la zona (Ver figura 4).

**Figura 4. Perímetro de la cintura**



Fuente: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icsa/n3/p3.html>



La segunda posición ha demostrado ser una mejor medida para definir la obesidad central particularmente en mujeres (57). Aunque aparentemente es una medición sencilla, en la práctica requiere una buena disciplina por parte del explorador.

En la actualidad, se ve con preocupación la tendencia mundial al aumento del perímetro de la cintura, a veces independiente del aumento de peso en general, situación que orienta la atención hacia la grasa visceral y su relación con alteraciones del ambiente metabólico (58,59). Se ha encontrado que el IMC y la circunferencia de la cintura pueden no proporcionar una aproximación diagnóstica del estado nutricional de los individuos, afectando la toma de decisiones clínicas, el cálculo del pronóstico cardiovascular de los pacientes y como tal se ven limitadas para contribuir a la investigación biomédica en profundidad (60).

Otra situación, no menos importante, en un estudio realizado con profesionales de la salud de atención primaria donde se identificó, la poca frecuencia de la toma de la circunferencia de la cintura, encontrando barreras como la falta de tiempo, la incomodidad para el profesional o la percepción de incomodidad para el paciente (61).

Los puntos de corte para perímetro de cintura tenidos en cuenta para la población colombiana son los recomendados para latinoamericanos por la Asociación Internacional de Diabetes-IDF de 80cm para mujeres y 90 cm hombres (62).

**Tabla 4. Referentes del perímetro de cintura según la Asociación Internacional de diabetes IDF.**

<b>Población</b>	<b>Rango</b>
Hombres Europeos	94 cm
Mujeres Europeas	80 cm
Hombres del sur de Asia	90 cm
Mujeres del sur de Asia	80 cm
Hombres Chinos	90 cm
Mujeres chinas	80 cm
Hombre Japoneses	85 cm
Mujeres Japonesas	90 cm
Etnias del sur y centro americanos	Utilice las recomendaciones del sur de Asia hasta que se disponga de datos más específicos
	Utilice las recomendaciones del sur de Asia hasta que se disponga de datos más específicos
Africanos subsaharianos	Utilice datos europeos hasta que se disponga de datos más específicos

Fuente: Declaración de consenso de la Federación Internacional de Diabetes, 2006 (63).

Ante la necesidad de contar con valores locales que permitan una aproximación a los valores de referencia que se asocian con aumento del riesgo cardiovascular en la población colombiana, en 2016 Buendía, Zambrano y colaboradores realizan una investigación donde recomiendan 89 cm para mujeres y 91 cm para hombres (64), pero las guías de práctica clínica colombiana apropiaron las recomendaciones de la IDF.

Según las recomendaciones de la Sociedad Española de Obesidad-SEEDO-2016, no se considera útil medir el Perímetro de cintura cuando el IMC  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> puesto que no aporta información adicional (56).



Finalmente, en la actualidad se están desarrollando nuevas técnicas de antropometría digital donde los instrumentos tradicionales como las cintas de medición flexibles y los calibradores, están siendo reemplazados por dispositivos de tecnología digital. Estos sistemas introducen métodos en imágenes ópticas tridimensionales de costo relativamente bajo que se pueden usar en entornos de investigación, clínicos e incluso domésticos (65).

### **2.2.2.1.3 Pliegues Cutáneos.**

La valoración de los pliegues es un método que se basa en la medida del espesor de la grasa subcutánea, se debe tener en cuenta que la mayoría de la grasa corporal está en el tejido subcutáneo y tiene una distribución poco homogénea por lo que deben ser medidos en diferentes partes del cuerpo. A partir de la sumatoria de los diferentes pliegues, se aplican varios tipos de ecuaciones para estimar la densidad corporal, ecuaciones que han sido desarrolladas en diferentes grupos de población con características diversas; a partir del valor obtenido se aplica las fórmulas como la de Siri o de Brozek para calcular el porcentaje graso (38).

Las diferentes ecuaciones se definen por el número de pliegues que utilizan y la población a las cuales son aplicables y varían según el género, la edad y la condición física de la persona evaluada. Entre las ecuaciones frecuentemente utilizadas se encuentran: Yuhasz de 1974 (deportistas adultos), Jackson/Pollock (mujeres norteamericanas), Durning / Womersley (mujeres escocesas) y Ramírez/Torun (mujeres guatemaltecas).

Dentro de las ecuaciones la de Durning/ Womersley es la más ampliamente utilizada considerada por Sánchez y colaboradores en 2011 como la que más se acerca a la dilución isotópica como método “estándar de oro” (66), también se ha encontrado que puede sobreestimar el porcentaje graso hasta en un 4.7% si se compara con métodos directos de alta precisión como la hidrodensitometría (67).

La fórmula de Durning / Womersley calcula la densidad corporal,

$$\text{Densidad corporal} = C - M * \text{Log}^{10} \Sigma \text{ de 4 pliegues}$$

Donde,



Los coeficientes C y M se recogen en las tablas desarrolladas por los autores, de forma específica para cada grupo de edad en cada sexo (densidad específica) (Ver tabla 5).

Log<sup>10</sup> Σ de 4 pliegues (tricipital, bicipital, subescapular y suprailíaco)

**Tabla 5. Coeficientes C y M para la suma de los cuatro pliegues recogidos en las tablas de Durnin y Womersley**

		<i>Varones</i>					
Suma de los cuatro pliegues	Edad →	17-19	20-29	30-39	40-49	50+	17-72
	C	1,1620	1,1631	1,1422	1,1620	1,1715	1,1765
	M	0,0630	0,0632	0,0544	0,0700	0,0779	0,0744
		<i>Mujeres</i>					
Suma de los cuatro pliegues	Edad →	16-19	20-29	30-39	40-49	50+	16-68
	C	1,1549	1,1599	1,1423	1,1333	1,1339	1,1567
	M	0,0678	0,0717	0,0632	0,0612	0,0645	0,0717

Fuente: Martín Moreno, Gómez Gandoy y Antoranz González, 2001 (20).

Para citar un ejemplo: mujer de 20-29 años con sumatorio de 4 pliegues 105 mm la densidad es de 1.01.

Luego mediante la fórmula de Siri se transforma en porcentaje de grasa.

Ecuación de Siri es: % grasa corporal= [(4.95 / densidad) – 4.5] \* 100

Para el ejemplo propuesto el % grasa es de 40%.

Actualmente, se cuenta con equipos digitales que realizan automáticamente el cálculo del porcentaje graso y existen versiones calibradas con diferentes fórmulas (Jackson / Pollock, Durning / Womersley o Slaughter-Lohman) y según el sexo, por lo que se adaptan a las necesidades clínicas, deportivas o de investigación. La metodología con cálculo manual puede presentar inconvenientes como la lentitud en el proceso y errores en el cálculo de la ecuación (68).



Los protocolos para la toma de la medida están estandarizados y se recomienda utilizar los protocolos de la Sociedad Internacional para la Promoción de la Cineantropometría ISAK o el Manual de Cineantropometría del Grupo Español de Cineantropometría -GREC (28).

- **Limitaciones**

El margen de error calculado para la medición de los pliegues se encuentra entre el 3 y el 11%, asociado los siguientes factores: falta de personal entrenado en la toma de las mediciones para que sean fiables, cambio de los equipos durante el estudio, falta de identificación exacta de los puntos anatómicos, error al sujetar la piel de manera homogénea y, finalmente, se encuentran limitaciones al aplicarse en personas obesas con deshidratación o edemas (38,43).

Gran parte de estas limitaciones se pueden superar aplicando los protocolos como el ISAK o el Manual de Cineantropometría del Grupo Español de Cineantropometría-GREC que desarrollaron estándares internacionales para la evaluación antropométrica (43).

## Figura 5. Sitio de toma de pliegues

*Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*

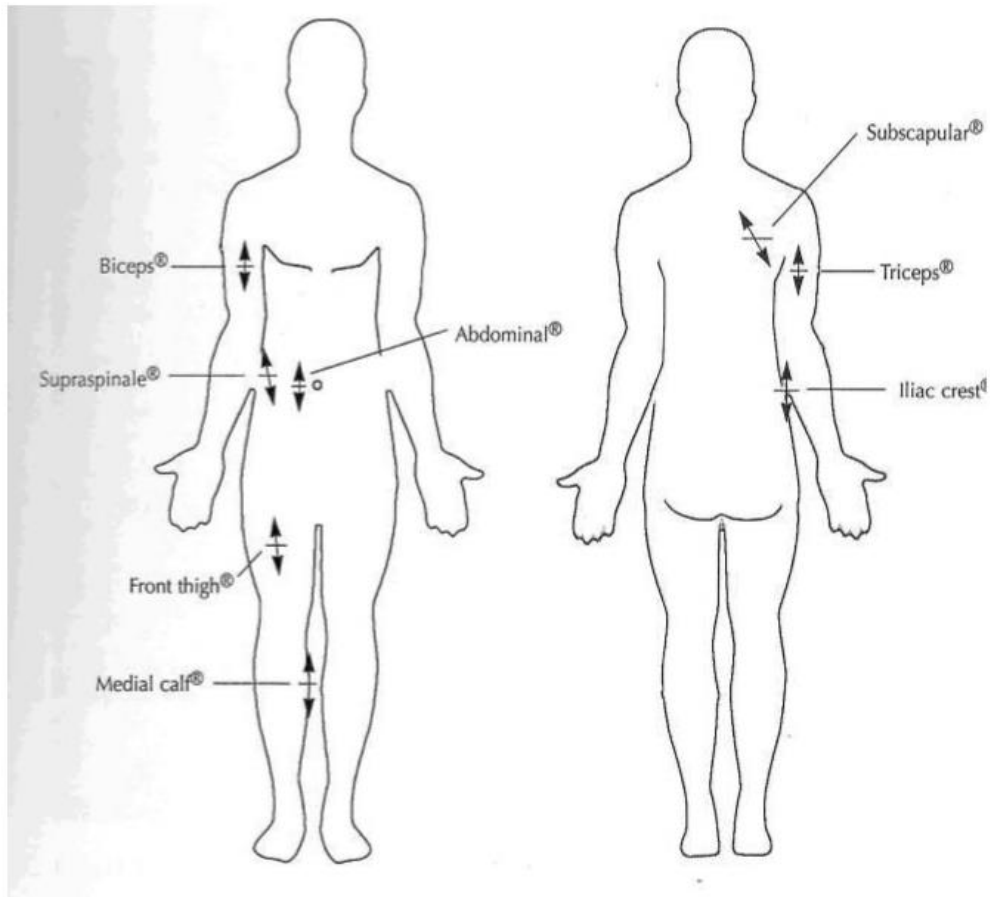


Figura 11. Localización de sitios para pliegues: vista anterior (región izquierda) y vista posterior (región derecha).

Fuente: Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica-Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría ISAK (28).

### 2.2.2.2 Análisis De Bioimpedancia Eléctrica-ABE.

- **Definición**

El Análisis de Bioimpedancia Eléctrica-ABE se ha utilizado para evaluar la composición corporal desde los años 60 cuando Thomasset desarrolló el método usando electrodos percutáneos para estimar el agua corporal total; inicialmente la técnica pasó al desuso, pero más adelante, con los

avances de la tecnología se desarrollaron electrodos de superficie que popularizaron su uso. Se utiliza para realizar estimaciones del agua corporal total con la que se infiere la masa libre de grasa (69).

El análisis de bioimpedancia eléctrica-ABE es una técnica no invasiva, segura, que se basa en la capacidad de los tejidos de ofrecer una resistencia pasiva al paso de una corriente alterna de baja frecuencia, imperceptible e inofensiva en un organismo vivo (70). Generalmente, se utiliza corriente alterna de 50 kHz 800 $\mu$ A entre electrodos (71). Se basa en el modelo bicompartimental que asume la división de la composición corporal en dos compartimentos masa grasa total y masa libre de grasa (26). La oposición que ofrecen los tejidos será mayor en individuos con mayor cantidad de grasa corporal en razón a que el tejido graso es pobre conductor eléctrico por el bajo contenido de agua, lo contrario sucede en la masa libre de grasa que tiene un mayor contenido de agua y electrolitos lo que lo convierte en un gran conductor eléctrico (43).

Existe una relación directa entre la cantidad de agua, con las propiedades eléctricas y la composición de los tejidos vivos; esta característica es la que utiliza el método de análisis de bioimpedancia eléctrica, sin embargo, no estimula tejidos eléctricamente excitables como músculo y nervio (72).

El equipo de bioimpedancia reporta valores como resistencia, impedancia y reactancia, con las que se elaboran ecuaciones de regresión que estiman el contenido de agua corporal total, se deben tener en cuenta constantes como, estado de hidratación de los tejidos, peso, talla, edad y sexo para disminuir el error de predicción (73). Las ecuaciones se han desarrollado en individuos europeos y americanos, blancos no hispanos (73) y en el estudio realizado en mujeres jóvenes colombiana por Caicedo Eraso, González Correa y González Correa en 2013, en el que encontraron que ninguna de las ecuaciones evaluadas era válida en la población estudiada y se recomendó utilizar una ecuación preliminar propuesta por el grupo de investigación hasta que se desarrolle una ecuación definitiva, y sugieren realizar nuevos estudios con una muestra más grande y la inclusión de un segundo método de referencia, como dilución de óxido de deuterio (D<sub>2</sub>O) o BIA multifrecuencia (MF-BIA) (74).

Actualmente, se cuenta con diferentes tipos de equipos dependientes de la frecuencia utilizada (valor al cual es emitida la corriente eléctrica durante la prueba). Puede ser de alta o baja frecuencia, mono o multifrecuencia.



Con respecto a los monofrecuencia, utiliza frecuencia de 50 kHz o de baja frecuencia, que al pasar entre electrodos de superficie colocados a mano-pie, mano-mano o pie-pie, permite calcular la resistividad corporal y estimar el agua corporal total. Logra ser muy preciso en el cálculo del agua corporal total, pero no logra diferenciar entre agua intra y extracelular y el resultado se ve afectado cuando hay alteraciones en la hidratación (75).

Por otro lado, los equipos multifrecuencia, utilizan diferentes frecuencias en el rango entre 1 y 1000 KHz, para medir el agua corporal total, extracelular y de manera diferencial para medir el agua intracelular, deben tener frecuencias por encima de 50 kHz para que puedan atravesar la membrana celular y penetrar al fluido intracelular mejorando la precisión y permitir calcular el tejido libre de grasa y evaluar la arquitectura celular (76). Son más precisos para diferenciar las variaciones en el estado de hidratación (75).

Se cuenta con varias técnicas de dos electrodos o bipolares, donde la impedancia del electrodo y la impedancia de la piel están en línea reduciendo la fiabilidad de la fórmula utilizada para obtener información de un tejido en particular, lo anterior incentivó el desarrollo del método de medición a 4 electrodos o tetrapolar (77), donde dos electrodos introducen la corriente y otros dos la reciben permitiendo medir la impedancia, resistencia y reactancia corporal que es hoy en día el método más utilizado (75).

A través de varios estudios se ha propuesto que la estatura y la resistencia, son las variables que presentan una mejor correlación estadística con la masa libre de grasa (78)(79), razón por la cual hacen parte, como variables predictoras, de la mayoría de las ecuaciones publicadas en la literatura. En la tabla 6, se relacionan algunas de las variables predictoras empleadas con más frecuencia en las ecuaciones publicadas en la literatura para estimar la masa libre de grasa y masa grasa.

**Tabla 6. Variables predictoras empleadas frecuentemente para análisis de bioimpedancia eléctrica.**

Variable dependiente	Variables predictoras	Autor
<b>MLG</b>	$T^2/R$ , peso, $X_c$ , sexo	Kyle y cols.(213)
<b>MLG</b>	$T^2/R$ , peso, $X_c$	Sun y cols.(216)
<b>MLG</b>	$T^2/ R$ , peso, edad	Segal y cols.(209)
<b>MLG</b>	$T^2/ R$ , $T$ , peso, edad, sexo	Deurenberg y cols.(215)
<b>MLG</b>	$R$ , $T^2$ , peso, $X_c$ , edad	Stolarczyk y cols.(293)
<b>MLG</b>	$T^{1.48}/R^{0.55}$ , peso	Kotler y cols.(191)
<b>MLG</b>	$T^2/ R$ , peso, $X_c$	Roubenoff y cols. (617)
<b>MG</b>	$T^2/ R$ , peso, $T$ , peso-sexo, edad	Heitmann (618)

Fuente: (80) Siendo: T talla en m., R resistencia a 50 kHz.,  $X_c$  reactancia, MLG masa libre de grasa y MG masa grasa

- **Ventajas**

Se encuentran varios beneficios, es segura, relativamente económica, el equipo es portátil, es reproducible, indolora y no invasiva, requiere mínimo entrenamiento para el personal operador, lo que contribuye a reducir los errores inter e intraobservador siendo adecuada en el entorno ambulatorio.

Se hallan múltiples estudios como un método válido y preciso para estimar la composición corporal en sus diferentes aspectos: masa grasa, masa libre de grasa, agua corporal total, agua extracelular, agua intracelular y masas celular corporal (10)(81)(83).

