Ángulo de fase e índice de masa corporal en estudiantes universitarios: relación y complementariedad

Manuela Sánchez Ramirez[1*], Lina María Castro Ramirez[1*], Fernando R Siller López[1*]

[1] Semillero Nutriredox, Programa de Nutrición y Dietética. Universidad Libre, Pereira, Colombia.

Resumen: La evaluación de la composición corporal y su relación con el ángulo de fase (AF) es crucial para comprender el estado nutricional y los riesgos asociados a la salud en estudiantes universitarios de Pereira, Risaralda, Colombia. Este estudio analizó la correlación entre el AF y el Índice de Masa Corporal (IMC) en 264 estudiantes universitarios colombianos. Se midieron variables antropométricas y se realizó un análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA), para asociar el ángulo de fase y el índice de masa corporal, contenido en la composición corporal de los estudiantes de la universidad tecnológica de Pereira, y así, conocer el estado nutricional de esta población. Los resultados mostraron diferencias significativas en la composición corporal entre hombres y mujeres, con mayor masa muscular esquelética y menor porcentaje de grasa en hombres. Se observó una correlación positiva moderada entre el AF y el IMC (ρ=0.263), y correlaciones más fuertes entre el AF y la masa sin grasa (ρ=0.562) y negativa con la masa grasa bruta (ρ=-0.321). Estos hallazgos sugieren que un mayor AF se asocia con una mejor calidad muscular y un estado nutricional más saludable. Además, se identificó una influencia de factores de estilo de vida en los valores de AF e IMC. Este estudio proporciona información valiosa sobre la composición corporal y el AF en estudiantes universitarios, resaltando la importancia de considerar múltiples indicadores para una evaluación completa del estado nutricional y de salud.

Introducción: La composición corporal y los hábitos de vida de los estudiantes universitarios a menudo se alejan de los patrones saludables, lo que puede conducir a fenotipos no deseados como sobrepeso, obesidad y disminución de la masa muscular. La evaluación precisa de la composición corporal es crucial para diagnosticar estos problemas y prevenir complicaciones de salud. El análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA) es una técnica no invasiva que proporciona información detallada sobre la composición corporal, incluyendo el ángulo de fase (AF), un indicador prometedor del estado nutricional y la integridad celular. Sin embargo, existen pocos estudios que examinen la relación entre el AF y el Índice de Masa Corporal (IMC) en estudiantes universitarios.

Objetivo: Analizar la relación entre el ángulo de fase y el índice de masa corporal a través del análisis de bioimpedancia eléctrica en estudiantes universitarios de pregrado de Pereira, Risaralda, Colombia.

Métodos: Se realizó un estudio transversal en 264 estudiantes universitarios colombianos (120 mujeres y 174 hombres) con edades entre 17 y 35 años. Se midieron variables antropométricas (peso, altura, IMC) y se realizó un análisis de BIA para obtener el AF y otros componentes de la composición corporal. Se utilizaron pruebas de normalidad, correlación de Spearman y análisis descriptivos.

Resultados: Los resultados mostraron una media de IMC de 22,52±3,33 kg/m2 y un AF de 7,16±0,77°. Se encontraron diferencias significativas en la composición corporal entre hombres y mujeres, con mayor masa muscular esquelética y menor porcentaje de grasa en hombres. Existió una correlación positiva moderada entre el AF y el IMC (ρ=0,263), y correlaciones más fuertes entre el AF y la masa sin grasa (ρ=0,562) y negativa con la masa grasa bruta (ρ=-0,321).

Conclusiones: Este estudio reveló una asociación entre el AF, el IMC y la composición corporal en estudiantes universitarios colombianos. Un mayor AF se relacionó con una mejor calidad muscular y un estado nutricional más saludable. Además, se observó una influencia de factores de estilo de vida en los valores de AF e IMC. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar múltiples indicadores, como el AF, para una evaluación completa del estado nutricional y de salud en esta población.

Palabras clave: Bioimpedancia, composición corporal, índice de masa corporal, estudiantes universitarios.

Phase angle and body mass index in university students: relationship and complementarity

Manuela Sánchez Ramirez[1*], Lina María Castro Ramirez[1*], Fernando R Siller López[1*]

[1] Semillero Nutriredox, Programa de nutrición y dietética, Universidad Libre, Pereira, Colombia.

Abstract: Evaluating body composition and its relationship with AFse angle (AF) is crucial for understanding nutritional status and associated health risks in university students. This study analyzed the correlation between AF and Body Mass Index (BMI) in 264 Colombian university students. Anthropometric variables were measured, and bioelectrical impedance analysis (BIA) was performed to associate the AFse angle and the body mass index, contained in the body composition of the students of the technological university of Pereira, and know the nutritional status of this population. The results showed significant differences in body composition between men and women, with higher skeletal muscle mass and lower fat percentage in men. A moderate positive correlation was observed between AF and BMI (ρ=0.263), and stronger correlations between AF and fat-free mass (ρ=0.562) and a negative correlation with fat mass (ρ=-0.321). These findings suggest that higher AF is associated with better muscle quality and a healthier nutritional status. Additionally, an influence of lifestyle factors on AF and BMI values was identified. This study provides valuable information on body composition and AF in university students, highlighting the importance of considering multiple indicators for a comprehensive evaluation of nutritional and health status.