Los parámetros obtenidos por ABE deben interpretarse en el contexto de los valores de referencia que tienen en cuenta la edad, el sexo, etnia y el IMC del paciente. Las lecturas deben aplicarse a poblaciones lo más parecidas a las que se les diseñó la fórmula de predicción (81).

- **Limitaciones**

El método tiene varios factores que pueden afectar su fiabilidad y precisión, como el nivel de hidratación, ingesta de alimento reciente, presencia del ciclo menstrual, realización de actividad física reciente, vejiga llena al momento del examen, uso de medicamentos tipo diuréticos, presencia de edema, posición del individuo y puntos de contacto, cambios en la temperatura del ambiente y, finalmente, la ecuación de predicción utilizada, entre otros, por lo que se calcula un 3% de error (38)(41)(84).

González Correa y Caicedo Eraso en 2012 realizaron el análisis de los factores que afectan los resultados de la bioimpedancia eléctrica y recomiendan una estandarización que permita comparar los resultados entre estudios y obtener finalmente un protocolo estándar (24).

## **2.3 Porcentaje Graso**

Se definieron los rangos de porcentaje graso teniendo en cuenta las propuestas desde diferentes fuentes bibliográficas, Forbes en 1987 (85) realizada con población americana, la Encuesta de Salud Nacional y Examen de Nutrición-NHANES (86) por su siglas en inglés en 2012, realizada con población americana, el consejo americano de ejercicio ACE por sus siglas en inglés en 2009 y Gallagher y colaboradores en 2000 realizada con 3 grupos étnicos (blancos, afroamericanos y asiáticos) (30).



**Tabla 7. Interpretación de los Niveles de Porcentaje Graso**

Interpretación de los Resultados del Porcentaje Grasa Corporal					
McCarthy y Gallagher					
SEXO	EDAD Años	BAJO	NORMAL	ALTO	MUY ALTO
MUJER	18-39	<21.0%	21.0-32.9%	33.0-38.9%	>= 39.0%
	40-59	< 23.0%	23.0-33.9%	34.0-39.9%	>= 40.0%
HOMBRE	18-39	<8.0%	8.0-19.9%	20.0-24.9%	>= 25.0%
	40-59	<11.0%	11.0-21.9%	22.0-27.9%	>= 28.0%

Fuente: Elaboración propia basada en Gallagher y colaboradores en 2000.

## 2.4 Actividad Física

Existen diferentes enfoques para definir la actividad física, desde el general de la OMS que la describe como “cualquier movimiento corporal voluntario producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía por encima de la tasa de metabolismo basal”, como los diferentes enfoques propuestos por Vidarte, Vélez, Sandoval y Alfonso en 2011, donde se propone que la actividad física traspasa el solo gasto de energía a una experiencia personal, una práctica cultural, a una actividad educativa que lleva a mejorar la autopercepción del individuo y a mejorar la calidad de vida tanto individual como colectiva y se convierte en una práctica socio-cultural (87).

Por otro lado, el Consejo Iberoamericano del Deporte en su agenda 2030 propone, “el deporte como herramienta para el desarrollo sostenible” y realiza una introducción conceptual donde relaciona la práctica de la actividad física con cada uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS de la ONU en su Plan de Acción Global sobre la Actividad Física 2018-2030 con el lema “Más gente activa para un Mundo más saludable” liderado desde el 2018 por la OMS y donde se tiene como objetivo reducir un 10% los niveles de inactividad física en la

ciudadanía para 2025 y un 15% para 2030 en dos grupos poblacionales por edad, adolescentes de 11 a 17 años y adultos de más de 18 (88).

Otros conceptos que se deben tener en cuenta son, ejercicio físico, que se entiende como la actividad física libre y voluntaria, planificada, estructurada y repetitiva realizada con una meta, con frecuencia con el objetivo de mejorar o mantener la condición física de la persona que no rinde ningún beneficio material; y condición física, que es un estado fisiológico de bienestar que proporciona la base para las tareas de la vida cotidiana, un nivel de protección frente a las enfermedades crónicas y el fundamento para el desarrollo de actividades deportivas. Esencialmente, el término condición física describe un conjunto de atributos que la persona tiene o alcanza como resultado de la habilidad para realizar actividades de la vida cotidiana o laboral (89).

Según la OMS, la inactividad física es el cuarto factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial (6% de las muertes registradas en todo el mundo). Además, se estima que la inactividad física es la causa principal de aproximadamente un 21%-25% de los cánceres de mama y de colon, el 27% de los casos de diabetes y aproximadamente el 30% de la carga de cardiopatía isquémica (90).

En una revisión sistemática realizada en 2018, consideran que el comportamiento sedentario hace referencia a los comportamientos realizados en una postura sentada o reclinada durante las horas de vigilia, con bajo gasto energético (1-1,5 veces la tasa metabólica en reposo) el interés se centra en la relación entre tiempo sedentario y efectos nocivos para la salud. No solo la poca actividad física es importante, también el tiempo sedentario, es el enfoque actual de la inactividad física (4). En este escenario han surgido estudios donde se relaciona el comportamiento sedentario como un factor independiente correlacionado con el porcentaje de grasa corporal. La evidencia actual sugiere que sentarse durante ocho horas o más por día se asoció con un 62% de probabilidades más altas de obesidad (91), y en Colombia en el estudio ENSIN-2015, se encontró que el 67.6% de los niños, el 76.6% de los adolescentes de las zonas urbanas y en estratos altos, permanecen tiempo excesivo frente a las pantallas y que solo el 50% de la población cumple con las recomendaciones de actividad física de la OMS siendo llamativo que la mayor proporción fue en población indígena masculina (92).

Se ha considerado que la actividad física juega un importante papel en el proceso de prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y es una intervención recomendada en la pandemia de obesidad que sufre el mundo en la actualidad. La razón es que la actividad



física regula produce equilibrio energético y favorece el mantenimiento de la masa magra y controla el aumento de la masa grasa (93,94).

### **2.4.1 Métodos de Medición de la Actividad Física**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el 2002, estableció que las personas tienen la oportunidad de mantenerse físicamente activas en cuatro dominios principales de la vida diaria: el trabajo, el transporte, las tareas domésticas y el tiempo libre o de ocio por lo que recomiendan utilizar instrumentos de medición capaces de recoger información en todas estas dimensiones.

Existen tres grupos de instrumentos disponibles para realizar la medición de la actividad física:

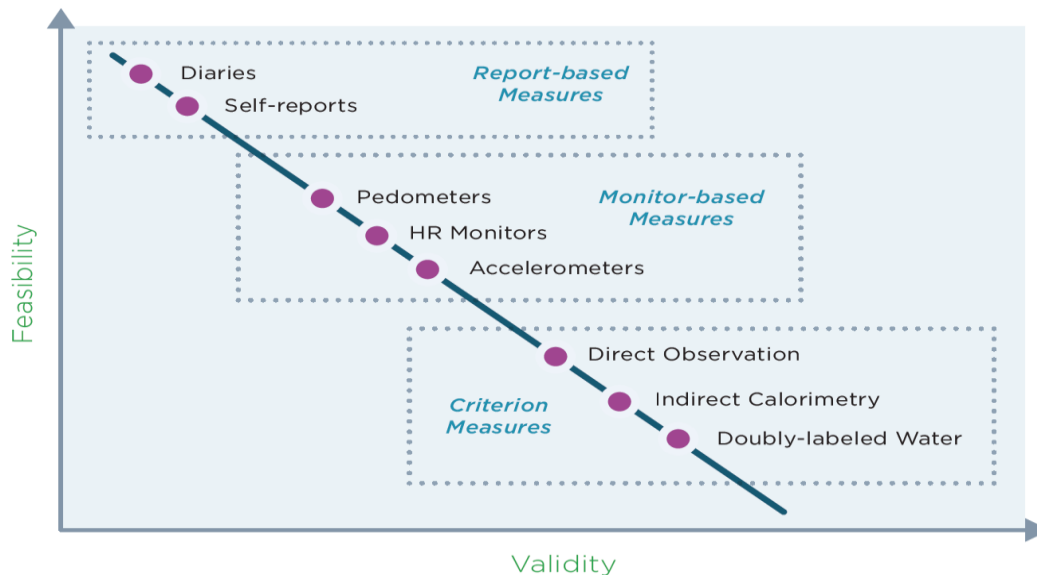
**Instrumentos basados en informes:** Hacen relación a herramientas de autoinforme, cuestionarios y diarios diseñados para proporcionar información subjetiva sobre los niveles de actividad física y el contexto de los comportamientos de actividad física. Se consideran factibles, pero de menor validez.

**Instrumentos basados en monitores:** Incluyen dispositivos diseñados para cuantificar objetivamente el movimiento, como acelerómetros, unidades de GPS y podómetros o monitores de frecuencia cardíaca. Estos instrumentos tienen buen equilibrio entre factibilidad y validez, lo que los hace útiles en la investigación y evaluación.

**Instrumentos de criterio:** Método agua doblemente marcada-DLW, calorimetría indirecta y observación directa. Proporcionan estimaciones de criterio del gasto de energía y movimiento y se usan para estudios de validación, aplicaciones más pequeñas o en diseños de estudios basados en laboratorio donde se necesitan indicadores precisos (95).

A continuación, en la figura 6, se grafican las herramientas de evaluación de la actividad física y sus posiciones relativas en el continuo de viabilidad / validez.

**Figura 6. Herramientas de evaluación de la actividad física.**



Fuente: Gráfico tomado de la Measures Registry User Guide: Individual Physical Activity (95)

En la mayoría de los estudios de investigación donde se relacionan los beneficios de la actividad física con la salud, se han utilizado instrumentos basados en informes, esto en razón a que en los estudios epidemiológicos la necesidad es clasificar a los individuos en niveles generales de participación en la actividad física y estos son suficientes para clasificar a los individuos en función a su nivel de actividad física, y facilita su aplicación en muestras grandes mejorando su validez externa, también son fáciles de administrar, económicos y pueden captar el contexto de la práctica (96).

En las investigaciones sobre de las prevalencias de inactividad física, existen diferencias en el porcentaje, se piensa que puede deberse a los diferentes instrumentos utilizados (97) y a los diferentes puntos de corte (98).

Existen varios instrumentos para medir la actividad física, entre estos el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), ha sido utilizado en diversos estudios internacionales y se ha evaluado su validez y confiabilidad sugiriéndose su uso en diferentes países e idiomas (99,100), además la OMS lo ha propuesto como un instrumento a utilizarse para vigilancia



epidemiológica a nivel poblacional, dado que se ha puesto a prueba en 24 países y actualmente se emplea en varias redes regionales (101).

Se ha propuesto que la encuesta IPAQ, probablemente sea mejor para evidenciar la actividad física en todos los dominios (100,102) y clasifican los niveles de actividad física en escalas ordinales (físicamente inactivo o sedentario/moderadamente activo/físicamente activo) y también puede servir para medir la adherencia a las recomendaciones de actividad física (103). Finalmente, es importante relacionar el nivel de actividad física con los cambios en la composición corporal, como en el estudio colombiano realizado en niños entre 10 y 12 años donde encontraron una correlación baja e inversa, significativa entre la actividad física y el índice de masa corporal (94).

El estudio realizado en estudiantes de cultura física en la Universidad de Santander donde encontraron resultados inferiores de exceso de grasa corporal asociado posiblemente a que realizan mayor actividad física que los estudiantes de otras áreas (104).

También es importante la asociación que en la literatura se ha encontrado entre el tiempo sedente y el aumento de marcadores para enfermedades metabólicas como el IMC, perímetro de cintura y obesidad como se encontró en el estudio Chileno en 2017 realizado en adultos de la comunidad (105).

En otro estudio realizado en estudiantes universitarios libaneses, encontró también una asociación entre actividad física moderada y un menor porcentaje de grasa corporal.

Finalmente, se considera que la actividad física se encuentra dentro de los hábitos de vida y se considera que las claves para enfrentar un problema de tal dimensión como las enfermedades asociadas al aumento del porcentaje de grasa, son la educación nutricional, el fomento de la actividad física y combatir el sedentarismo (105).

## **2.5 Antecedentes**

Respecto al objeto de estudio “concordancia entre el análisis de la bioimpedancia eléctrica y la antropometría para determinar el porcentaje de grasa corporal” se hace referencia a diferentes



estudios en el ámbito internacional y nacional, donde se pone en evidencia que hay diferencias en los resultados cuando se comparan los diferentes métodos doblemente indirectos.

En el metaanálisis realizado por Heitmann y col. en el Instituto de Medicina Preventiva en Dinamarca en 2013, se analizaron 55 estudios realizados en personas sanas en un rango de edad de 6 a 80 años, concluyendo que hay limitaciones importantes en las comparaciones de los resultados de la composición corporal, en especial el porcentaje graso entre el análisis de bioimpedancia y el IMC (16). En España Moreno, Gómez y Antoranz, valoraron adultos sanos, el objetivo era comparar el porcentaje de grasa medido por métodos que se pudieran realizar en la consulta: pliegues cutáneos, ecuaciones antropométricas y análisis de bioimpedancia eléctrica-ABE, concluyen que las ecuaciones para el cálculo del porcentaje graso por antropometría en general no son intercambiables, solo se encontró concordancia entre el ABE y la ecuación Siri-específica (20).

El estudio de Lizana, Almagiá, Simpson y colaboradores, realizado en estudiantes entre 10-18 años donde se evaluó el porcentaje graso estimado por medidas antropométricas y bioimpedancia manual según género y tasa de adiposidad concluyen que no se recomienda el uso de bioimpedancia manual como método intercambiable con las mediciones antropométricas en niños y adolescentes, ya que, la bioimpedancia subestima el porcentaje de masa grasa (106). El grupo de Díaz Sánchez, Hernández-Triana, Matos y col., realizaron un estudio de concordancia entre antropometría, bioimpedancia eléctrica y dilución con deuterio, concluyeron que no hay concordancia entre los métodos doblemente indirectos y la variación depende del sexo, estado físico del participante y las características de cada método (66).

En Medellín, Aristizábal, Restrepo y Estrada llevaron a cabo un estudio con adultos sanos de zona urbana, de ambos sexos y los hallazgos fueron diferencias significativas entre métodos y entre ecuaciones antropométricas por lo que sugieren que los resultados no son comparables ni intercambiables (107).

Cardozo, Cuervo y Murcia realizaron la evaluación de estudiantes pertenecientes al programa de Rendimiento Deportivo, con el objetivo de determinar el porcentaje graso corporal y la prevalencia de sobrepeso y obesidad, mediante el cálculo de índice de masa corporal-IMC y análisis de bioimpedancia eléctrica- ABE, los resultados mostraron que el IMC subestimó en el 13.2% el porcentaje graso con respecto a la ABE en mujeres, mientras en varones no se encontró diferencia. En general, encontraron que hay diferencia entre métodos, mientras el porcentaje

reportado para sobrepeso y obesidad por IMC es del 33.4%, el encontrado por ABE es del 46.6% (14).

Por otro lado, hay estudios que han encontrado concordancia entre métodos, dentro de los cuales se encuentra el realizado por Ortega Gonzáles, Vásquez Tlalolini y colaboradores en mujeres universitarias, donde compararon la composición corporal por análisis de bioimpedancia y antropometría y encontraron concordancia entre los métodos, siempre y cuando las fórmulas predictivas se ajustasen a la recomendación de los autores, Siri para grasa corporal, Poortmans para masa muscular y Watson para agua corporal (12).

El estudio realizado por el departamento de nutrición de la Fuerzas Armadas Americanas por Combest, Howard y Colaboradores (13), donde compararon las medidas antropométricas con el análisis por bioimpedancia eléctrica y por DEXA para determinar el porcentaje de grasa corporal encontrando concordancia entre los tres métodos.

En Valladolid en 2015, en una tesis de grado con el tema “Evaluación de la composición corporal en estudiantes deportistas” se propuso comparar los métodos en mujeres deportistas. Los resultados fueron una buena concordancia para el cálculo de la composición corporal entre la antropometría y el ABE cuando se emplearon modelos predictivos para población general (108).

En México, Vásquez – Guzmán MA, Carrera-Rodríguez G y colaboradores realizaron un estudio en personal militar activo con el objetivo de analizar la correlación entre el IMC y el índice de masa grasa para el cual se utilizó la bioimpedancia eléctrica. Como resultados, hay una correlación alta entre el IMC y el índice de masa grasa corporal, medida por bioimpedancia (109).

En Ecuador, Oleas Galeas, Barahona y Salazar Lugo realizaron el análisis de indígenas Awà y encontraron correlación entre los diferentes métodos siempre y cuando el peso se encuentre en niveles saludables (11).

Finalmente, Silveira, Silva Barbosa y colaboradores realizaron el análisis de adultos mayores de 60 años y encontraron concordancia entre métodos aunque también encontraron que la concordancia se altera si el porcentaje de grasa es muy alto (7).

Para valorar de manera precisa los diferentes compartimentos del cuerpo humano se cuenta con estudios en poblaciones delimitadas por sexo o actividad laboral, por ejemplo, los estudios donde se encuentra concordancia entre métodos generalmente se diseñaron en población joven con práctica regular de la actividad física, lo que no permite extrapolar los resultados a la población



general y no se ha encontrado concordancia en entre métodos en pacientes con sobrepeso y obesidad (110–112).