Introduction: Body composition and lifestyle habits of university students often deviate from healthy patterns, potentially leading to undesirable phenotypes such as overweight, obesity, and decreased muscle mass. Accurate assessment of body composition is crucial for diagnosing these issues and preventing health complications. Bioelectrical impedance analysis (BIA) is a non-invasive technique that provides detailed information on body composition, including the AFse angle (PhA), a promising indicator of nutritional status and cellular integrity. However, few studies have examined the relationship between AF and Body Mass Index (BMI) in university students.

Objective: To analyze the relationship between AFse angle and body mass index in undergraduate university students from Pereira, Risaralda, Colombia.

Methods: A cross-sectional study was conducted on 264 Colombian university students (120 women and 174 men) aged between 17 and 35 years. Anthropometric variables (weight, height, BMI) were measured, and BIA analysis was performed to obtain AF and other components of body composition. Normality tests, Spearman's correlation, and descriptive analyses were used.

Results: The results showed a mean BMI of 22.52±3.33 kg/m2 and a AF of 7.16±0.77°. Significant differences in body composition were found between men and women, with higher skeletal muscle mass and lower fat percentage in men. A moderate positive correlation existed between AF and BMI (ρ=0.263), and stronger correlations between AF and fat-free mass (ρ=0.562) and a negative correlation with fat mass (ρ=-0.321).

Conclusions: This study revealed an association between AF, BMI, and body composition in Colombian university students. Higher AF was related to better muscle quality and a

healthier nutritional status. Additionally, an influence of lifestyle factors on AF and BMI values was observed. These findings highlight the importance of considering multiple indicators, such as AF, for a comprehensive evaluation of nutritional and health status in this population.

Keywords: Electric Impedance, body composition, body mass index, university students.

INTRODUCCIÓN:

La composición corporal y los hábitos que componen el bienestar como lo son nutricionales, higiene del sueño, actividad física y gestión del estrés, entre otros, se presentan en los universitarios en una tendencia negativa de los patrones de vida saludable(1–5).

El ambiente universitario se ha caracterizado por una alta exposición a estrés, horarios irregulares de las actividades cotidianas, como desordenes de las rutinas de sueño, menor nivel de actividad física y patrones alimentarios con baja densidad de nutrientes, que a su vez repercuten en la composición corporal en universitarios y la salud física y mental (6–9).

En este sentido, se observa incremento progresivo en fenotipos de composición corporal no saludables como el sobrepeso, la obesidad y la disminución significativa de los niveles de masa muscular e incluso en situaciones extremas, la presencia combinada de obesidad con un bajo contenido de masa musculoesquelética, conocida como sarcoobesidad, la cual se asocia a múltiples comorbilidades, cada vez más comunes entre la población, incluyendo a os estudiantes universitarios(1,6).

La obesidad es un grave problema de salud global y Colombia no es una excepción. Según un estudio de 2022 de la Organización Mundial de la Salud, el 27.2% de los adultos

colombianos son obesos. La obesidad es un importante factor de riesgo para una serie de enfermedades crónicas, incluyendo enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer. Los estudiantes universitarios son una población especialmente importante para estudiar, dado que están en riesgo de desarrollar obesidad y otras enfermedades crónicas en la vida adulta. Un estudio realizado por Osorio-Ospina et al. (2022) encontró que la prevalencia de la obesidad entre los estudiantes universitarios en Colombia fue del 15.3%.

Los valores de obesidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en estudiantes de educación superior, varía entre 10 y 59,4% según su ubicación(10), para el caso de Colombia el sobrepeso y la obesidad 12,4 –15,7 %(5,8). Estos datos que no se alejan mucho de los informes del 2016 de OMS, donde el 39% de las personas mayores de edad del mundo padecían sobrepeso y, se estimaba que 13 % obesidad (11).

1.1 Obesidad y riesgo a la salud:

La obesidad no solo implica un aumento moderado a grave del tejido adiposo corporal, sino también alteraciones en las características metabólicas, estructurales y funcionales del músculo esquelético (12). Para comprender esta patología es fundamental analizar la composición corporal con el objetivo de obtener un diagnóstico más completo, más allá de las medidas simplistas y tradicionales, como el peso e índice de masa corporal (IMC), este último definido como “la relación entre la masa corporal y la talla al cuadrado (Kg/m2)”(13). Aunque el IMC ha sido una herramienta convencional para "diagnosticar" o clasificar el estado nutricional a nivel poblacional por la OMS debido a su practicidad, bajo costo y poco invasividad, sigue siendo una medida con grandes limitaciones a no estimar o

cuantificar los valores de los componentes corporales (masa libre de grasa, masa grasa, musculo, etc)(14).

1.2 Índice de masa corporal (IMC)

El Índice de Masa Corporal (IMC) fue propuesto por el estadístico belga Adolphe Quetelet en el siglo XIX como una medida para determinar el grado de obesidad (15). Posteriormente, en la década de 1970, Ancel Keys lo adoptó como herramienta para evaluar el estado nutricional y el riesgo de enfermedades crónicas en estudios epidemiológicos (16). En 1995, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó el uso del IMC para clasificar el peso insuficiente, el sobrepeso y la obesidad en adultos, estableciendo los puntos de corte basados en su correlación con el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas (17,18)(Tabla 1).