Con el presente estudio se propone aportar a la discusión sobre la concordancia entre dos métodos doblemente indirectos, bioimpedancia y antropometría y establecer las relaciones con diferentes variables como el sexo, la edad, IMC, nivel de actividad física y horas sedente.



## Capítulo 3. Resultados y Discusiones

### 3.1 Análisis estadísticos

#### 3.1.1 Metodología estadística

Para efecto de análisis de los datos se dividieron los participantes en dos grupos etarios de 18 a 38 años y de 39 y más años, esta decisión se tomó teniendo en cuenta los primeros análisis de las variables cuantitativas donde se observó una diferencia estadísticamente significativa en el IMC y porcentaje graso por antropometría entre estos grupos propuestos y porque es afín a lo recomendado en el Censo Americano del 2000 que utilizó los siguientes grupos de edad de 20-39, 40-59 y  $\geq 60$  años (113).

Se describen las variables cuantitativas y cualitativas empleadas en la investigación y se determina la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro – Wilk (114), discriminadas por grupo de edad. Se obtuvo la media, desviación estándar y rango de todas las medidas contrastándose las medias de porcentaje de grasa mediante el análisis de la varianza de una vía o la prueba de la t de Student para datos apareados. El límite de significación estadística fue  $p < 0.05$ .

La relación entre el porcentaje de grasa medido por bioimpedancia y por antropometría, con las demás variables se determinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson (para variables normales) o de Spearman (en caso contrario).

La dependencia entre variables cualitativas se establece mediante la prueba chi cuadrado de Pearson. Las variables categóricas son presentadas como porcentajes.

La concordancia es el grado en que dos o más observadores, métodos, técnicas u observaciones están de acuerdo sobre el mismo fenómeno (115), existen varios métodos

estadísticos (coeficiente de Pearson, coeficiente de correlación intraclase) para evaluar la concordancia entre pruebas, y en consideración a que el coeficiente de correlación concordancia de Lin- ICC combina la medida de precisión y medida de exactitud, permitiendo observar hasta donde se desvían los datos (115), se seleccionó como el método estadístico para evaluar la concordancia entre métodos, discriminando por las diferentes variables bajo estudio. El coeficiente de correlación concordancia de Lin CCC: varía de -1 a 1, se utiliza para evaluar el nivel de concordancia entre dos mediciones. Los niveles más cercanos a 1 indican una mejor concordancia entre los métodos.

**Tabla 8. Grado de concordancia según valor del coeficiente de Lin**

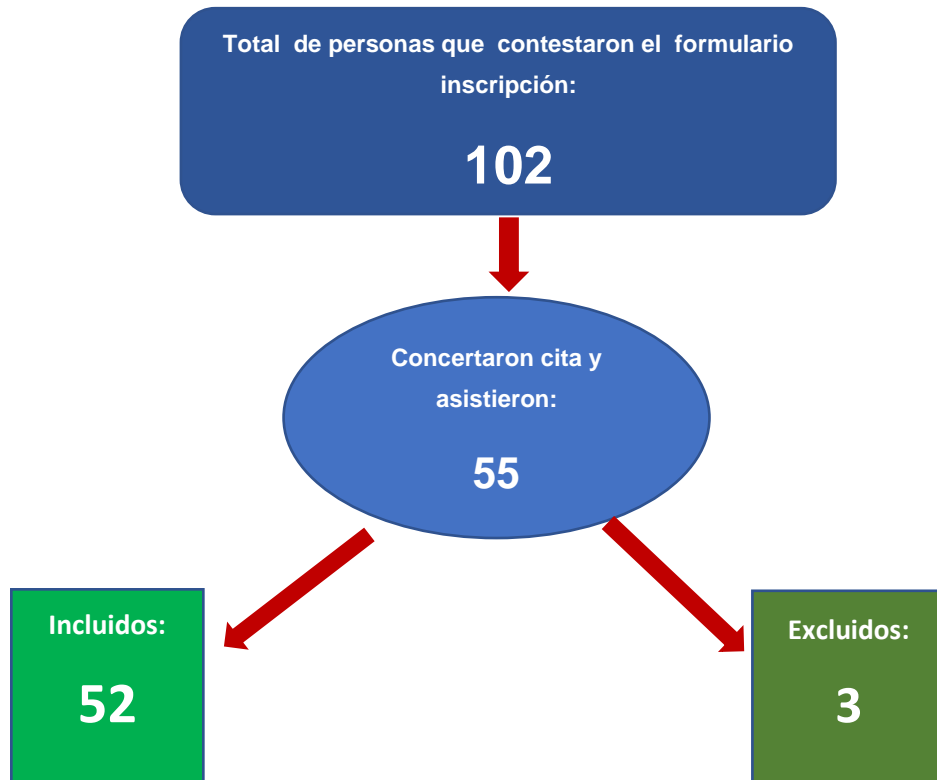
<b>GRADO DE CONCORDANCIA</b>	<b>VALOR DE COEFICIENTE DE LIN</b>
Perfecta	>0.99
Sustancial	0.95-0.99
Moderada	0.95-0.90
Pobre	< 0.90

Fuente: Métodos estadísticos de evaluación de concordancia. (115)

Se utilizó el gráfico de Bland & Altman y (B&A), 1983 porque permite un análisis basado en la cuantificación de la concordancia entre dos medidas cuantitativas mediante el estudio de la diferencia de medias y la construcción de límites de concordancia. El análisis de la gráfica B&A es una forma sencilla de evaluar un sesgo entre las diferencias medias y de estimar un intervalo de acuerdo dentro del cual se ubican el 95% de las diferencias del segundo método, respecto al primero (116).

## 3.2 Resultados

### 3.2.1 Caracterización de la muestra

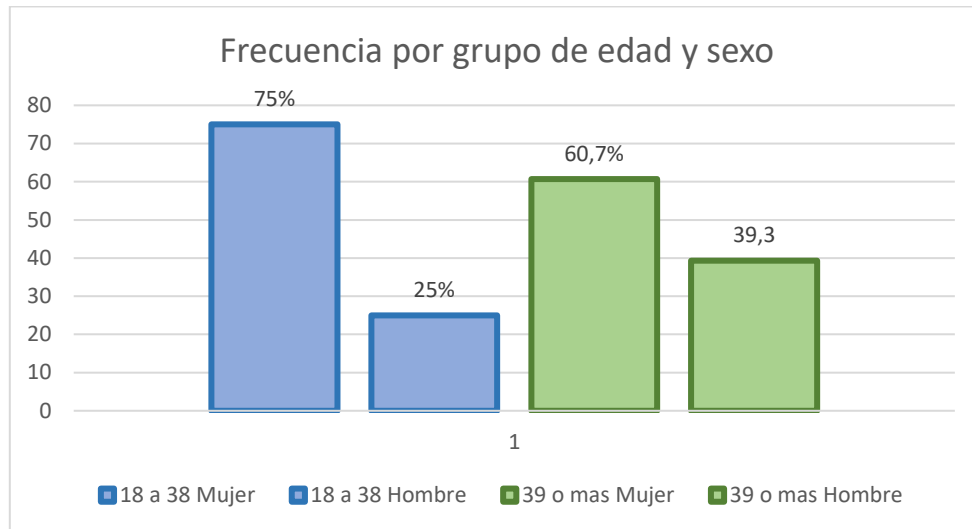


### 3.2.2 Estadísticas descriptivas

Se realizaron mediciones del porcentaje graso por antropometría y bioimpedancia eléctrica a 52 participantes en el período comprendido entre febrero y abril del 2021, correspondientes a 35 mujeres (67.3%) y 17 hombres (32.7%) con una edad promedio de 37.6 años (DE = 11,4). De ellos, el 38.5% eran docentes (20), 28.8% estudiantes (15) y 32.7% empleados (17). Para efectos de manejo estadístico y por las tendencias de los resultados, se dividieron en dos grupos menores de 38 años (46.15%) y mayores o igual a 39 años (53.85%). Como se observa en la figura 7, en ambos grupos la mayoría son mujeres. De las variables estudiadas IMC, porcentaje graso medido por antropometría y bioimpedancia, perímetro de cintura y nivel de actividad física

en el grupo con edad entre 18 a 38 años mostró valores normales; en el grupo de 39 o más años, se encontró un IMC mayor; un nivel más alto de porcentaje graso por ambos métodos, el perímetro de cintura en nivel anormal y el nivel de actividad física bajo.

**Figura 7. Frecuencias discriminadas por grupo de edad y sexo**



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 se recogen las variables antropométricas. Las diferencias en IMC y edad para 18-38 años (24.3 + 3.3) y para mayores o más de 39 años (27.2 + 3.7) fueron significativas. Así mismo, no se encontraron diferencias significativas en el número de horas sedentes entre los dos grupos etarios.

Se observa que existen diferencias significativas en el porcentaje de graso medido por antropometría entre los dos grupos etarios, pero no hay diferencia en la medición realizada por bioimpedancia entre los grupos.

Es importante comentar que al aplicar el cuestionario IPAQ-c, se encontraron dificultades en el análisis de los MET/ min/semana reportados. Se piensa asociado a la situación de aislamiento obligatorio y el trabajo en casa, el 65.4% de los participantes reportaron realizar menos de 1500 MET/min/sem, considerado actividad física insuficiente (con reportes en rango de 0 a 9600 MET/min/sem). La gran variabilidad de los resultados limitó incluirlo dentro de los análisis.

**Tabla 9. Estadísticos para las variables cuantitativas, discriminadas por grupo de edad**

Edad	Peso	talla	IMC	%grasa Antropometría	%grasa Bioimpedancia	Horas sedentes
18-38 años n=24 (46.15%)	62.6±10.1	160.4±8.9	24.3 + 3.3	30.5±8.5	27.0±7.3	6.8±3.2
> de 38 años n= 28 (53.85%)	72.5±11.1	162.1±7.9	27.2 +3.7	35.0±6.7	29.3±7.0	8.4±2.4
P valor < <b>0,0001</b>	<b>0.001</b>	0.456	<b>0.004</b>	<b>0.039</b>	0.247	0.055
General	67.9±11.7	161.3±8.4	25.9+3.8	32.9±7.8	28.2±7.2	7.6±2.9

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.1 Análisis de la composición corporal

En la tabla 10 se observa que el 67,9% de los mayores y el 45,9% de los menores están en sobrepeso u obesidad 1, con el nivel de actividad física bajo para el 50 % de los jóvenes y en un 64.3% para los mayores.

**Tabla 10. Nivel del IMC y de la actividad física discriminadas por grupo de edad**

Edad	IMC			Nivel de Actividad Física		
	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad grado I	Bajo	Moderado	Alto
18-38 años (46%)	54.2%	41.7%	4.2%	50%	12.5%	37.5%
39 o más (54%)	32.1%	42.9%	25%	64.3%	17.9%	17.9%
General	42.3%	42.3%	15.4%	57.7%	15.4%	26.9%

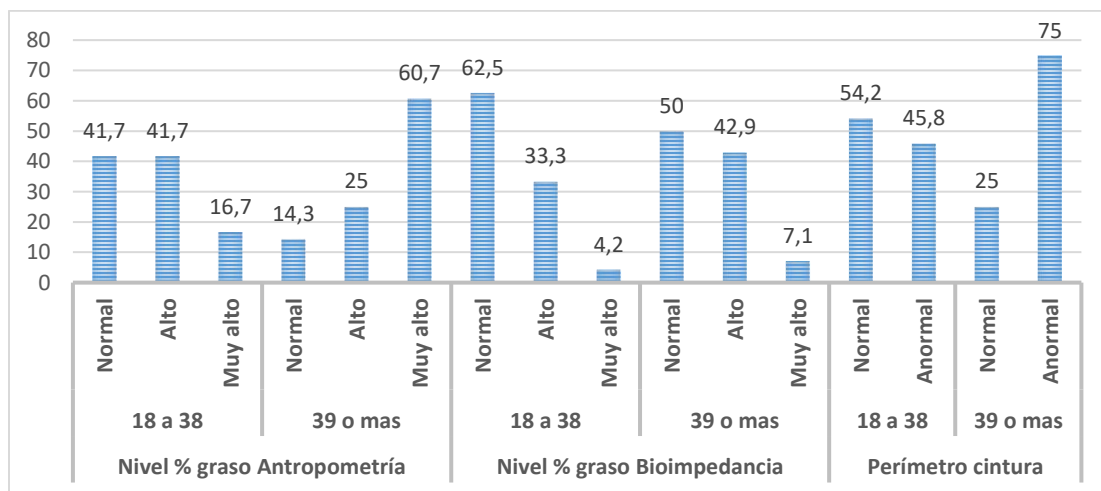
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 8, en general el porcentaje graso medido por antropometría es mayor que el reportado por el análisis de bioimpedancia eléctrica en ambos grupos de edad. Llama la atención que en los mayores el 60.7% se tienen un nivel de porcentaje graso muy alto por antropometría mientras que, por ABE, solo se encuentra en este nivel en el 7.1%.

De igual manera, en solo el 41,7% de los jóvenes se encontró un porcentaje graso normal por antropometría frente a un 62.5% encontrado por ABE. En el grupo de mayores solo el 14.3% tenía un porcentaje graso normal frente a un 50% reportado por ABE. En todos los casos las mediciones fueron mayores si se realizaron por antropometría

En relación con el perímetro de cintura el 75% de los mayores el perímetro de cintura es anormal mientras que en los más jóvenes fue normal en el 54.2%.

**Figura 8. Porcentaje graso y perímetro de cintura discriminadas por grupo de edad**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3 Estadísticas de correlación

Para las personas con edades de 18 a 38 años (Tabla 11) se observa que las personas mayores dentro de este rango de edad tienden a tener más alto índice de masa corporal, más porcentaje graso por bioimpedancia y más horas sedentes semanales siendo estadísticamente significativo; los porcentajes de grasa medidos por bioimpedancia y por antropometría se correlacionan de manera directa, o sea que valores altos en un método se asocian a valores altos en el otro método. Las personas con mayor índice de masa corporal tienen mayor edad, mayor porcentaje de grasa medida por antropometría y por bioimpedancia.

**Tabla 11. Correlación entre variables para personas con edades entre 18 y 38 años**

Variable	% Grasa Antropometría	% Grasa Bioimpedancia	IMC	Horas sedente
Edad	0.053	<b>0.011</b>	<b>0.006</b>	<b>0.018</b>
% Grasa Antropometría		<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.000</b>	0.836
% Grasa Bioimpedancia			<b>&lt; 0.0001</b>	0.338
IMC				0.732

Fuente: Elaboración propia.

Para las personas mayores de 38 años (tabla 12) nuevamente estas tienden a tener más horas de sedentarismo semanales. Los porcentajes de grasa medidos por bioimpedancia y por antropometría se correlacionan de manera directa. Así mismo, a mayor índice de masa corporal, mayor porcentaje de grasa medida por antropometría y por bioimpedancia, pero no se encontró correlación entre IMC y edad a diferencia del grupo de personas más jóvenes.

**Tabla 12. Correlación entre variables para personas de 39 o más años**

Variable	% Grasa Antropometría	% Grasa Bioimpedancia	IMC	Horas sedente
Edad	0.549	0.141	0.422	<b>0.030</b>
% Grasa Antropometría		<b>&lt; 0.0001</b>	<b>0.005</b>	0.514
% Grasa Bioimpedancia			<b>0.006</b>	0.182
IMC				0.273

Fuente: Elaboración propia.

Los dos métodos se correlacionan mejor si hay un IMC más alto. No se observa correlación entre el IMC con las horas sedentes, en ninguno de los dos grupos.

Cuando se realizó la prueba de dependencia de Chi cuadrado de Pearson para la **edad** categorizada en personas de entre 18 y 38 años o personas de 39 o más años, contra las demás variables categóricas, se encontró (tabla 13) asociación entre la edad categorizada y el nivel de porcentaje graso por antropometría (bajo, normal, alto y muy alto) y nivel del perímetro de cintura (normal y anormal). Se encontró que los niveles por antropometría de porcentaje graso normal y alto se asoció con los más jóvenes, mientras que los niveles de porcentaje alto y muy alto con los mayores. El perímetro de cintura normal se asocia a los más jóvenes y el anormal con los mayores.

**Tabla 13. Prueba chi cuadrado de la edad categorizada contra las demás variables (P valor)**

Variables cruzadas	Pvalor
Nivel IMC vs. Edad categorizada	0.077
Nivel de Antropometría vs. Edad categorizada	<b>0.004</b>
Nivel de Bioimpedancia vs. Edad categorizada	0.649
Nivel de Actividad física vs. Edad categorizada	0.279
Nivel de Perímetro vs. Edad categorizada	<b>0.031</b>

Fuente: Elaboración propia.



Como se observa en la tabla 14, para los dos grupos etarios hay asociación o dependencia entre el nivel del IMC y nivel de perímetro de cintura con los dos métodos (niveles por antropometría y Bioimpedancia); el nivel de antropometría alto se asocia a nivel de bioimpedancia normal o alto.

El nivel de antropometría y bioimpedancia normal se asocian a perímetro de cintura normal en los jóvenes, mientras que no se encontró asociación entre el perímetro de cintura y el porcentaje graso medido por bioimpedancia en el grupo de mayores.

El nivel medido por antropometría y por bioimpedancia se correlacionan entre sí en los dos grupos etarios (0.003 y 0.015 respectivamente).

En general, no se encontró asociación entre métodos dependiente de la edad, el sexo o el nivel de actividad física.

**Tabla 14. Prueba chi cuadrado de Nivel de antropometría o Nivel de Bioimpedancia categorizadas, contra las demás variables (P valor)**

Variables cruzadas	18 a 38 años		39 o más años	
	Nivel de Antropometría	Nivel de Bioimpedancia	Nivel de Antropometría	Nivel de Bioimpedancia
Sexo vs Nivel por antropometría o Nivel de bioimpedancia	0.301	0.837	0.574	0.905
Nivel de IMC vs Nivel por antropometría o Nivel de bioimpedancia	<b>0.002</b>	<b>0.002</b>	<b>0.005</b>	<b>0.003</b>
Nivel por antropometría o Nivel de bioimpedancia.	-	<b>0.003</b>	-	<b>0.015</b>
Nivel por Bioimpedancia vs. Nivel por Antropometría.	<b>0.003</b>	-	<b>0.015</b>	-
Actividad física vs Nivel por antropometría o Nivel de bioimpedancia	0.938	0.081	0.582	0.210
Nivel de Perímetro vs Nivel por antropometría o Nivel por bioimpedancia	<b>&lt;0.001</b>	<b>0.004</b>	<b>0.001</b>	0.090

Fuente: Elaboración propia.



### ***3.2.4 Concordancia de los métodos objeto de estudio para valorar la composición corporal***

Se calculó el coeficiente de correlación concordancia de Lin entre el porcentaje de grasa antropométrico y el porcentaje de grasa por bioimpedancia, discriminando por: sexo, edad, nivel de actividad física, IMC y perímetro de cintura.

De acuerdo con los coeficientes de concordancia de Lin encontrados (tabla 15), todos tiene una pobre concordancia (menores de 0.9), a excepción del reportado para actividad física moderada en personas jóvenes (0.9463). También llama la atención que estos coeficientes son mayores para todos los casos en las personas menores.

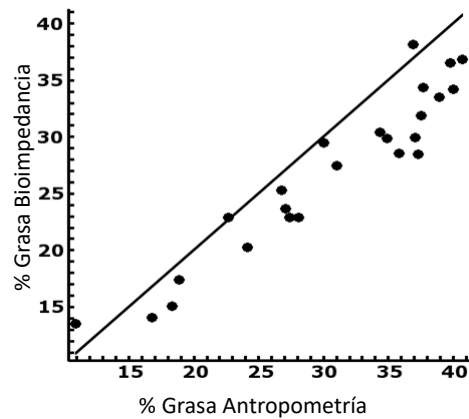
Tabla 15. Coeficiente de concordancia de Lin

Variable	Categorías	Número de personas	Coeficiente de concordancia de Lin	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Edad	Jóvenes	24	0.8550	0.7344	0.9232
	Mayores	28	0.5977	0.3840	0.7507
Sexo	Mujeres jóvenes	18	0.6557	0.4130	0.8115
	Mujeres mayores	17	0.5141	0.2171	0.7240
	Hombres jóvenes	6	0.8574	0.3901	0.9735
	Hombres mayores	11	0.1185	0.0000	0.3846
Nivel de actividad física	Sedentario jóvenes	12	0.8145	0.5550	0.9296
	Moderado jóvenes	3	<b>0.9463</b>	0.6364	0.9932
	Alto jóvenes	9	0.8084	0.5385	0.9279
	Sedentario mayores	18	0.6445	0.3884	0.8082
	Moderado mayores	5	0.8175	0.1393	0.9736
	Alto mayores	5	0.0000	0.0000	0.3006
IMC	Normopeso jóvenes	13	0.8197	0.6157	0.9208
	Sobrepeso jóvenes	10	0.7221	0.4194	0.8803
	Obesidad I jóvenes	1	-	-	-
	Normopeso mayores	9	0.3792	0.0000	0.6869
	Sobrepeso mayores	12	0.5332	0.1615	0.7724
	Obesidad I mayores	7	0.7323	0.2871	0.9173
Perímetro de cintura	Normal jóvenes	13	0.8443	0.6502	0.9349
	Anormal jóvenes	11	0.7064	0.3711	0.8788
	Normal mayores	7	0.4257	0.000	0.7859
	Anormal mayores	21	0.5306	0.2758	0.7158

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9, Se observa la distribución dispersa de los datos con tendencia a concentrarse por debajo de la línea por lo que se interpreta que las mediciones realizadas por antropometría son mayores que por bioimpedancia.

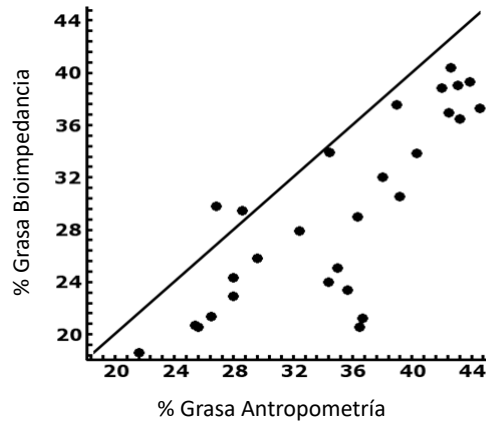
**Figura 9. Concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas de 18 a 38 años.**



Fuente: propia

Al igual que en los jóvenes, en la figura 10 se observa que la distribución dispersa de los datos con tendencia a concentrarse por debajo de la línea por lo que se interpreta que las mediciones realizadas por antropometría son mayores que por bioimpedancia.

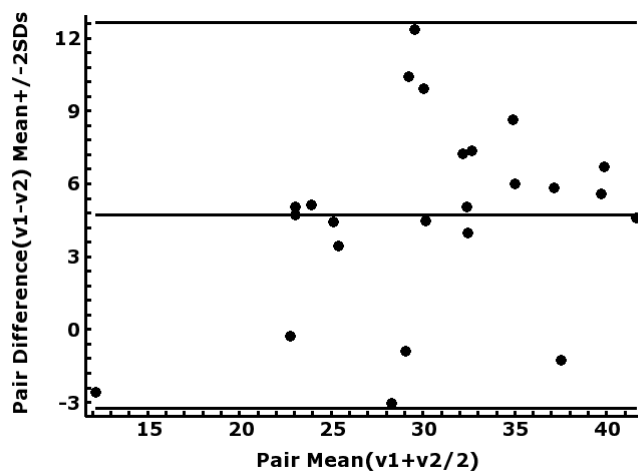
**Figura 10. Concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas con 39 y más años.**



Fuente: propia

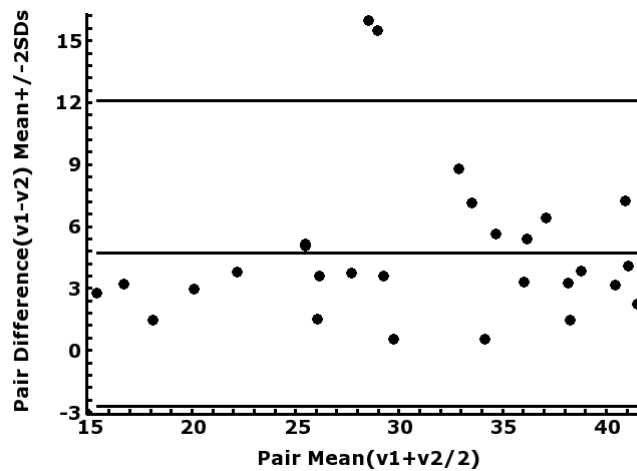
Las figuras 11 y 12 de Bland and Altman en ambos grupos etarios, permiten ver que el 95% de los valores están dentro de las dos desviaciones estándar establecidas. Se observa que la distribución de los datos está representada uniformemente en la gráfica y que la media se ubica sobre 4.7 lo que se interpreta como que la antropometría sobreestima la medida (porcentaje grasa) con respecto a la medida por bioimpedancia eléctrica.

**Figura 11. Gráfico de Bland y Altman para concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas de 18 a 38 años (gráfico realizado con el software estadístico Statstodo)**



Fuente: propia

**Figura 12. Gráfico de Bland y Altman para concordancia entre % de grasa medido por antropometría y % de grasa medido por bioimpedancia en personas con 39 y más años.**



Fuente: propia

### 3.2.5 Potencia de la prueba

Con el tamaño de muestra trabajado en jóvenes, y de 39 y más años, se obtuvo una potencia de la prueba del 99%, lo que indica que es suficiente para ambos casos.

## 3.3 Discusión

Teniendo en cuenta que, la valoración de la composición corporal definida en el Análisis de la Situación de Salud-ASIS 2020, como una característica dinámica de los seres humanos, varía en el transcurso del tiempo y en función de la edad y sexo de los individuos y está determinada por factores endógenos, no modificables (10)(26), y por factores exógenos sobre los que el individuo puede actuar; nutrición, actividad física y presencia de enfermedad (10)(26); que su valoración, ha adquirido un protagonismo creciente en los últimos años, porque reflejan en



general cambio sociales, económicos y demográficos en especial el aumento de personas mayores de 65 años, el sobrepeso, la obesidad que se ha asociado a aumento de la morbimortalidad y, de manera particular, de las enfermedades cardiovasculares (2,117). Así mismo, el aumento del porcentaje graso se encuentra fuertemente involucrado además del aumento del riesgo cardio metabólico con diferentes tipos de cáncer como: colon, endometrio y enfermedades osteomusculares (118,119), que afectan el equilibrio y la salud del individuo a la vez que afecta el entorno familiar y se convierte en un factor negativo en salud pública.

En este contexto, el poder contar con una herramienta que facilite la evaluación de la composición corporal CC cumpliendo con las condiciones de ser de bajo costo, portátil y de fácil ejecución y que logre una aceptable validez a nivel de la atención primaria en salud, se convierte en un hecho que favorece la identificación temprana de los factores de riesgo y su intervención.

El propósito del estudio fue evaluar el nivel de concordancia entre la antropometría y el análisis de bioimpedancia eléctrica para valorar el porcentaje graso en adultos entre 18 y 59 años de la Universidad de Caldas. En general los resultados muestran que no hay concordancia entre los métodos analizados por lo que se consideran que no son intercambiables, lo que lleva a rechazar la hipótesis alternativa. En los estudios encontrados en la literatura, se observa que, en los análisis estadísticos, utilizan de manera indistinta herramientas para evaluar correlación y concordancia, lo que dificulta la comparación entre estudios y se puede considerar la razón de las diferencias.

### **3.3.1 IMC**

Se halló que el porcentaje graso por ABE alto o muy alto se asocia a normopeso o sobrepeso; este resultado es consistente con el estudio de Gomez-Ambrosi, Silva y col. (53) en adultos donde reportan que el 29% de los sujetos clasificados como delgados y el 80% de los clasificados como con sobrepeso según el IMC tenían un porcentaje de graso dentro del rango de obesidad. La Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES) donde se reporta qué niveles de IMC de 25kg/ m<sup>2</sup> pueden mostrar diferencias en % graso respecto al ABE entre 13.8% y 35.3% en hombres y 26.4 a 32.8% en mujeres (86), lo que constituye una gran limitación para el uso exclusivo del IMC para evaluar el porcentaje graso del individuo. Se reconoce que la persona definida como obeso por IMC ha demostrado de manera consistente su mayor morbi-mortalidad;



la discusión se centra en la persona con nivel por IMC de sobrepeso, al no poderse definir el porcentaje graso corporal, se subvalora el riesgo y limita la intervención temprana (47).

### **3.3.2 Perímetro de cintura**

En los participantes de más de 38 años, no se encontró asociación entre el nivel del perímetro de cintura anormal con el nivel alto del porcentaje graso por bioimpedancia, situación que le da relevancia al artículo de Ross (120) donde recomendó la utilización del perímetro de cintura como el quinto signo vital por la asociación encontrada entre esta variable y el riesgo metabólico, independiente del porcentaje graso medido.

### **3.3.3 Actividad Física**

Se evidenció un bajo nivel de actividad física en los dos grupos estudiados con un 50% para los de 18 a 38 años y 64.3% para los de 39 y más años, estos resultados contrastan fuertemente con los resultados obtenidos en el estudio de Peña y col en 2009 (89) realizado también en funcionarios de la universidad donde el nivel de actividad física moderada era de 37.7 % y vigorosa en el 11.5%. Se puede relacionar con procesos del aislamiento obligatorio por la pandemia del CovidCov-2 y al aumento del uso de las TICs.

### **3.3.4 Horas sedente**

Respecto a las horas sedentes, en el estudio se encontró que los jóvenes tenían en promedio 6.8 horas sedentes comparado con las 8.4 de los mayores, es semejante con los resultados obtenidos en el estudio multicéntrico realizado por Bullock, Griffiths, Sherar y Clemes en 2016 (91) donde la media de horas sedentes reportada fue de 6 horas por día.



### **3.3.5 Porcentaje grasa**

El valor promedio de porcentaje grasa en el presente estudio fue de  $30.5\% \pm 8.5$  por antropometría y de  $27\% \pm 7.3$  por bioimpedancia en el grupo de 18-38 años que contrasta con los resultados de Cardozo, Cuervo y Murcia en 2016 en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá donde encontró un porcentaje grasa medio en hombres  $16.4 \pm 4.2\%$  vs. mujeres  $25.0 \pm 6.7\%$  en el mismo rango de edad (14). Paralelamente, en el grupo de 39 o más años muestran un porcentaje grasa del  $35.0\% \pm 6.7$  por antropometría que contrasta con el estudio de Martínez Roldan realizado en mayores de 50 años donde encontró porcentaje grasa por antropometría en  $29.6 \pm 3.6\%$  en hombres y  $36.8 \pm 3.1\%$  para mujeres(121).

Cuando analizamos la correlación entre variables encontramos que no se observa correlación entre el IMC y las horas sedentes en los dos grupos etarios (18-38 años  $p=0.732$  y en 39 o más años  $p=0.273$ ), lo que es contrario a la literatura donde se ha encontrado relación entre estas variables (105)(122).

Para los valores de porcentaje grasa encontrado en nuestro estudio hay una buena correlación entre los dos métodos y una mala concordancia logrando un coeficiente de correlación concordancia de Lin en nivel aceptable (0.9463) solo en jóvenes con nivel de actividad física moderada. En la literatura revisada no se encontró la variable de actividad física como factor a favor o en contra de la concordancia entre métodos por lo que no se puede comparar por otros estudios.

Revisando la literatura se muestran resultados donde no encuentran concordancia entre los mismos métodos aplicados en el presente estudio (14)(15)(17)(20)(66)(107)(123–125). Por ejemplo, en el meta análisis realizado en Dinamarca en 2013 (16) se analizaron 55 estudios que evaluaron los porcentajes de grasa corporal mediante el análisis de bioimpedancia eléctrica y su relación con IMC, concluyen que el porcentaje grasa varía mucho con la población, edad y género; sin embargo, en general los resultados obtenidos por análisis de bioimpedancia, demuestran un fuerte contraste y de manera lineal con eventos en salud. Si bien, el IMC en niveles altos o bajos se asocia con enfermedades crónicas, su incapacidad para definir la composición corporal y en especial el porcentaje grasa limita su utilidad para identificar el factor

de riesgo real. El porcentaje graso es el que está directamente relacionado con trastornos cardiovasculares como factor de riesgo independiente para eventos coronarios y muerte por enfermedad cardiovascular (9).

El estudio realizado por Moreno y col. con adultos de 16 a 62 años comparando el ABE con varias ecuaciones para cálculo del porcentaje graso mediante la toma de pliegues, no encontraron concordancia utilizando el gráfico de Bland & Altman con la mayoría de las ecuaciones.

Finalmente, el estudio realizado por Aristizábal donde compara los dos métodos en adultos sanos, encontraron que el porcentaje graso estimado por pliegues es mayor que el estimado por ABE, por lo que se sugiere que los métodos tienen una baja concordancia y no son intercambiables (107).

En los estudios referidos se encuentra una gran heterogeneidad en las poblaciones incluyendo grupos de niños, adultos mayores, poblaciones activas físicamente.

Por otro lado, se cuenta con estudios donde encuentran concordancia entre los dos métodos(7)(11–13)(109)(126–128). El estudio realizado por Hernández-Ruiz (129) en mujeres, encontraron un nivel de concordancia bueno entre IMC y ABE, la limitación de este estudio es la participación de solo mujeres, lo que excluye la comparación entre métodos por sexo.

El estudio realizado por Silveira (7) con adultos mayores (donde es conocido los cambios de la composición corporal asociada al proceso de envejecimiento), encontraron una fuerte concordancia entre ABE y porcentaje graso calculado por pliegues cutáneos, utilizando el Coeficiente de correlación concordancia CCC de Lin. Sin embargo, revisando los datos proporcionados por los autores y de acuerdo con la interpretación de coeficiente daría un nivel de concordancia pobre (115).