CLASIFICACIÓN DEL IMC	RANGOS DE IMC
Bajo peso	<18.5 kg/m²
Normopeso	18.5-24.9 kg/m²
Sobrepeso	25.0-29.9 kg/m²
Obesidad	≥30.0 kg/m²

Tabla 1. Clasificación del índice de masa corporal

Sin embargo, el IMC tiene limitaciones significativas, ya que no proporciona información sobre la composición corporal detallada. No distingue entre masa grasa y masa libre de grasa (músculo, huesos, órganos, etc.) (19). Dos personas con el mismo IMC pueden tener

composiciones corporales muy diferentes. Además, no refleja la distribución de la grasa corporal (20), aspecto importante ya que la grasa abdominal o visceral se asocia con un mayor riesgo de enfermedades que la grasa subcutánea. Tampoco tiene en cuenta las variaciones en la masa muscular (21), por lo que atletas o personas con alta masa muscular pueden ser clasificados erróneamente como obesos según su IMC. Finalmente, el IMC no considera diferencias en la densidad ósea y el contenido de agua corporal (22).

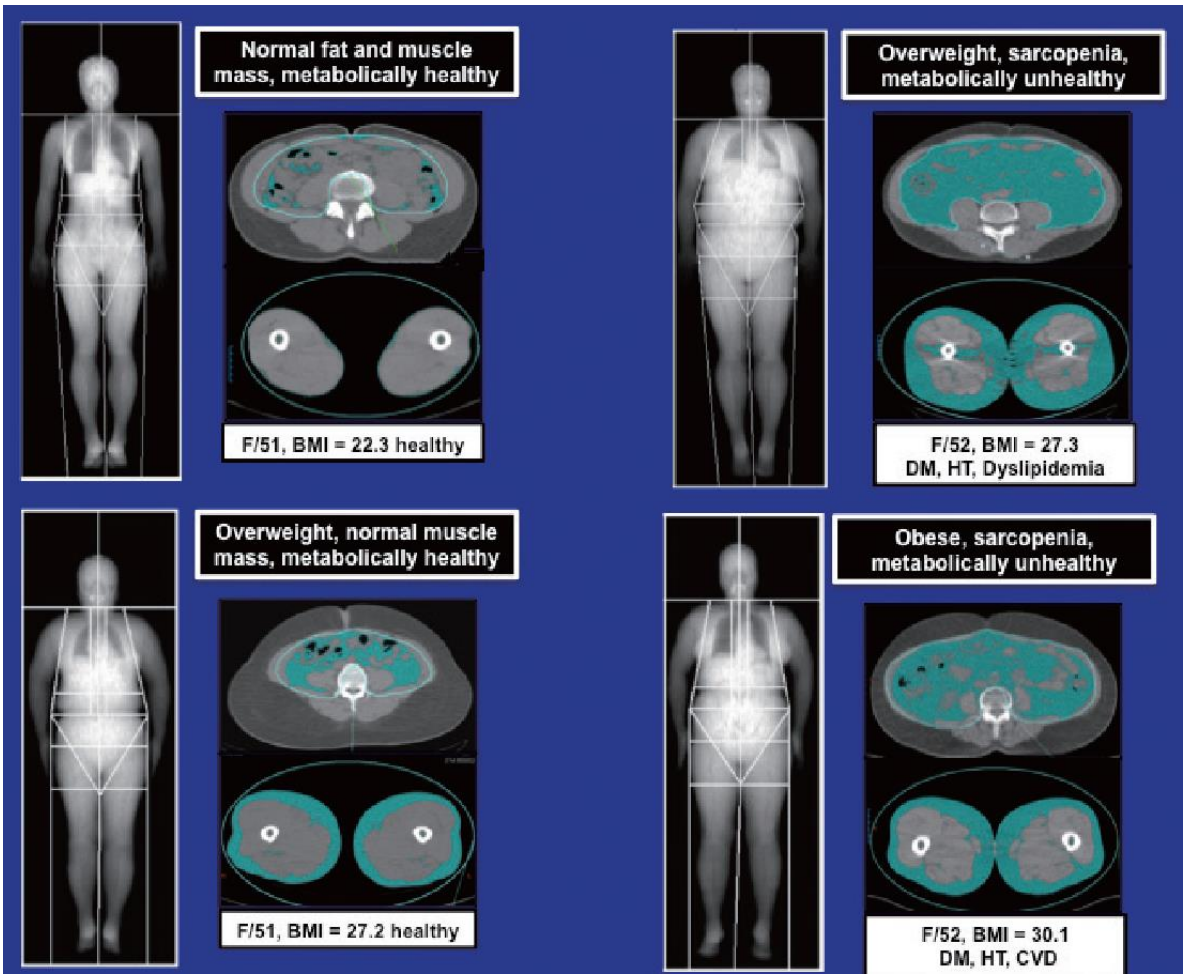


Figura 1. Imágenes de resonancia magnética que comparan la distribución de la grasa y el músculo abdominal y del muslo en mujeres (A) delgadas, (B, C) con sobrepeso y (D) obesas. Al igual que en (B) y (D), el aumento de la adiposidad visceral y la sarcopenia se asocian con diabetes mellitus (DM), hipertensión (HT),

dislipidemia y enfermedad cardiovascular (ECV). IMC, índice de masa corporal. Ahima, R. S., & Park, H.-K. (2015). Connecting Myokines and Metabolism. Endocrinology and Metabolism, 30(3), 235–245. https://doi.org/10.3803/EnM.2015.30.3.235