Finalmente, el estudio realizado por Quin, Yang y colaboradores (127) en China con la participación de 1379 personas evaluó la correlación entre métodos antropométricos y la bioimpedancia, encontrando una alta correlación mediante el coeficiente de Pearson que solo muestra que los métodos se relacionan de manera positiva o negativa pero no dice el grado de acuerdo.

Se puede observar que el análisis de los diferentes estudios es complejo por la selección de poblaciones muy específicas lo que dificulta generalizar los resultados, los objetivos varían entre



correlación o concordancia por lo que los estadísticos que se utilizan son muy diferentes entre ellos dificultando su comparación.

Al igual que el estudio de Aristizábal (107) en nuestro estudio el nivel de concordancia entre métodos es más cercano en jóvenes, con índice de Lin en ambos sexos (0.85) , hombres jóvenes (CCC=0.85) y jóvenes con cintura normal (CCC=0.84), que aunque se interpreta como pobre, son más altos respecto a las demás variables independiente del grupo etario analizado.

## Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

Los dos métodos demostraron fuerte correlación, pero baja concordancia y solo pueden ser intercambiables en jóvenes con actividad física moderada.

Se encontró fuerte relación entre el perímetro de cintura y el porcentaje graso por lo que en ambientes clínicos de atención primaria donde no se cuenta con análisis de bioimpedancia y el IMC no es confiable, se puede recomendar el perímetro de cintura y su valor en reflejar en porcentaje graso, como el quinto signo vital.

Se encontró un aumento del perímetro de cintura y porcentaje graso medido por antropometría a medida que se aumenta de edad.

Se debe prestar atención a los estadísticos utilizados en los estudios de concordancia para mejorar la interpretación de los resultados.

La población de la Universidad de Caldas muestra un alto porcentaje graso medido por análisis de bioimpedancia y un perímetro de cintura anormal de manera particular en los de 39 años o más con un nivel bajo de actividad física en ambos grupos etarios.

Se encontraron limitaciones para la interpretación del IPAQ-c en la situación actual donde hay restricción de la movilidad, el aislamiento y el trabajo en casas, especialmente el auto reporte de las horas sedentes. Se puede pensar que no fue diseñado para las situaciones de movilidad reducida que fueron tomadas para disminuir el riesgo de contagio con SARS-CoV-2.

## 4.2 Recomendaciones

Los resultados del estudio sugieren que es pertinente iniciar tempranamente la estratificación de riesgo cardíaco metabólico en los adultos sanos, utilizando los medios disponibles antropometría, bioimpedancia y perímetro de cintura. Esta recomendación coincide con la entrada en vigor de la Resolución 3280 de 2018 (130).

Se recomienda que, ante la evidencia aportada en la literatura y los resultados del presente estudio, que relaciona el valor del perímetro de cintura con el porcentaje de grasa abdominal, la realización del perímetro en todos los niveles de la atención de salud es una estrategia de bajo costo, fácil acceso y de alto valor por lo que se debe incluir como un quinto signo vital.

Utilizar un estadístico fuerte como el coeficiente de correlación de concordancia de Lin-CCC, porque tiene las siguientes ventajas: califica la fuerza del acuerdo de una forma más exigente, combina una medida de precisión con una medida de exactitud, evalúa el grado de reproducibilidad entre métodos y es más robusta incluso con poblaciones pequeñas.

Los resultados contribuyen en la caracterización de los integrantes de la Universidad de Caldas y se piensa que, es una oportunidad para darle continuidad mediante un estudio más amplio que incluya a toda la comunidad universitaria que permita adicionar otras variables, en especial si se tiene en cuenta la poca información que tenemos al respecto en el medio. Requiere contar con el apoyo de la Administración de la Universidad de Caldas para que se vincule el proyecto como programa de Bienestar Universitario y de la oficina de Salud y Seguridad en el Trabajo constituyéndose en una oportunidad de aportar en el mejoramiento de la salud de la comunidad universitaria.

Contar con la Maestría en Actividad Física para la Salud para el diseño y ejecución del programa de evaluación e intervención en la Universidad de Caldas, acorde a las necesidades.

Diseño y ejecución de un proyecto de proyección que esté direccionado a los adultos laboralmente productivos vinculados a las diferentes empresas de la ciudad que pueda convertirse en una oportunidad de intercambio de servicios para la Universidad.

Desarrollar cursos de capacitación orientados a los profesionales médicos y licenciados en educación física para realizar la adecuada valoración de la composición corporal desde los diferentes ámbitos.



Vincularse con otros grupos de investigación nacionales interesados en el tema para diseñar estudios que permitan establecer los valores normales de porcentaje graso de la población colombiana, información útil, de importancia médica, económica y social.

Se plantea un posible escenario de investigación donde se analice la validez de los cuestionarios de auto reporte sobre actividad física vigentes teniendo en las circunstancias actuales de pandemia.

### **4.3 Fortalezas**

El estudio fue ejecutado con rigor metodológico cumpliendo con la reglamentación colombiana sobre seguridad de los sujetos de estudio y cumpliendo con los protocolos de bioseguridad de la universidad y del laboratorio donde se realizó.

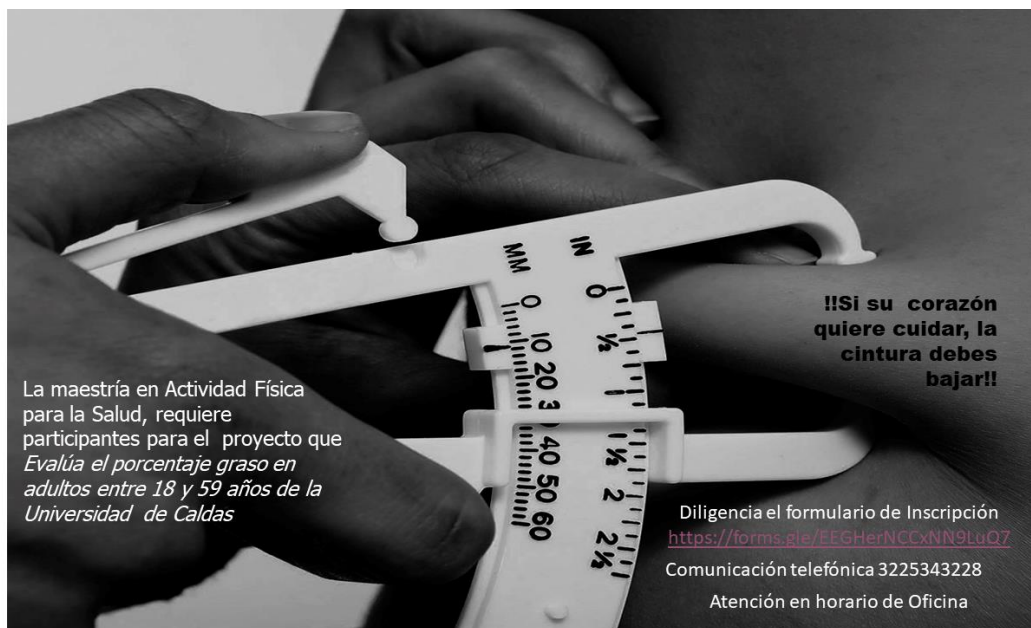
El contar con un equipo portátil de bioimpedancia eléctrica aceptado por la Comunidad Europea en 2017 y que facilita la toma técnica de la medida.

### **4.4 Debilidades**

Disponer de una muestra más pequeña de la originalmente propuesta en virtud de las circunstancias inusuales que acarreó la pandemia por el SAR-CoV-2 y el aislamiento obligatorio, lo que no permitió hacer un análisis diferenciado por facultades de la Universidad como inicialmente se consideró, pero con la potencia suficiente para generalizar los resultados a la comunidad universitaria y generando grandes retos para la ejecución del proyecto.

## 5. Anexos

### Anexo 1. Banner para convocar la participación en el proyecto



Fuente: Diseño propio. La imagen está diseñada con fines publicitarios para convocar a la comunidad universitaria y no corresponde con los equipos utilizados durante el estudio.

## Anexo 2. Hoja de información consentimiento informado



### HOJA INFORMACION CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Proyecto de investigación:**

**CONCORDANCIA ENTRE BIOIMPEDANCIA Y ANTROPOMETRÍA PARA MEDIR EL PORCENTAJE DE GRASA EN ADULTOS EN UNA UNIVERSIDAD EN LA CIUDAD DE MANIZALES.**

**Manizales, \_\_\_\_\_ del 2020**

Hoja de información para voluntarios:

**Estimado(a) señor (a) \_\_\_\_\_:**

La Maestría en Actividad física para la Salud de la Universidad de Caldas ha decidido realizar un estudio donde se pretende buscar la similitud entre dos métodos de frecuente uso en nuestro medio, para evaluar la composición corporal de los adultos entre 18 y 59 años en una universidad de la ciudad de Manizales.

**Justificación:** El proyecto tiene como objetivo realizar la evaluación de la composición corporal de los individuos por diferentes métodos, la información es valiosa porque permite hacer una aproximación más precisa sobre el contenido de masa grasa con respecto al peso total de los individuos. La información recolectada, favorece intervenciones más precisas que propendan por la identificación temprana del aumento de masas grasa ya que esta se encuentra estrechamente relacionada con las enfermedades crónicas no trasmisibles y de manera particular con las enfermedades de tipo cardiovascular como la diabetes, hipertensión y obesidad.

Los procedimientos que se realizarán serán los siguientes:

Toda la evaluación será desarrollada en el laboratorio de Investigación del grupo de Nutrición Seguridad Alimentaria y Metabolismo de la Universidad de Caldas ubicado en la sede central en





el laboratorio E-204. Las pruebas están clasificadas como de riesgo mínimo. Sin embargo, en caso de presentarse complicaciones, usted deberá acudir al servicio médico a que tiene derecho. Para el desarrollo del siguiente estudio de han tomado todas las medidas de Bioseguridad en cumplimiento con la reglamentación del Estado y la Universidad y contamos con el aval de la oficina de Seguridad y Salud en el trabajo y Planeación de la Universidad.

Orden de los procedimientos:

1. Hoja información consentimiento informado: se hará lectura de la información relevante sobre el proyecto y procedimientos a realizar.
2. Firma de consentimiento informado
3. Encuesta previa, (nombre, identificación, sexo, edad, teléfono, tipo de participante, presencia de patologías previas); los datos, solo serán conocidos por el investigador principal (Bibiana Hurtado Montes) y no serán revelados en ningún momento del estudio.
4. Aplicación del cuestionario IPAQ corto para valorar el nivel de actividad física que realiza actualmente.
5. Evaluación Clínica: La evaluación se realizará siempre por la médica, que es además la investigadora principal. Se tomarán: peso, talla, pliegues de grasa en la parte anterior y posterior del brazo dominante, en la espalda y abdomen y perímetro del abdomen.
6. Medición de Bioimpedancia Eléctrica Total: El equipo de bioimpedancia permite medir la resistencia eléctrica de los tejidos humanos. Produce un estímulo eléctrico que no es nocivo ni detectado por la persona, y se mide la respuesta con electrodos colocados en la piel. Las mediciones se realizan sentado en silla de plástico, en ropa interior y con una bata hospitalaria. El procedimiento dura aproximadamente 1 minutos, y no produce ningún síntoma molesto en la persona.
7. Al finalizar la toma de las medidas, se proporciona un pequeño refrigerio al momento de salir del laboratorio en virtud de que se requiere un ayuno de 4 horas para realizar la toma de los datos.

**Molestias o riesgos esperados:** No se consideran riesgos o molestias de la aplicación de los cuestionarios o del examen clínico general, ya que son similares a una consulta médica común. El examen de Bioimpedancia Eléctrica no representa ningún riesgo o molestia para el paciente.

**Beneficios que puedan obtenerse:** Los estudios de investigación generalmente no conducen a resultados inmediatos que puedan ser utilizados en las personas participantes. Sin embargo, con los datos obtenidos se suministrará información útil a los pacientes acerca de su peso saludable, el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa que tiene y finalmente recibirán



recomendaciones generales de nutrición saludable y actividad física de acuerdo con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud-OMS.

**Garantía de respuesta a preguntas y dudas y libertad de retirarse en cualquier momento:**

El médico participante en el proyecto estará disponible para responder cualquier inquietud. Igualmente, usted tiene la libertad de retirarse del estudio en cualquier momento, sin ninguna consecuencia negativa para usted, y sin necesidad de dar explicaciones al respecto.

**Garantía de anonimato y confidencialidad:** Todos los datos sobre los participantes en el presente proyecto son de carácter confidencial, los resultados siempre serán tratados de manera anónima, y sólo la médica responsable del proyecto tendrá acceso directo a ellos. Los resultados finales de las mediciones, sin referencia específica a los sujetos participantes, se utilizarán para ser divulgados entre la comunidad científica nacional o internacional a través de artículos científicos o conferencias en congresos.

**Gastos adicionales, tratamiento médico o indemnización:** La evaluación clínica y las medidas de bioimpedancia eléctrica son completamente gratuitas para los participantes. Sin embargo, el proyecto no cubre los gastos de desplazamiento para los participantes. No se espera que haya lugar a gastos adicionales por su participación en el proyecto y no hay lugar a tratamiento médico o indemnización por parte de la institución en caso eventual de daños.

Es por esto por lo que estamos invitándolo a participar voluntariamente además el proyecto cuenta con el aval del Comité de Ética de la universidad de Caldas y será llevado a cabo por profesores universitarios capacitados para su ejecución. Si finalmente, decide aceptar nuestra invitación a participar, amablemente le solicitamos, firmar el Consentimiento Informado anexo, para proceder a realizar las pruebas.

Para cualquier información, puede contactar con el investigador principal:

Dra. Bibiana Hurtado Montes. Celular 3136962820. E-mail: [bibiana.hurtado@ucaldas.edu.co](mailto:bibiana.hurtado@ucaldas.edu.co)

Teléfono oficina en la Universidad de Caldas: (6)-8781500, extensión 31262

## Anexo 3. CARTA DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA



UNIVERSIDAD DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD  
COMITÉ DE BIOÉTICA

FECHA	26 de Agosto de 2020
CONSECUTIVO	CBCS-070

Nombre del Investigador	Bibiana Hurtado Montes
Facultad	Ciencias para la Salud
Grupo de Investigación	Nutrición, seguridad alimentaria y metabolismo
Proyecto de Investigación	Concordancia entre bioimpedancia y antropometría para medir el porcentaje de grasa en adultos en la ciudad de Manizales

**EVALUACIÓN:**

Se considera una investigación con **RIESGO MÍNIMO**, de acuerdo a la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud.

**CONSIDERACIONES:**

Se debe tener en cuenta que se realizará la investigación sobre población subordinada.

Se debe tener en cuenta el manejo, anonimización y custodia de los datos.

Los investigadores deben tener en cuenta que si existen cambios en la formulación del proyecto o el consentimiento informado esto debe ser informado a este Comité.

El Comité podrá solicitar información posterior sobre el desarrollo del proyecto y los cambios de acuerdo a las recomendaciones solicitadas.

ACTA No 014 de 2020
SE APRUEBA ( x )
SE APRUEBA CON RECOMENDACIONES ( )
NO SE APRUEBA ( )



**NATALIA GARCÍA RESTREPO**  
Presidente

## Anexo 4. Firma del consentimiento informado



### FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO

Institución/es a nombre de o en la/s cual/es se presenta o realiza el proyecto: <b>UNIVERSIDAD DE CALDAS</b>
Nombre del proyecto: <b>CONCORDANCIA ENTRE BIOIMPEDANCIA Y ANTROPOMETRÍA PARA MEDIR EL PORCENTAJE DE GRASA EN ADULTOS EN UNA UNIVERSIDAD EN LA CIUDAD DE MANIZALES.</b>
Nombre del investigador responsable: BIBIANA HURTADO MONTES
Por favor, marque con una X el espacio correspondiente con relación a cada una de las siguientes afirmaciones:
Confirmando que he leído y entiendo la Hoja de Información del proyecto, que he tenido la oportunidad de realizar todas las preguntas y formular todas las dudas sobre el mismo que he considerado necesarias, las cuales me han sido respondidas de manera satisfactoria: <b>No</b> ___ <b>Si</b> ___
Confirmando que mi participación es voluntaria, que no se ha ejercido ninguna presión para participar en el programa y que me puedo retirar del mismo en cualquier momento, sin que ello tenga ninguna implicación negativa para mí. En caso de retirarme, también estoy en libertad de dar o no dar explicaciones sobre los motivos para ello: <b>No</b> ___ <b>Si</b> ___
Entiendo que la información que se recolecte sobre mí será de carácter confidencial, se manejará de manera anónima y sólo podrá ser consultada por personas responsables debidamente autorizadas para ello: <b>No</b> ___ <b>Si</b> ___
Acepto que los resultados obtenidos sean utilizados para publicaciones de carácter científico y para su difusión general, en beneficio de la ciencia y de la sociedad, conservando la anonimidad: <b>No</b> ___ <b>Si</b> ___
Acepto participar, por voluntad propia, en el proyecto arriba mencionado: <b>No</b> ___ <b>Si</b> ___

	Nombre completo de:	Fecha (Día/Mes/Año)	Firma
Participante	_____	_____	_____
Testigo:	_____	_____	_____
Responsable:	_____	_____	_____
Quien diligencia:	_____	_____	_____

<b>Observaciones:</b>
-----------------------

## Anexo 5. Cuestionario para la entrevista



Maestría en  
Actividad Física  
para la Salud

### CUESTIONARIO PARA ENTREVISTA

La siguiente información es importante para el estudio y nos permite conocer más de Usted.

Nombre del participante: \_\_\_\_\_

Cédula de Ciudadanía: \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Años                      Sexo: H \_\_\_\_ M \_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos de contacto: Fijo \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_

Tipo de participante: Empleado \_\_\_\_

Docente \_\_\_\_ Departamento \_\_\_\_\_

Estudiante \_\_\_\_ Programa \_\_\_\_\_

Antecedentes personales:

1- Patológicos: Diabetes Mellitus \_\_\_\_ Hipertensión Arterial \_\_\_\_

Enfermedad Renal \_\_\_\_ Insuficiencia Venosa crónica \_\_\_\_

Enfermedad Hepática \_\_\_\_ Enfermedad cardiaca crónica \_\_\_\_

Enfermedad del colágeno \_\_\_\_

2- ¿Presenta actualmente edemas o hinchazones? si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

3- ¿Toma medicamentos como diuréticos o corticoides? ¿Dosis?:

\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

4- Tiene alguna limitación de la movilidad: Amputaciones \_\_

Parálisis \_\_\_\_

5- Presenta elementos externos como:

Marcapasos \_\_\_\_\_ Resincronizadores \_\_\_\_\_

Prótesis Médicas \_\_\_\_\_

Prótesis Cosméticas \_\_\_\_\_

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Fecha de la firma: \_\_\_\_\_

**¡Muchas gracias por su participación!**



## Anexo 6. Formato de toma de medidas

FORMATO DE TOMA DE MEDIDAS					
Nombre: _____					
c c: _____					
Pliegues (mm)		1 toma	2toma	3 toma	% grasa por BIA
	BICIPITAL				
	TRICIPITAL				
	SUBESCAPULAR				
	SUPRAILIACO				
	% GRASO				
Perímetro abdominal (cm)					
Peso (Kg)					
Talla (metros)					
IMC					



## Anexo 7. Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Nos interesa conocer el tipo de actividad física que usted realiza en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que destinó a estar activo/a en los últimos 7 días.

1.- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizo actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, ejercicios hacer aeróbicos o andar rápido en bicicleta?		
Días por semana (indique el número)		
Ninguna actividad física intensa (pase a la pregunta 3)		
2.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		
3- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta a velocidad regular? No incluya caminar		
Días por semana (indicar el número)		
Ninguna actividad física moderada (pase a la pregunta 5)		
4.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		





5.- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?		
Días por semana (indique el número)		
Ninguna caminata (pase a la pregunta 7)		
6.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		
7.- Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?		
Indique cuántas horas por día		
Indique cuántos minutos por día		
No sabe/no está seguro		

**CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN:**

**Actividad Física Moderada:**

1. 3 o más días de actividad física vigorosa por lo menos 20 minutos por día.
2. 5 o más días de actividad física moderada y/o caminata al menos 30 minutos por día.
3. 5 o más días de cualquiera de las combinaciones de caminata, actividad física moderada o vigorosa logrando como mínimo un total de 600 MET\*.

**Actividad Física Vigorosa:**

- 1- Actividad Física Vigorosa por lo menos 3 días por semana logrando un total de al menos 1500 MET\*.
- 2- 7 días de cualquier combinación de caminata, con actividad física moderada y/o actividad física vigorosa, logrando un total de al menos 3000 MET\*.



\* Unidad de medida de la prueba.

Valor de la prueba:

1. Caminatas:  $3'3 \text{ MET}^* \times \text{minutos de caminata} \times \text{días por semana}$  (Ej.  $3'3 \times 30 \text{ minutos} \times 5 \text{ días} = 495 \text{ MET}$ )

2. Actividad Física Moderada:  $4 \text{ MET}^* \times \text{minutos} \times \text{días por semana}$

3. Actividad Física Vigorosa:  $8 \text{ MET}^* \times \text{minutos} \times \text{días por semana}$

A continuación, sume los tres valores obtenidos:

Total = caminata + actividad física moderada + actividad física vigorosa

RESULTADO: NIVEL DE ACTIVIDAD (señale el que proceda)	
NIVEL ALTO	
NIVEL MODERADO	
NIVEL BAJO O INACTIVO	



## **Anexo 8. Correo confirmatorio de cita y condiciones de toma de muestra**

“Agradezco su interés en participar en el estudio de composición corporal. Según comunicación con la oficina de Gestión Humana y de Salud y de Seguridad en el Trabajo, ya le fue enviada la autorización para ingresar al Laboratorio E 204, del edificio de laboratorios en la sede central el lunes 25 de enero a las 4:00.

Le recuerdo las condiciones para la adecuada toma de la muestra:

-Vejiga vacía

-No haber ingerido bebidas alcohólicas, cafeína o bebidas energizantes en las 12 horas previas al examen.

-4 horas de ayuno

-No realizar deporte extenuante en las 12 horas previas al examen.

-Favor no aplicar cremas o aceites en la piel el día de la evaluación.

Le anexo unas recomendaciones relacionadas con las medidas de protección frente a la infección por COVID-19

Espero poder contar con su participación y que sea una oportunidad para evaluar sus condiciones generales de nutrición.

Si presenta alguna dificultad para asistir le agradecería se comunique al celular 3136962820 y reasignaremos la cita”

## **Anexo 9. Recomendaciones frente a la infección por sars-cov-2 para los participantes**

“Buenos días

La Universidad de Caldas y la Maestría en actividad física para la Salud, le agradece su interés en participar en el proyecto de Investigación “CONCORDANCIA ENTRE BIOIMPEDANCIA Y ANTROPOMETRÍA PARA MEDIR EL PORCENTAJE DE GRASA EN ADULTOS EN LA CIUDAD DE MANIZALES”

En la circunstancia actual de la Pandemia de Coronavirus, es importante para nosotros realizarle las siguientes recomendaciones para minimizar los riesgos tanto en el hogar como en la comunidad:

¿COMO SE PROPAGA?

La mejor manera de prevenir la enfermedad es evitar la exposición a este virus.

Se cree que el virus se propaga principalmente de persona a persona..

- ✓ Entre personas que están en contacto cercano (a una distancia de hasta aproximadamente 2 metros).
- ✓ A través de gotitas respiratorias que se producen cuando una persona infectada tose, estornuda o habla.
- ✓ Estas gotitas pueden terminar en la boca o en la nariz de quienes se encuentran cerca o posiblemente ser inhaladas y llegar a los pulmones.
- ✓ Algunos estudios recientes sugieren que el COVID-19 puede propagarse a través de personas que no presentan síntomas.

Entonces:

1-Trate de salir de su casa solo lo necesario.

2-Use siempre tapabocas, todo el tiempo y de manera adecuada cubriendo boca, nariz y mentón. El objetivo de la mascarilla es proteger a otras personas, en caso de estar infectado.

Todos deben usar una mascarilla en lugares públicos y cuando están con otras personas que no viven en su hogar, especialmente cuando es difícil mantener otras medidas de distanciamiento social.

Los niños menores de 2 años, así como las personas con dificultad para respirar o que están inconscientes, incapacitadas o que por algún otro motivo no pueden quitarse la mascarilla sin ayuda, no deben usar mascarilla.



NO use una mascarilla destinada a trabajadores de atención médica. Actualmente, las mascarillas quirúrgicas y las mascarillas de respiración N95 son suministros fundamentales que deberían reservarse para los trabajadores de la salud y el personal de respuesta a emergencias.

El uso de la mascarilla no reemplaza el distanciamiento social.

3-Cúbrase siempre la boca y la nariz con un pañuelo desechable al toser o estornudar o cúbrase con la parte interna del codo y no escupa. Bote los pañuelos desechables usados a la basura.

Lávese las manos inmediatamente con agua y jabón por al menos 20 segundos. Si no dispone de agua y jabón, límpiese las manos con un desinfectante de manos que contenga al menos un 60 % de alcohol. Ejemplo Alcohol glicerinado con una concentración entre el 60% y 95% Cubra toda la superficie de las manos y frótelas hasta que las sienta secas.

4-Evite tocarse la cara, el virus también se contamina por contacto con nariz y ojos

5-Lave sus manos frecuentemente con agua y jabón por al menos 20 segundos, especialmente después de haber estado en un lugar público, o después de sonarse la nariz, toser o estornudar.

Es de suma importancia que se lave:

- a. Antes de comer o preparar la comida
- b. Antes de tocarse la cara
- c. Después de ir al baño
- d. Después de salir de lugares públicos
- e. Después de sonarse la nariz, toser o estornudar
- f. Después de manipular su mascarilla
- g. Después de cambiar pañales
- h. Después de cuidar a una persona enferma
- i. Después de tocar animales o mascotas

6-Evite el contacto directo:

A-Dentro de su casa: evite tener contacto con personas que están enfermas. De ser posible, mantenga una distancia de 2 metros entre la persona enferma y otros miembros de su hogar. Limpie y desinfecte diariamente las superficies que se tocan con frecuencia . Esto incluye las mesas, las manijas de las puertas, los interruptores de luz, los mesones, las barandas, los escritorios, los teléfonos, los teclados, los inodoros, los grifos, los lavamanos y los lavaplatos. Si las superficies están sucias, límpielas.

B-Fuera de su casa: mantenga una distancia de 2 metros de las personas que no viven en su casa. Recuerde que algunas personas que no tienen síntomas pueden propagar el virus. Si realiza desplazamientos en la calle con acompañantes conserve 2 metros de distancia sin aglomeraciones, evitando el contacto físico al saludar, no hacerlo de mano, abrazo o beso con las otras personas

C-Transporte Público: Se deberá realizar higienización de manos antes y después de cada trayecto.



**FACTORES DE RIESGO INDIVIDUALES:** Identifique si está dentro del grupo considerado de alto riesgo para complicaciones:

- ✓ Cáncer
- ✓ Enfermedad crónica de los riñones
- ✓ EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica)
- ✓ Afecciones cardíacas, tales como insuficiencia cardíaca, enfermedad de la arteria coronaria o miocardiopatías
- ✓ Personas inmunodeprimidas (sistema inmunitario debilitado) por trasplante de órganos sólidos
- ✓ Obesidad
- ✓ Diabetes mellitus tipo 2
- ✓ Fumador activo

Monitoree su salud a diario a diario signos y síntomas como:

Varían desde aquellos que presentan síntomas leves hasta quienes se enferman gravemente. Los síntomas pueden aparecer de 2 a 14 días después de la exposición al virus. Las personas con estos síntomas podrían tener COVID-19:

- ✓ Fiebre o escalofríos
- ✓ Tos
- ✓ Dificultad para respirar (sentir que le falta el aire)
- ✓ Fatiga
- ✓ Dolores musculares y corporales
- ✓ Dolor de cabeza
- ✓ Pérdida reciente del olfato o el gusto
- ✓ Dolor de garganta
- ✓ Congestión o moqueo
- ✓ Náuseas o vómitos
- ✓ Diarrea

Si presenta síntomas sugestivos de CoVID-19, se le recomienda iniciar el aislamiento preventivo en su casa y contactar la línea de atención de la EPS a la cual se encuentra afiliado con el fin de iniciar el proceso de clasificación, tamizaje, conducta y recomendaciones a seguir.

Bibliografía: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/prevention.html>"

## Anexo 10. Protocolo de evaluación antropométrica

La metodología seguida fue la descrita en la Normativa de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).

1. Evaluación antropométrica después del diligenciamiento del cuestionario (datos generales, criterios diagnósticos e IPAQ-corto)
2. Explicación del procedimiento: “ahora vamos a registrar peso, talla, perímetro de cintura. En el brazo derecho vamos a medir los pliegues de grasa, para lo cual voy a marcar unos puntos en la piel. Para esto necesito que el brazo este completamente descubierto desde el hombro”.
3. Toma de la talla (expresada en cm): con estadiómetro digital marca Seca 201®. Estatura Es la distancia entre el vértex (punto más elevado del cráneo) y el plano del suelo. Para hacer la medición, se dispuso al sujeto descalzo, con las piernas juntas, la espalda recta, cuidando que la cabeza estuviera según el plano de Frankfort (formando una línea imaginaria entre el orificio auricular y el borde inferior de la órbita que es paralela al suelo y es perpendicular al eje longitudinal del cuerpo).
4. Toma del peso (expresado en Kg) en una báscula pesa personas marca SECA 201® de piso sin zapatos y con ropa ligera. Para su determinación, se colocó a la persona descalza, y con bata desechable y ropa interior, sobre la plataforma de la báscula, en posición central y simétrica, sin apoyarse en la pared o cualquier otro objeto
5. Con los resultados se calcula el índice de masa corporal IMC utilizando la expresión para el índice de masa corporal de Quetelet, publicado en 1869 (44) :  $IMC = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Estatura}^2 (\text{m}^2)}$



6. Perímetro abdominal (expresados en cm) con Cinta métrica flexible no elástica, metálica, estrecha, de 1mm de precisión, y con un sistema de recogida y extensión de la cinta que mantiene una tensión constante, para medir perímetros y eventualmente, para localizar la mitad entre dos puntos anatómicos determinados. El perímetro de cintura se mide rodeando el contorno de la cintura y cadera respectivamente, vigilando que la cinta métrica en la parte posterior del cuerpo se encuentre horizontal y no hiciera presión sobre la piel a nivel del punto medio entre la reja costal y la cresta suprailíaca durante la espiración



7. La toma de pliegues cutáneos se realizó con el calibrador de pliegues cutáneos digital Skyndex I SM1000A con la **fórmula Durnin 4-Site**





## TÉCNICA PARA MEDICIONES DE PLIEGUES

Se siguieron los lineamientos propuestos por la Sociedad Internacional de cineantropometría ISAK,

1-Antes de medir, asegurarse que el equipo este bien calibrado.

2-El sitio donde se medirá el pliegue cutáneo debe ser ubicado con precisión utilizando las marcas anatómicas correctas. Marque en la piel con una fibra o un lápiz dermatográfico todas las marcas anatómicas para minimizar errores en mediciones repetidas.

3- El pliegue se toma por encima de la marca. Se debe pellizcar de manera que una doble capa de piel más el tejido adiposo subcutáneo subyacente se mantenga presionado entre el dedo pulgar y el índice de la mano izquierda. Los extremos del pulgar y el índice deben estar en línea con el sitio marcado.

4- Los bordes más cercanos de los platillos de compresión de los calibres son aplicados a 1 cm por debajo del pulgar y el índice. Asegúrese que la mano que toma el pliegue sobre la piel continúe comprimiendo el pliegue mientras el calibre está en contacto con el mismo.

5- La medición se registra dos segundos después de haber aplicado la presión total de los calibres

6-Los pliegues deben tomarse en forma sucesiva para evitar desviaciones o vicios del evaluado

Luego, se procede a realizar la toma del pliegue con el plicómetro digital Skyndex I SM1000A.



Se realizaron las tomas por triplicado y se procedió a promediar los valores.

Referencias sobre la marcación de los pliegues:

a-Medición pliegue cutáneo tricipital: Debido a su accesibilidad, el tríceps es el sitio más comúnmente medido. El sitio de pliegue cutáneo del tríceps (tricipital) está en la cara posterior del brazo, sobre el músculo tríceps, a medio camino entre la proyección lateral del proceso acromion de la escápula y el margen inferior del proceso olécranon del cúbito. Estas marcas óseas son fácilmente distinguibles. El punto medio entre los procesos acromion y olécranon debe ser marcado a lo largo del lado lateral (exterior) del brazo. El brazo del sujeto debe luego colgar suelto hacia un lado, con la palma dirigida anteriormente para determinar apropiadamente la línea media posterior. La persona que realiza la medición deberá colocarse detrás del sujeto, sosteniendo el pliegue con la mano izquierda a 1 cm proximal del sitio del pliegue.

b- Medición Pliegue cutáneo Bicipital: Es un pliegue vertical en el aspecto anterior del brazo, sobre la loma del músculo bíceps, directamente opuesto al sitio de pliegue tricipital. La medición pliegue se obtiene pellizcando suavemente la piel suprayacente al músculo bíceps, entre dedo pulgar e índice, 1 cm por debajo del punto medio anterior.

c- Medición pliegue cutáneo subescapular: Se palpará el ángulo inferior de la escápula con el dedo pulgar izquierdo. Luego se usará la cinta antropométrica para marcar la distancia de dos centímetros desde el punto de la punta de la escápula y dibujar una línea a 45°, hacia abajo y lateralmente, con el brazo colgando al costado en posición relajada, se colocará el plicómetro a 1 cm del nivel de ese punto. La medición se realiza con el sujeto de pie, con ambos brazos relajados a los lados.

d- Medición pliegue cutáneo suprailíaco: El sujeto asume una posición de pie relajado con el brazo izquierdo colgando al costado. El brazo derecho debe estar abducido o ubicado cruzando el tronco. La línea del pliegue generalmente corre suavemente hacia abajo en sentido posterior-anterior, como lo determina el pliegue natural de la piel siguiendo las líneas naturales de desdoblamiento de la piel (líneas topológicas llamadas líneas de Langer). Este pliegue cutáneo



es medido justo arriba de la cresta ilíaca en la línea medio axila. En el punto que se interceptan la cresta suprailíaca derecha con el punto medio axilar derecho formando un ángulo de  $45^{\circ}$  con la línea inguinal media, se coloca el plicómetro a nivel del punto

La técnica de la medición antropométrica se puede visitar en la página de Francis Holway, referente mundial en cineantropometría, certificado ISAK Nivel 4, docente invitado del Comité Olímpico de los Estados Unidos, y asesor del Comité Olímpico Internacional. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=wl3Wrlox6go>

## Anexo 11. Ficha Técnica del Skyndex System I

Presión de la punta: 10g/mm<sup>2</sup>

Linealidad: +/- 0.5% FS

Pantalla: 0.5 pulgadas de dígitos, pantalla de cristal líquido de 0.1 mm de resolución

Controles: interruptor de conmutación POWER ON-OFF;

FÓRMULA seleccionar interruptor;

Interruptor de balancín COMMAND para todas las demás funciones.