Debido a estas limitaciones, el IMC no puede proporcionar un diagnóstico completo del estado nutricional o de salud. Para obtener una evaluación más precisa, se recomienda complementar el IMC con mediciones adicionales como el porcentaje de grasa corporal, la circunferencia de cintura, la densitometría ósea y la bioimpedancia eléctrica (23, 24).

Por otro lado, entendemos que no solo la obesidad y sobrepeso son un gran problema de salud pública en Colombia, pues la obesidad y el sobrepeso sabemos que son factores de riego importantes en el desarrollo de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT): cánceres, las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades metabólicas y las enfermedades neurodegenerativas; que se asocian a una de las mayores causas de mortalidad. No obstante, las muertes de personas menores de 70 años (muertes prematuras) como consecuencia de las ECNT han aumentado considerablemente en los últimos años (25).

De las Encuestas de Salud y Nutrición de 2005 y 2010 y de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2010 se obtuvo información sobre la tendencia en la prevalencia de hipertensión, diabetes, y obesidad y sobre la distribución y tendencia del tabaquismo, la actividad física, la alimentación y el consumo de alcohol (26). Esto es de importancia ya que son actividades o estilos de vida que hacen parte de la población de estudio que así mismo estas prácticas inciden sobre la composición corporal de la persona.

Diversos estudios epidemiológicos indican los beneficios de un bajo o aceptable porcentaje de grasa corporal, al igual que los riesgos sobre la salud por enfermedad crónica o aguda

(enfermedad coronaria, hipertensión arterial, diabetes mellitus) por niveles altos del mismo evidenciado en sobrepeso u obesidad. Su valoración se convierte en un proceso necesario como una medida de diagnóstico de la salud y sus posibles implicaciones sobre la misma (27).

Existen diferentes métodos e indicadores que pueden ser útiles para evaluar la composición corporal y la salud en universitarios y población en general, siendo tal vez el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA), el más práctico y enriquecedor por el gran número de datos que arroja en poco tiempo (10s´). La bioimpedancia (BIA) es una técnica no invasiva ampliamente utilizada para evaluar la composición corporal. Se basa en la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad y alta frecuencia a través del cuerpo, midiendo la resistencia o impedancia que encuentran los diferentes tejidos corporales (28,29).

La BIA se fundamenta en el principio de que los tejidos biológicos ofrecen diferentes niveles de resistencia al paso de la corriente eléctrica. La masa grasa, al tener un bajo contenido de agua y electrolitos, actúa como un mal conductor de la electricidad, presentando una alta resistencia. Por el contrario, la masa libre de grasa, compuesta principalmente por agua, músculos y huesos, ofrece una menor resistencia al flujo de la corriente (30).

Al medir la impedancia, la BIA puede estimar la cantidad de masa grasa y masa libre de grasa en el cuerpo. Además, proporciona información sobre el ángulo de fase (AF), un indicador de la integridad celular y el estado nutricional a nivel celular. Un AF bajo se considera un indicador de baja integridad celular, que se relaciona con desnutrición, sarcopenia e incluso una elevada cantidad de masa grasa corporal. Por el contrario, los valores altos de AF se asocian con una mejor integridad celular y un estado nutricional más

saludable (31, 32). Por ejemplo, un estudio realizado por Silva-Santos et al. (2020) encontró que el ángulo de fase fue significativamente menor en personas con sobrepeso y obesidad en comparación con personas de peso normal.

La BIA se destaca por su facilidad de uso, portabilidad y bajo costo en comparación con otras técnicas de evaluación de la composición corporal, como la densitometría o la pletismografía por desplazamiento de aire (33). Además, es un método rápido, ya que las mediciones solo toman unos segundos, y no requiere una preparación especial por parte del participante (34).

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la precisión de las mediciones de BIA puede verse afectada por factores como el estado de hidratación, la ingesta reciente de alimentos y la actividad física, entre otros. Por lo tanto, se recomienda seguir protocolos estandarizados y utilizar ecuaciones de predicción validadas para la población específica a evaluar (35).

De hecho, los valores AF en las personas con normopeso según la clasificación de IMC por la OMS suelen estar entre 6,7°-7,8° en mujeres y 7,2°-8,4° en hombres y, para las personas con sobrepeso u obesidad varía de 3,9° a 4,9°, en mujeres y de 4,1° a 5,1° hombres, respectivamente (36).

Por lo tanto, el AF es un marcador novedoso y prometedor del estado de salud, que además en estudios emergentes en población con obesidad y sobrepeso ha demostrado presentar una posible correlación de manera negativa con el IMC(36). Sin embargo, en estudiantes universitarios existe pocos estudios publicados hasta la fecha que sirvan como valor de

referencia en general y en menor medida estudios que correlacionen estas variables en esta población(37).