El diseño permite la operación diestra o zurda.

Alimentación requerida: La unidad se suministra con el adaptador de pared de AC requiere 120 VCA a 2.5W.

La unidad también se puede operar desde una batería de 9v con un drenaje de corriente aproximado de 15ma.

Dimensiones exteriores: 10 1/2" x 7 1/2" x 2 3/4" (26.7 x 19.1 x 7.0mm)

Peso: 14 oz (398 gramos)

### DURNIN FORMULA SPECIFICATION

This section is specifically for your SKYNDEX SYSTEM I programed with the Durnin formula. The Durnin is named after the authors of the original research study. Each formula was developed from the results of underwater weighing and skinfold data taken from several hundred individuals over a wide range of age, body structure, body composition and exercise habits. Specifically, the formulas are (BD=Body Density):

- |                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| 1. Men 17-19   | BD=1.1620 – 0.0630 log (SF) |
| 2. Men 20-29   | BD=1.1631 – 0.0632 log (SF) |
| 3. Men 30-39   | BD=1.1422 – 0.0544 log (SF) |
| 4. Men 40-49   | BD=1.1620 – 0.0700 log (SF) |
| 5. Men 50+     | BD=1.1715 – 0.0779 log (SF) |
| 6. Women 16-19 | BD=1.1549 – 0.0678 log (SF) |
| 7. Women 20-29 | BD=1.1599 – 0.0717 log (SF) |
| 8. Women 30-39 | BD=1.1423 – 0.0632 log (SF) |
| 9. Women 40-49 | BD=1.1333 – 0.0612 log (SF) |
| 10. Women 50+  | BD=1.1339 – 0.0645 log (SF) |

DURNIN FORMULA SWITCH SETTINGS		
MEN	AGE	WOMEN
1	17-19	6
2	20-29	7
3	30-39	8
4	40-49	9
5	50+	10

SKINFOLD SITES (Any Order):  
Biceps, Triceps, Subscapula, Iliac Crest

Where SF = Sum of Biceps, Triceps, Subscapular and Iliac Crest skinfold thicknesses in mm.  
The body fat % is calculated from: % Body Fat = 495/BD – 450

- ❖ Durnin, J.V.G.A. and Wormersley, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness measurements on 481 men and women aged 16-72 years. *Br. J. Nutr.*, vol. 32:77-97, 1974.

17

### SLAUGHTER-LOHMAN FORMULA SPECIFICATION

This section is specifically for your SKYNDEX SYSTEM I programed with the Slaughter formula. The Slaughter is named after the authors of the original research study. Each formula was developed from the results of underwater weighing and skinfold data taken from several hundred individuals over a wide range of age, body structure, body composition and exercise habits. Specifically, the formulas are (BD=Body Density):

## Anexo 12. Protocolo de evaluación bioimpedancia eléctrica

(Según protocolo del grupo de investigación de nutrición, seguridad alimentaria y metabolismo de la Universidad de Caldas)

1. Las medidas de bioimpedancia eléctrica se realizarán después de las mediciones de antropometría
2. El equipo se sostiene con la mano derecha de tal manera que se garantice el contacto en cuatro puntos específicos: últimos 3 dedos de la mano, el pulgar (que a la vez es el dedo que presiona el botón para la toma de la muestra) y dos puntos de contacto en la parte inferior de los maléolos del tobillo derecho. La posición de la persona es sentada con las piernas separadas y el brazo izquierdo sobre la pierna ipsilateral. No debe haber contacto con estructuras metálicas, ni se debe tener accesorios metálicos.

Posición para toma de muestra con Equipo Biody Xpert ZM



1

Colocación estándar de para BIA tetrapolar de frecuencia múltiple (MF-BIA). (25)

## Equipo de Bioimpedancia Biody Xpert ZM



Fuente: Elaboración propia.

Se explicará al paciente en qué consiste el procedimiento: “este equipo mide la resistencia eléctrica de los tejidos, pasa una corriente eléctrica muy pequeña que no se siente, y se mide la resistencia, utilizando contacto con zonas metálicas del equipo previamente humedecidos con agua, la medición se demora unos segundos durante los cuales debe permanecer quieto”

El sujeto debe estar sentado cómodamente en silla de plástico o de madera sobre piso seco, con ropa ligera o en bata hospitalaria, con el brazo y pierna izquierda sin tener contacto con ninguna otra parte del cuerpo.

Terminada la toma de las medidas de resistencia, impedancia, reactancia y ángulo de fase, por vía Bluetooth se envía los datos al computador que tiene la APP de Biody Manager para realizar el análisis y emitir el reporte de manera automática.

## **Anexo 13. Ficha Técnica del Biody XperT ZM II LOT 2020-B SN 3129**

Medidas cuadripolar Pies/mano

Circuito multicapa

Batería NI MHz recargable de 9V

Medidas sobre 5 frecuencias de 5 à 200 kHz

Transfer Bluetooth de las 5 medidas (5 frecuencias y la fase)

Gama de medidas: 20 à 1.500 Ohms

Intensidad del corriente: 800  $\mu$ A

Precisión: Impedancia 1%

Angulo de fase:  $\pm 0.5^\circ$

Peso: 300g

Software de adquisición y de interpretación de medidas

Windows XP/Vista/ 7 / 8/ MAC Windows

Rangos de medición: 20 a 1.500 Ohms

Intensidad de la corriente: 800  $\mu$ A cresta

Biody Manager web servicie software: [www. biodymanager.com](http://www.biodymanager.com)

Duración de vida: 50.000 medidas

Garantía: 2 años

### **CONDICIONES PARA DE LA TOMA**

Vejiga vacía

No haber ingerido bebidas alcohólicas, cafeína o bebidas energizantes en las 12 horas previas al examen.



4 horas de ayuno

No realizar deporte extenuante en las 12 horas previas al examen.

Favor no aplicar cremas o aceites en la piel el día de la evaluación.



## Anexo 14. Reporte para el paciente (Vista frontal)

  <b>Maestría en Actividad Física para la Salud</b>		<b>PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA PARA LA SALUD</b>			
N.º Identificación		Fecha del Examen		Dia/Mes/Año	
Nombre y Apellidos		Fecha de Nacimiento		Dia/Mes/Año	
Sexo		Edad			
Antropometría		Talla:		Peso:	
Perímetro de Cintura				IMC:	
				% graso por BIA	
				% graso por Antropometría	
Evaluador: BIBIANA HURTADO MONTES- MÉDICO Y CIRUJANO- INVESTIGADOR PRINCIPAL					

### REPORTE PARA EL PACIENTE (Vista posterior)

**Recomendaciones Generales**  
**“Si tu corazón quieres cuidar la cintura debes bajar”**

ACTIVIDAD FISICA: 30 minutos por día, un mínimo de 5 días de la semana. Tipo aeróbico como caminar, nadar, montar bicicleta, trotar, bailar. OMS

NUTRICIÓN: Alimentación 5 veces por día que incluya frutas o verduras, baja en grasas especialmente de origen animal y controlada en azúcares refinados como los productos de pastelería, panes, chocolatinas y dulces. Consumo de 6 a 8 vasos de líquidos al día.

NIVELES DE NORMALIDAD		
	NOMINACIÓN	RANGO
<b>IMC:</b>	Bajo peso	menor a 18.5 kg/m <sup>2</sup>
	Peso normal	18.5 a 24.9 Kg/m <sup>2</sup>
	Sobrepeso o pre-obesidad	25-29.9 Kg/ m <sup>2</sup>
	Obesidad grado 1	30-34.9 Kg/ m <sup>2</sup>
	Obesidad grado 2	23.5 – 39.9 Kg/ m <sup>2</sup>
	Obesidad grado 3	más de 40 kg/m <sup>2</sup>
		Organización Mundial de la Salud -OMS

% DE GRASA
HOMBRE: entre 8-21%
MUJER: entre 21 - 33 %
American Journals of Clinical Nutrición-Gallagher

PERÍMETRO DE CINTURA	
MUJER	80 cm
HOMBRE	90 cm
Encuesta Nacional de Salud y Nutrición-ENSIN 2015	

## Referencias Bibliográficas

1. González Jiménez E. Composición corporal: Estudio y utilidad clínica. *Endocrinol y Nutr.* 2013;60(2):69–75.
2. OPS/OMS. Plan de acción para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles en las Americas 2013-2019. 2019 p. 24–7.
3. Costa Moreira O, De Patrocínio Oliveira CE, Candia-Luján R, Romero-Pérez EM, de Paz Fernandez JA. Métodos de evaluación de la masa muscular: Una revisión sistemática de ensayos controlados aleatorios. *Nutr Hosp.* 2015;32(3):977–85.
4. Murray C. Global , regional , and national comparative risk assessment of 84 behavioural , environmental and occupational , and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories , 1990 – 2017: systematic analysis for the Global Burden 2017. *Lancet.* 2018;239(10):1923–94.
5. OMS. Plan de acción mundial para la prevención y el control de las enfermedades crónicas no transmisibles-2013-2020. 2013 p. 1–44.
6. Heyward VH. Una Comparación entre los Métodos de Valoración de la Composición Corporal de Laboratorio y de Campo. *Publice Prem.* 2006;779:1–35.
7. Silveira EA, Barbosa LS, Rodrigues APS, Noll M, De Oliveira C. Body fat percentage assessment by skinfold equation, bioimpedance and densitometry in older adults. *Arch Public Heal.* 2020;78(1):1–9.
8. Alvero-Cruz JR, Carnero EÁ, Fernández-García JC, Expsito JB, De Albornoz Gil MC, Sardinha LB. Validez de los índices de masa corporal y de masa grasa como indicadores de sobrepeso en adolescentes españoles: estudio Escuela. *Med Clin (Barc).* 2010;135(1):8–14.
9. Valentino G, Bustamante MJ, Orellana L, Krämer V, Durán S, Adasme M, et al. Grasa corporal y su relación con la agregación de factores de riesgo cardiovascular. *Nutr Hosp.* 2015;31(5):2253–60.



10. Andreoli A, Garaci F, Cafarelli FP, Guglielmi G. Body composition in clinical practice. *Eur J Radiol.* 2016;85(8):1461–8.
11. Oleas Galeas M, Barahona A, Salazar Lugo R. Índice de masa corporal y porcentaje de grasa en adultos indígenas ecuatorianos Awá. *Arch Latinoam Nutr.* 2017;67(1):42–8.
12. Ortega González Jesús, Eduardo VTF, Marcela VP, Enrique CRC, Cecilia BE, Katia CA, et al. Comparison of classical anthropometry methods and bioelectrical impedance through the determination of body composition in university students. *Nutr Clin y Diet Hosp.* 2018;38(4):164–71.
13. Combest TM, Howard RS, Andrews AM. Comparison of Circumference Body Composition Measurements and Eight-Point Bioelectrical Impedance Analysis to Dual Energy X-Ray Absorptiometry to Measure Body Fat Percentage. *Mil Med.* 2017;182(7):e1908–12.
14. Cardozo LA, Cuervo Guzman YA, Murcia Torres JA. Artículo Original Porcentaje de grasa corporal y prevalencia de sobrepeso-obesidad en estudiantes universitarios de rendimiento deportivo de Bogotá, Colombia. *Nutr clín diet hosp.* 2016;36(3):68–75.
15. Martínez JI, Dipierri JE, Bejarano I, Quispe Y, Alfaro E. Variación de la masa corporal grasa por antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. *Rev Argentina Antropol Biológica.* 2017;20(1):5.
16. Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:S79–85.
17. Ravindranath J, Pillai PPS, Parameswaran S, Kamalanathan SK, Pal GK. Body Fat Analysis in Predialysis Chronic Kidney Disease: Multifrequency Bioimpedance Assay and Anthropometry Compared With Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *J Ren Nutr.* 2016;26(5):315–9.
18. Ministerio de Salud, Bienestar Familiar, Instituto Nacional de Salud, Universidad Nacional de Colombia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional ENSIN 2015. 2019 p. 1–65.
19. Ibrahim MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: Structural and functional differences. *Obes Rev.* 2010;11(1):11–8.
20. Moreno VM, Gómez Gandoy JB, Antoranz González MJ. Medición de la grasa corporal



- mediante impedancia bioeléctrica, pliegues cutáneos y ecuaciones a partir de medidas antropométricas. *Análisis comparativo. Rev Esp Salud Publica.* 2001;75(3):221–36.
21. Kimokoti RW, Millen BE. Nutrition for the Prevention of Chronic Diseases. *Med Clin North Am.* 2016;100(6):1185–98.
  22. Sociedad Española de Química Clínica. Evaluación de pruebas diagnósticas. *Soc Española Quim Clínica.* 2006;1–26.
  23. Al-Sofiani ME, Ganji SS, Kalyani RR. Body composition changes in diabetes and aging. *J Diabetes Complications.* 2019;33(6):451–9.
  24. González-Correa CH, Caicedo-Eraso JC. Bioelectrical impedance analysis (BIA): A proposal for standardization of the classical method in adults. *J Phys Conf Ser.* 2012;407(1):1–16.
  25. Amiogram. Manual de utilización. 2018. p. 1–26.
  26. González Jiménez E. Body composition: Assessment and clinical value. *Endocrinol y Nutr (English Ed.* 2013;60(2):69–75.
  27. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):694–701.
  28. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica. *Libr Nac Aust.* 2011;2(1):5–77.
  29. Hume PA, Kerr DA, Ackland TR. Best practice protocols for physique assessment in sport. *Best Practice Protocols for Physique Assessment in Sport.* 2017. 1–276 p.
  30. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: An approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):694–701.
  31. Asociación Médica Mundial. DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA ASOCIACIÓN MEDICA MUNDIAL. 2013.
  32. Wang, Z., Pierson R, & Heymsfield S. Human body composition models and methodology: Theory and experiment. *Am J Clin Nutr.* 1992;56(1):19–28.