Esto resultados permitirían junto con los otros datos del BIA evaluar y diagnosticar las alteraciones en la composición corporal y posibles riesgos en la salud de manera más robusta en la población universitarias. Asimismo, instaurar diferentes programas preventivos y de seguimiento basados en conocimiento previo para garantizar una mejor salud física-mental, la cual le compete a un colectivo y no al individuo en particular(38).

En este contexto, nuestro estudio tiene como objetivo abordar una brecha en el conocimiento científico al examinar la relación entre el AF y IMC en estudiantes universitarios de pregrado de Pereira, Risaralda, Colombia.

Objetivo general

Analizar la relación entre el ángulo de fase y el índice de masa corporal en estudiantes universitarios de pregrado de Pereira, Risaralda, Colombia, en un periodo de tiempo de agosto 2023 a abril 2024.

Objetivos específicos

1. Describir las características demográficas y antropométricas de los estudiantes universitarios evaluados.
2. Determinar la composición corporal mediante ángulo de fase, masa sin grasa, masa celular activa, masa grasa y masa muscular esquelética, comparando por sexo.
3. Relacionar la clasificación del índice de masa corporal según los puntos de corte de la OMS con el ángulo de fase, la masa sin grasa y la masa grasa bruta.

4. Determinar la correlación del ángulo de fase con el índice de masa corporal, la masa sin grasa y la masa grasa bruta en los estudiantes universitarios.

MÉTODO:

Diseño de estudio

En la elaboración del presente estudio se tuvo en cuenta una perspectiva cuantitativa y se hizo un estudio no experimental, prospectivo de corte transversal, y de tipo analítico con un nivel de análisis relacional, por lo tanto, el estudio se realizó con una población universitaria compuesta por jóvenes pertenecientes a la Universidad Tecnológica de Pereira, Risaralda, Colombia, el muestreo fue no probabilístico y se llevó a cabo mediante una selección propia aleatoria incluyendo 284 personas con edades entre 17 y 35 años.

-Criterios de inclusión: Ser estudiante activo de la universidad tecnológica de Pereira, hombres y mujeres.

-Criterios de exclusión: Mujeres en etapa de gestación, mujeres que estuvieran atravesando su ciclo menstrual, personas con marcapasos o equipos de sobrevivencia, personas con presencia de edema, personas que han tenido amputación de algún miembro ya sea superior o inferior, además se excluían personas que hubieran bebido abundante agua o que hubieran realizado ejercicio 4 horas antes de realizar la toma de bioimpedancia.

Los estudiantes se les informo que se iba a llevar a cabo un estudio sobre la composición corporal mediada con impedancia bioeléctrica y el IMC, además se les entrego un consentimiento informado de manera presencial, en el cual fueron debidamente notificados sobre cómo se iba a llevar a cabo la investigación y si estaban de acuerdo con participar.

Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Las medidas antropométricas fueron tomadas con base al protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK), las cuales incluyeron peso y talla por medio de una balanza portátil de plataforma digital (SECA, modelo 813, Alemania y un estadiómetro portátil SECA, modelo 213 Alemania.) El IMC se calculó y clasificó según los puntos de corte para adultos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). En cuanto a la evaluación de la composición corporal, se usó el método de BIA por medio del equipo de Biody Xpert ^{ZM}II, (Francia); siguiendo el protocolo recomendado:

1. Se le indico a la persona que se retirara todos los accesorios de metal, zapatos, medias y elementos que generen peso para que no afectaran la toma de la medida.
2. Se utilizó la báscula para toma de peso y el tallímetro para la toma de la estatura, datos necesarios para tomar de bioimpedancia
3. Se le indico a la persona que se sentara en un banco que no tuviera reposabrazos ni nada de metal, además que la pierna izquierda estuviera a 90° grados con respecto al suelo, y la pierna derecha estuviera apoyada solo con los dedos del pie y el talón levantado, el cuerpo debía estar erguido con la mirada hacia el frente y la mano izquierda sobre la rodilla izquierda.
4. Con un paño húmedo se debían humedecer la mano derecha, alrededor del talón de Aquiles y los puntos de contacto con el bioimpedanciómetro.
5. Se le entregaba el bioimpedanciómetro al paciente, se le indicaba que debía posicionarlo sobre el talón de Aquiles, el dedo pulgar derecho debía oprimir el botón de toma y los demás dedos debían tener contacto con el electrodo en la parte posterior del bioimpedanciómetro, cuando este emitía un sonido de que la toma había exitosa

debía ser retirado y posteriormente se entraba al software para ver los resultados y explicárselos al paciente

Marco Ético

En esta investigación, se respetaron los lineamientos establecidos en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, la cual proporciona directrices esenciales para asegurar la protección de los participantes en estudios de investigación en salud. Conforme a esta resolución, se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, asegurando su comprensión de los objetivos, procedimientos, beneficios y riesgos del estudio (Ministerio de Salud, 1993). Además, se implementaron estrictas medidas de confidencialidad para proteger los datos personales de los sujetos involucrados.

Análisis de los datos

La estadística descriptiva se presenta en las tablas en media y desviaciones estándar, para las pruebas estadísticas se usó el IC del 95% para los datos demográficos (peso, estatura, edad, IMC) y componentes que arroja el BIA: ángulo de Fase (°), masa sin grasa (kg), masa celular activa (kg), masa grasa bruta (%) y masa muscular esquelética (kg) que se describen en las tablas. Para el análisis de los datos, primeramente, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk que tiene la capacidad de manejar muestras de tamaño moderado y con base en los resultados se realizó una prueba de correlación no paramétrica de Spearman para determinar si existe alguna la relación entre el ángulo de Fase (°) y las siguientes variables: masa sin grasa (kg), masa grasa bruta (%) y puntaje del IMC. Los

análisis estadísticos se realizaron con el IBM SPSS versión 27 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.)

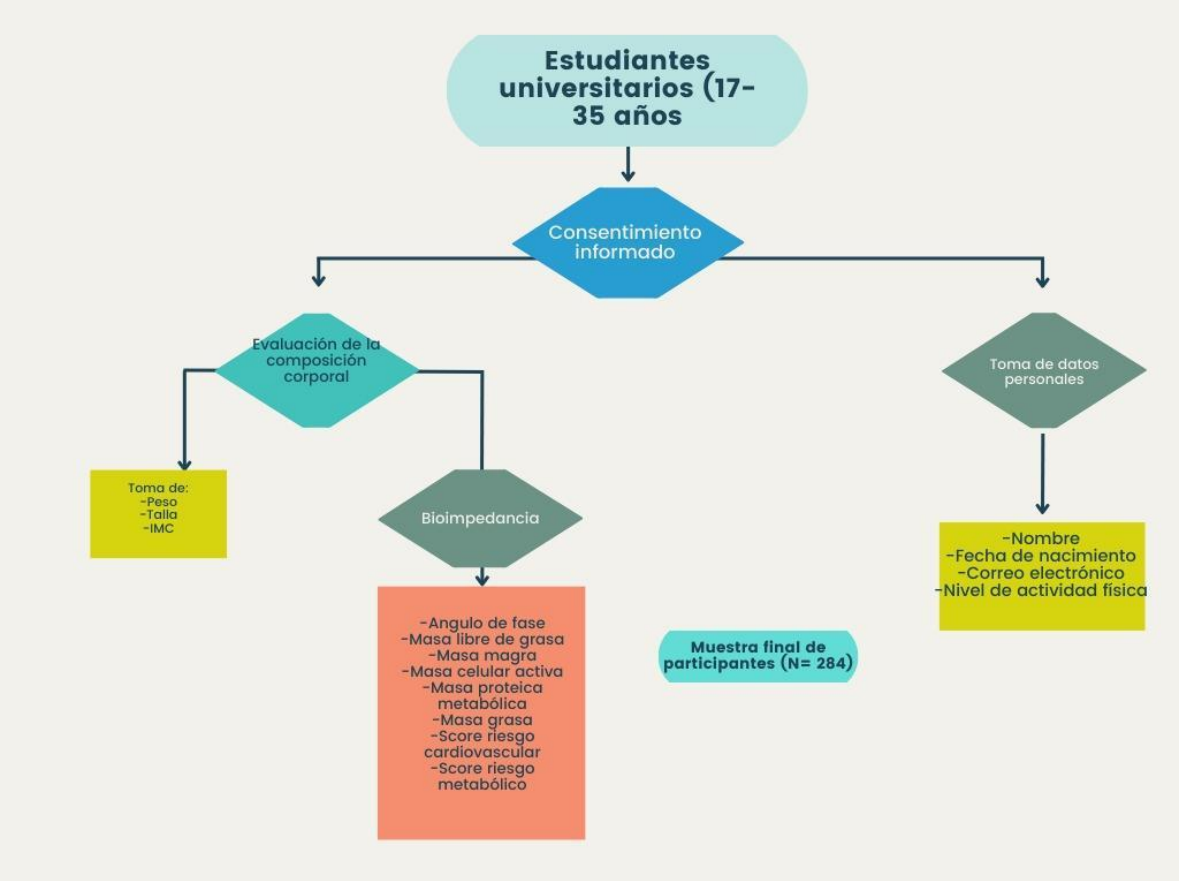


Figura 2. Diagrama de flujo.