33. Amine E, Baba N, Belhadj M, Deurenbery-Yap M, Djazayery A, Forrester T, et al. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. WHO/FAO Expert Consultation. 2003.
34. Awadallah S, Hasan H, Attlee A, Raigangar V, Unnikannan H, Madkour M, et al. Waist circumference is a major determinant of oxidative stress in subjects with and without metabolic syndrome. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev*. 2019;13(4):2541–7.
35. Glintborg D, Petersen MH, Ravn P, Hermann AP, Andersen M. Comparison of regional fat mass measurement by whole body DXA scans and anthropometric measures to predict insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome and controls. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2016;95(11):1235–43.
36. Liu LK, Lee WJ, Liu CL, Chen LY, Lin MH, Peng LN, et al. Age-related skeletal muscle mass loss and physical performance in Taiwan: Implications to diagnostic strategy of sarcopenia in Asia. *Geriatr Gerontol Int*. 2013;13(4):964–71.
37. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol*. 2006;51(13):203–28.
38. Moreira OC, Alonso-Aubin DA, De Oliveira CEP, Candia-Luján R, De Paz JA. Métodos de evaluación de la composición corporal: Una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med del Deport*. 2015;32(6):387–94.
39. Sillero Quintana M. Tema 5. Composición corporal. In: Facultad De Ciencias De La Actividad Fisica Y Del Deporte (INEF) Universidad Politecnica de Madrid Madrid. 2005. p. 70–95.
40. Lorente Ramos RM, Azpeitia Armán J, Arévalo Galeano N, Muñoz Hernández A, García Gómez JM, Gredilla Molinero J. Dual energy X-ray absorptimetry: Fundamentals, methodology, and clinical applications. *Radiologia*. 2012;54(5):410–23.
41. Moreira OC, Alonso-Aubin DA, De Oliveira CEP, Candia-Luján R, De Paz JA. Methods of assessment of body composition: An updated review of description, application, advantages and disadvantages. *Arch Med del Deport*. 2015;32(6):387–94.
42. Schmidt GP, Reiser MF, Baur-Melnyk A. Whole-body imaging of the musculoskeletal system: The value of MR imaging. *Skeletal Radiol*. 2007;36(12):1109–19.
43. Alvero Cruz JR, Cabanas Armesilla MD, Herrero de Lucas A, Martínez Rianza L, Moreno



- Pascual C, Manzañido JP, et al. Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte (femedede). Versión 2010. Vol. 27, Archivos de Medicina del Deporte. 2009.
44. Quetelet A. Sur l ' homme et le développement de ses facultés. 1835. 1–348 p.
  45. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W, et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet*. 2016;388(10051):1311–24.
  46. Peterson JT, Repovich WE, Eash M, Notrica D, Hill CR. Accuracy of Consumer Grade Bioelectrical Impedance Analysis Devices Compared to Air Displacement Plethysmography. *Med Sci Sport Exerc*. 2007;39(Supplement):S373.
  47. Suárez Carmona W, Sánchez Oliver AJ. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutr Clínica en Med*. 2018;XII(3):128–39.
  48. Danesh John. Body-mass index and all-cause mortality : individual- participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in. *Lancet*. 2016;Online:1–11.
  49. Mera P, Ferron M, Mosialou I. Regulation of energy metabolism by bone-derived hormones. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2018;8(6):1–16.
  50. Argilés JM, Campos N, Lopez-Pedrosa JM, Rueda R, Rodriguez-Mañas L. Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease. *J Am Med Dir Assoc*. 2016;17(9):789–96.
  51. Heymsfield SB, Peterson CM, Thomas DM, Heo M, Schuna JM. Why are there race/ethnic differences in adult body mass index-adiposity relationships? A quantitative critical review. *Obes Rev*. 2016;17(3).
  52. Okorodudu DO, Jumean MF, Montori VM, Somers VK, Erwin PJ. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity : a systematic review and meta-analysis. *Int J Obes*. 2010;34:791–9.
  53. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Galofré JC, Escalada J, Santos S, Millán D, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to

- elevated adiposity. *Int J Obes.* 2012;36(2):286–94.
54. Kaur S, Sharma A, Singh HJ. Waist related anthropometric measures - simple and useful predictors of coronary artery disease in women. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol.* 2014;6(4):216–20.
  55. Flores-Olivares LA, De-León-Fierro LG, Jiménez-Ponce BP, Ortiz-Rodríguez B. Circunferencia de cintura en cuatro sitios y su relación con indicadores de obesidad en escolares de 6 a 11 años. *CienciaUAT.* 2019;13(2):18.
  56. SEEDO. Consenso Seedo 2016. Sociedad Española para el Estudio de la obesidad 2016 p. 1–25.
  57. Ma W-Y, Yang C-Y. Measurement of Waist Circumference Midabdominal or iliac crest ? *Diabetes Care.* 2013;36:1660–1666.
  58. Freedman DS, Ford ES. Are the recent secular increases in the waist circumference of adults independent of changes in BMI? *Am J Clin Nutr.* 2015;101(3):425–431.
  59. Alshamiri MQ, Mohd A Habbab F, Al-Qahtani SS, Alghalayini KA, Al-Qattan OM, El-Shaer F. Waist-to-Height Ratio (WHtR) in Predicting Coronary Artery Disease Compared to Body Mass Index and Waist Circumference in a Single Center from Saudi Arabia. *Cardiol Res Pract.* 2020;1–6.
  60. Müller MJ, Braun W, Pourhassan M, Geisler C, Bosy-Westphal A. Application of standards and models in body composition analysis. *Proc Nutr Soc.* 2016;75(2):181–7.
  61. Gaynor B, Habermann B, Wright R. Waist Circumference Measurement Diffusion in Primary Care. *J Nurse Pract.* 2018;14(9):683-688.e1.
  62. López-Jiménez F, Cortés-Bergoderi M. Obesidad y corazón. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64(2):140–9.
  63. Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome-a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. Vol. 23, *Diabetic Medicine.* 2006.
  64. Buendia R, Zambrano M, Diaz A, Reino A, Ramirez J, Espinosa E. Puntos de corte de perimetro de cintura para el diagnóstico de obesidad abdominal en población colombiana usando bioimpedanciometria como estándar de referencia. *Rev Colomb Cardiol.*

- 2016;23(1):19–25.
65. Heymsfield SB, Bourgeois B, Bennett KN, Sommer MJ, Li X, Shepherd JA. Digital Anthropometry: A Critical Review. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72(5):680–7.
  66. Diaz Sanchez ME, Hernandez-Triana M, Matos Romero D, Wong Ordoñez I, Moreno López V. Análisis de la concordancia entre métodos de la composición corporal en adultos mayores. *Antropo.* 2011;2:81–90.
  67. Aristizabal JC, Estrada-Restrepo A, García AG. Development and validation of anthropometric equations to estimate body composition in adult women. *Colomb Med.* 2018;49(2):154–9.
  68. Nieto García CE, Valencia Ayala LE, Villa Sánchez PA. Design and construction of digital adipometer. 2007;(37):455–60.
  69. Pohlman RL, Khan M, Goldstein DB. del Análisis de Impedancia Bioeléctrica. 2005;19:1–13.
  70. Lukaski HC. Evolution of bioimpedance : a circuitous journey from estimation of physiological function to assessment of body composition and a return to clinical research. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:2–9.
  71. Franco-Villoria M, Wright CM, McColl JH, Sherriff A, Pearce MS, Adamson A, et al. Assessment of adult body composition using bioelectrical impedance: Comparison of researcher calculated to machine outputted values. *BMJ Open.* 2016;6(1):1–7.
  72. Ignatov Anton. Relación entre los métodos de antropometría y la tecnica de bioimpedancia para contribuir a establecer el estado nutricional de adultos mayores en Quito. 2015.
  73. Aristiz JC, Calle TR. Validez de la bioimpedancia para estimar la composición corporal de mujeres entre los 18 y 40 años. *Perspect en Nutr Humana.* 2014;16(1):51–60.
  74. Caicedo JC. Preliminary bioelectrical impedance analysis ( BIA ) equation for body composition assessment in young females from Colombia Preliminary bioelectrical impedance analysis ( BIA ) equation for body composition assessment in young females from. *J Phys.* 2013;3–7.
  75. Alvero-Cruz JR, Correas Gómez L., Ronconi M, Fernández Vázquez R, Porta i



- Manzañido J. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización J.R. *Rev Andaluza Med del Deport.* 2011;4(4):167–74.
76. Jun MH, Kim S, Ku B, Cho J, Kim K, Yoo HR, et al. Glucose-independent segmental phase angles from multi-frequency bioimpedance analysis to discriminate diabetes mellitus. *Sci Rep.* 2018;8(1):1–11.
77. Moncada ME, Saldarriaga M del P, Bravo AF, Pinedo CR. Medición de Impedancia Eléctrica en Tejido Biológico – Revisión. *Rev Tecno Lógicas.* 2010;(25):51–76.
78. Guo S, Cockram B. Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr.* 1996;64:428S-35S.
79. Jiménez A, Omaña W, Flores L, Coves MJ, Bellido D, Perea V, et al. Prediction of whole-body and segmental body composition by bioelectrical impedance in morbidly obese subjects. *Obes Surg.* 2012;22(4):587–93.
80. Carreira Arias J. Desarrollo de modelos matemáticos por bioimpedancia para estimación de la masa libre de grasa en sobrepeso y obesidad en individuos adultos de la población española. 2008.
81. Fujimoto K, Inage K, Eguchi Y, Orita S, Suzuki M, Kubota G, et al. Use of bioelectrical impedance analysis for the measurement of appendicular skeletal muscle mass/whole fat mass and its relevance in assessing osteoporosis among patients with low back pain: A comparative analysis using Dual X-ray absorptiometry. *Asian Spine J.* 2018;12(5):839–45.
82. Lee SY, Ahn S, Kim YJ, Ji MJ, Kim KM, Choi SH, et al. Comparison between dual-energy x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analyses for accuracy in measuring whole body muscle mass and appendicular skeletal muscle mass. *Nutrients.* 2018;10(6).
83. Achamrah N, Colange G, Delay J, Rimbart A, Folope V, Petit A, et al. Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures. *PLoS One.* 2018;13(7):1–13.
84. Ayvaz G, Çimen AR. Methods for body composition analysis in adults. *Open Obes J.* 2011;3:62–9.



85. Forbes GB. HUMAN BODY COMPOSITION. Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg London Paris Tokyo, editor. Vol. 1, Human Body Composition Growth, Aging, Nutrition, and Activity. 1987. 358 p.
86. Heo M, Faith MS, Pietrobelli A, Heymsfield SB. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999-2004. *Am J Clin Nutr.* 2012;95:594–602.
87. Vidarte Claros JA, Velez Alvarez C, Sandoval Cuellar C, Alfonso Mora ML. Actividad Física: Estrategia de Promoción de la Salud. *Hacia la Promoción la Salud*, Vol. 2011;16(1):202–18.
88. Ruiz ME, Ruiz Martín P, Ruiz Ruiz E. El deporte como herramienta para el desarrollo sostenible. Consejo iberoamericano del deporte-IBEROAMÉRICA Y LA AGENDA 2030 2019 p. 1–52.
89. Peña Quimbaya E, Colina Gallo E, Vàsquez Gòmez AC. Actividad Física en Empleados de la Universidad de Caldas, Colombia. *Hacia la Promoción la Salud*, Vol. 2009;14(2):53–66.
90. OMS. Recomendaciones Mundiales sobre actividad física para la salud. 2010.
91. Bullock VE, Griffiths P, Sherar LB, Clemes SA. Sitting time and obesity in a sample of adults from Europe and the USA. *Ann Hum Biol.* 2016;online.
92. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional – ENSIN 2015. 2015;
93. En T. Plan de acción mundial sobre actividad física 2018-2030. 2018.
94. Vidarte Claros JA, Vélez Álvarez C, Parra Sánchez JH. Physical activity and body mass index in colombian schoolchildren. Multicenter study. *Hacia la Promoción la Salud.* 2019;24(1):44–55.
95. Welk G, Morrow J, Saint-Maurice P. Measures registry user guide: physical activity environment. USA; 2017 p. 72.
96. Seròn P, Muñoz S, Lanás F. Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. *rev Med chile.* 2010;138:1232–9.
97. Brown W, Trost S. Comparison of surveys used to measure physical activity. *Aust N Z J*



- Public Health. 2004;28(October 2003):128–34.
98. Matsudo VKR, Andrade DR. Physical activity in adults from two Brazilian areas : similarities and differences. *Cad Saúde Pública*. 2005;21(2):573–80.
  99. Caravali-Meza NY, Bacardi-Gascón M, Armendáriz-Anguiano AL, Jiménez-Cruz A. Validación del Cuestionario de Actividad Física del IPAQ en Adultos Mexicanos con Diabetes Tipo 2. *J Negat No Posit Results JONNPR*. 2016;1(3):93–9.
  100. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(8):1381–95.
  101. Jacoby E, Bull F, Neiman A. Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal*. 2003;14(4):223–8.
  102. Scholes S, Bridges S, Fat LN, Mindell JS. Comparison of the Physical Activity and Sedentary Behaviour Assessment Questionnaire and the Short-Form International Physical Activity Questionnaire : An Analysis of Health Survey for England Data. *PLoS One*. 2016;1–30.
  103. Grossa CP, Grossa CP. Original Validity of International Questionnaire of Physical Activity By Correlation With. *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte*. 2017;17(66):397–414.
  104. Rangel Caballero LG, Rojas Sánchez LZ, Gamboa Delgado EM. Actividad física y composición corporal en estudiantes universitarios de cultura física, deporte y recreación. *Rev la Univ Ind Santander Salud*. 2015;47(3):281–90.
  105. Leiva AM, Martínez MA, Cristi-Montero C, Salas C, Ramírez-Campillo R, Díaz Martínez X, et al. El sedentarismo se asocia a un incremento de factores de riesgo cardiovascular y metabólicos independiente de los niveles de actividad física. *Rev Med Chil*. 2017;145:458–67.
  106. Lizana Arce PJ, Almagià Flores AA, Simpson Lelievre MC, Olivares Barraza R, Binvignat Gutiérrez O, Ivanovic Marincovich D, et al. Inconsistency Between the Body Fat Percentages Estimated Through Anthropometric Measurements and Manual Bioimpedance in Children and Adolescents. *Int J Morphol*. 2011;29(4):1364–9.



107. Aristizábal JC, Restrepo MT, Estrada A. Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica. *Biomédica*. 2007;27(2):216–24.
108. Rodríguez Vicente M. Evaluación de la composición corporal en estudiantes deportistas: Comparación entre técnicas antropométricas y análisis de bioimpedancia. Universidad de Valladolid; 2015.
109. Carrera-Rodríguez G, Gómez-Ortiz O. Correlación del índice de masa corporal con el índice de masa grasa para diagnosticar sobrepeso y obesidad en población militar. *Rev Sanid Milit*. 2016;70(6):505–15.
110. Moore SC, Lee I-M, Weiderpass E, Campbell PT, Sampson JN, Kitahara CM, et al. Association of leisure-time physical activity with risk of 26 types of cancer in 1.44 million adults. *JAMA Intern Med*. 2016;176(6):816–25.
111. Day K, Kwok A, Evans A, Mata F, Verdejo-Garcia A, Hart K, et al. Comparison of a bioelectrical impedance device against the reference method dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry for the evaluation of body composition in adults. *Nutrients*. 2018 Oct 10;10(10):1469.
112. Instituto Nacional de Salud. Séptimo informe ONS, Una mirada al ASIS y análisis en profundidad. 2016;41–62.
113. Ingram D, Parker J, Schenker N, Weed J, Hamilton B, Arias E, et al. United States Census 2000 population with bridged race categories. National Center for Health Statistics. Vol. 2, *Vital Health Stat*. 2003.
114. Mohd Razali N, Bee Wah Y. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *J Stat Model Anal*. 2011;2(1):13–4.
115. Cortés-Reyes É, Rubio-Romero JA, Gaitán-Duarte H. Statistical methods for evaluating diagnostic test agreement and reproducibility. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 2010;61(3):247–55.
116. Vesna I. Understanding Bland Altman Analysis. *Biochem Medica*. 2009;19(1):10–6.
117. Osorio Restrepo HW, Lopez Palacio JD, Moreno Meza LL, Valencia Sanchez JE, Agudelo Gallego LM. Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes



- Sociales de Salud Manizales 2017. *J Chem Inf Model.* 2017;1–117.
118. Yeste D, Arciniegas L, Vilallonga R, Fàbregas A, Soler L, Mogas E, et al. Obesidad severa del adolescente . Complicaciones endocrino-metabólicas y tratamiento médico Severe obesity in adolescents . Endocrine-metabolic complications and medical treatment. *Rev Esp Endocrinol Pediatr.* 2020;11(Suppl 1):71–87.
  119. WHO. Noncommunicable Disease Country profiles 2018. World Health Organization. 2018.
  120. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2020;16(3):177–89.
  121. Martínez, C; Herreros, P; Cobo, J; Carbajal A. Assessment of the nutritional status of a group of adults over 50 years of age using dietary and body composition parameters. Vol. 26, *Nutrición Hospitalaria.* 2011. p. 1081–90.
  122. Lavielle Sotomayor P, Pineda Aquino V, Jáuregui Jiménez O, Castillo Trejo M. Actividad física y sedentarismo: Determinantes sociodemográficos, familiares y su impacto en la salud del adolescente. *Rev Salud Pública.* 2014;16(2):161–72.
  123. Lizana Arce PJ, Almagià Flores AA, Simpson Lelievre MC, Olivares Barraza RO, Binignat Gutierrez OB, Ivanovic Marincovich DI, et al. Inconsistency between the Body Fat Percentages Estimated Through Anthropometric Measurements and Manual Bioimpedance in Children and Adolescents. *Int J Morphol.* 2011;29(4):1364–9.
  124. Portao J, Bescós R, Iruñia A, Cacciatori E, Vallejo L. Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: Antropometría vs bioimpedancia. *Nutr Hosp.* 2009;24(5):529–34.
  125. Ayala de Mendoza F, Figueredo R. Concordancia de valores nutricionales entre la Antropometría y Bioimpedancia eléctrica en pacientes con insuficiencia cardíaca. *An la Fac Ciencias Médicas.* 2010;43(2):43–8.
  126. Yacob Aldosky HY, Yildiz A, Hussein HA. Regional body fat distribution assessment by bioelectrical impedance analysis and its correlation with anthropometric indices. *Phys Med.* 2018;5(February):15–9.



127. Qin Q, Yang Y, Chen J, Jiang Y, Li A, Huang M, et al. Bioelectrical impedance analysis versus quantitative computer tomography and anthropometry for the assessment of body composition parameters in China. *Sci Rep.* 2021;11(1).
128. Duarte MG, Duarte PO, Pelichek A, Ferriolli E, Moriguti JC, Pfrimer K, et al. Comparison of body composition analysis methods among centenary women: Seeking simpler methods. *SAGE Open Med.* 2019;7:205031211986512.
129. Ruiz De Eguilaz MH, Martínez De Morentín B, Pérez-Diez S, Navas-Carretero S, Martínez JA. Estudio comparativo de medidas de composición corporal por absorciometría dual de rayos X, bioimpedancia y pliegues cutáneos en mujeres. *An la Real Acad Nac Farm.* 2010;76(2):209–22.
130. Ministerio de Salud y Protección Social [MINSALUD]. Resolución número 3280 de 2018. Resolución 3280. 2018. p. 348.