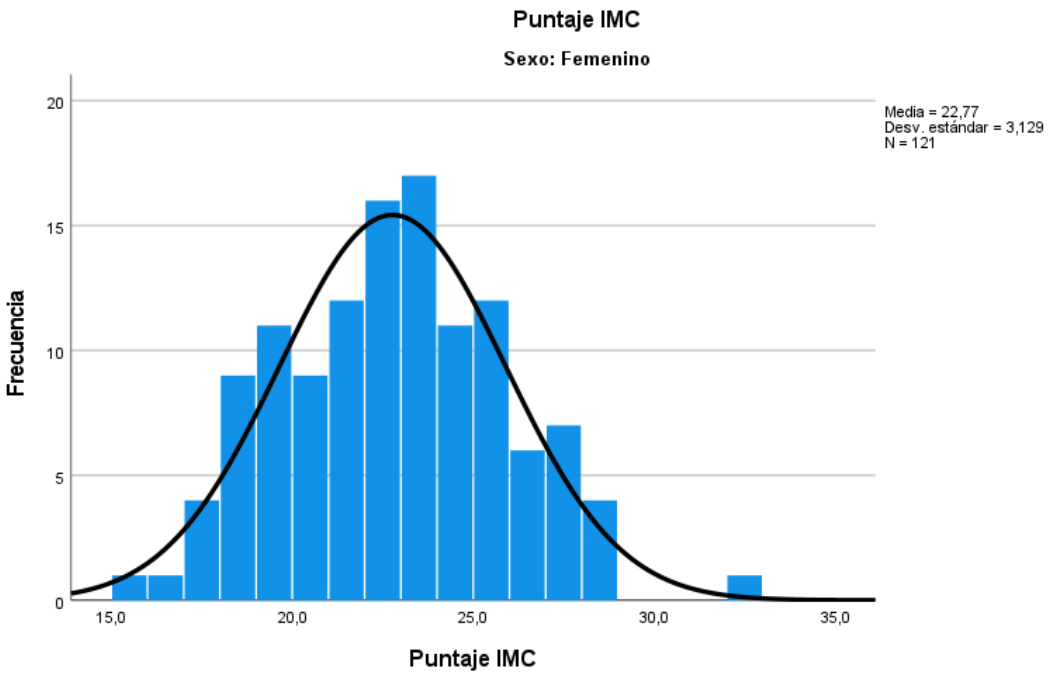
RESULTADOS

La muestra final de participantes fue de 264 donde 120 eran mujeres (40.8%) y 174 hombres (59.2%) con edades medias y desviaciones estándar de 20,67 ± 2,8 años, peso de 62,73 ± 11,20 kg, altura 1.67 ± 0.09 m y, un IMC de 22,52 ± 3,33 kg/m2 con un Intervalo de Confianza (IC) 22,14-22,91. Además, se evidenció que el IMC según el sexo, se

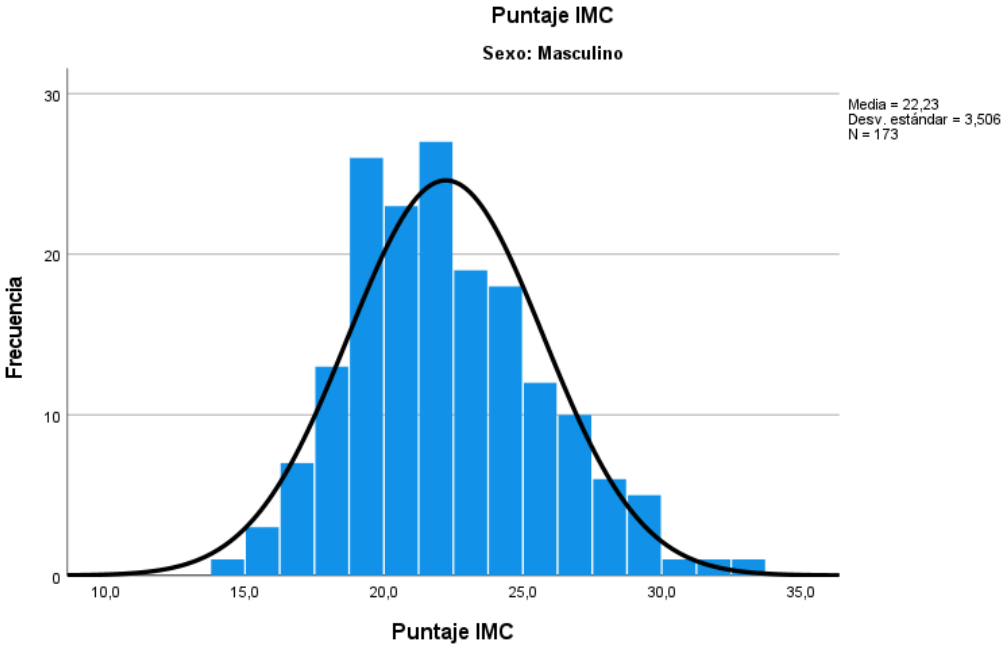
distribuye con gran similitud; 22,77 ± 3,12 kg/m2 y 22,23 ± 3,50 kg/m2 para mujeres y hombres, respectivamente.

Características	Media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
Edad	20.67	2.80	20.35	21.00
Altura	1.67	0.09	1.66	1.68
Peso	62.73	11.20	61.43	64.02
IMC	22.52	3.33	22.14	22.91

Descriptivos demográficos de estudiantes universitarios. Tabla 2.



Descriptivos de IMC en mujeres estudiantes universitarios. Gráfico 1.



Descriptivos de IMC en hombres estudiantes universitarios. Gráfico 1

La clasificación del IMC con base a los puntos de corte de la OMS para la población general, el 66% de los individuos tienen un peso normal, el 21.1% presenta sobrepeso, el 11.6% tiene bajo peso y solo el 1.4% entra en la categoría de obesidad. Mostrando una predominancia hacia un peso saludable y ligera tendencia a un IMC "no saludable". Ver Tabla 3.

Clasificación del IMC	N° estudiantes	Media	Desviación estándar
Bajo peso	34 (11%)	17.34	1.03
Normo peso	194 (66%)	21.75	1.80
Sobre peso	62 (21.1%)	26.83	1,31
Obesidad	4 (1.4%)	31.9	1.27

Descriptivos de la clasificación del IMC según los puntos de corte de la OMS en los estudiantes universitarios. Tabla 3

El análisis detallado de la composición corporal evaluado por impedancia bioeléctrica (BIA) del equipo biody manager revela que variables como ángulo de Fase (°) con valores 7.16 ± 0.77 los cuales están dentro del rango saludable para la población según los valores de referencia(39). La masa magra o masa de tejido del cuerpo que no contiene grasa presentó una media de 44.25± 17.82 kg en la población general, lo que representa un 70,54% de peso corporal calculado en relación con la media, siendo estos valores similares

a los de la población general(40). Sin embargo, la masa muscular esquelética 23.38±9.90 kg equivalente a un 37% de peso corporal; muestra valores bajos(40).

Por otro lado, el % masa grasa bruta 18.60±10.20 % y el indicador de predicción de riesgo o funcionalidad metabólica: masa celular activa (porción de los tejidos celulares no grasos) se podría considerar valores de media adecuados, debido a la gran variabilidad que puede existir entre sexo. Ver Tabla 4.

Componentes de bioimpedancia	Media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
Ángulo de Fase (°)	7.16	0.77	7.07	7.25
Masa sin grasa (kg)	44.25	17.82	42.19	46.31
Masa celular activa (kg)	27.10	11.50	25.80	28.40
Masa grasa bruta (%)	18.60	10.20	17.47	19.84
Masa muscular esquelética (Kg)	23.38	9.90	22.16	24.45

Descriptivos de composición corporal por análisis de impedancia bioeléctrica en los estudiantes universitarios. Tabla 4.

Por otro lado, en la Tabla 4 se evidenció el AF 7.51° ± 0.65° en hombres y 6.68° ± 0.68° en mujeres, reafirmando la diferencia marcada entre sexos en los valores de referencia (36).. En relación con los indicadores de composición corporal, el porcentaje de % masa grasa bruta para hombres fue de 14.63±9.12 %, mientras en mujeres de un 23.76±9.96; la masa muscular esquelética en kg en hombres fue de 25.74 ± 10.48 kg, en las mujeres de 19.70±7.85 kg y; la masa sin grasa en kg fue de 48.91±18.10 kg para los hombres y 37.88±15.07 kg en mujeres; equivalente a 77,96% y 58,98% del peso corporal, respectivamente. En general, los resultados indican la importancia que tiene el dimorfismo sexual en la composición corporal por cuestiones genéticas y hormonales, donde los hombres tienden a desarrollar mayor masa muscular esquelética y menor grasa. De hecho, en promedio, las mujeres tienen un 9,13% más de masa grasa y un 18,98% menos de masa sin grasa que los hombres. Sin embargo, "paradójicamente" en términos de IMC la media entre estos dos grupos es similar.

Componentes de bioimpedancia	Sexo	Media	Desviación estándar
Ángulo de Fase (°)	Mujeres	6.68	0.68
	Hombres	7.51	0.65
Masa sin grasa (kg)	Mujeres	37.88	15.07
	Hombres	48.91	18.10

Masa grasa bruta (%)	Mujeres	23.76	9.96
	Hombres	14.63	9.12
Masa muscular esquelética (Kg)	Mujeres	19.70	7.85
	Hombres	25.74	10.48

Descriptivos de composición corporal por análisis de impedancia bioeléctrica en los estudiantes universitarios según el sexo. Tabla 5.

Cuando se relacionó la clasificación del IMC con los diferentes componentes e indicadores arrojados por el análisis con impedancia bioeléctrica como: el AF, masa sin grasa y masa grasa, se evidencio que existe un aumento paulatino de los valores AF, existiendo una diferencia de 1,51° entre la clasificación de bajo peso y obesidad. En la masa grasa los valores entre el IMC de bajo peso y obesidad puede llegar a presentar una diferencia de casi el doble (30,8 kg). Asimismo, el % de masa grasa bruta presenta una distribución similar. En este sentido se observa una tendencia similar en los diferentes componentes, donde puede llegar a existir una correlación positiva moderada/fuerte entre el exceso o bajo peso en la población general o estudiantes universitarios y mayor o menor cantidad de los diferentes componentes. **Ver Tabla 6**.

Características	Media	Desviación estándar	Mediana	Rango intercuartil	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Edad	20.67	2.80	20.15	3.43	20.35	21.00
Altura	1.67	0.09	1.67	0.14	1.66	1.68
Peso	62.73	11.20	61.05	14	61.43	64.02
IMC	22.52	3.33	22.25	4.65	22.14	22.91

Descriptivos demográficos de estudiantes universitarios. Tabla 6.

Se ha observado una correlación notable entre el porcentaje de masa grasa y la prevalencia de obesidad. Los datos revelan una correlación positiva muy alta, indicando que a medida que aumenta el porcentaje de masa grasa, la tasa de obesidad también se incrementa considerablemente. Por cada aumento del 5% en el porcentaje de masa grasa, la tasa de obesidad aumenta aproximadamente en 10 puntos porcentuales. Por otro lado, la correlación entre el porcentaje de masa magra y la prevalencia de obesidad es fuertemente negativa. Esto sugiere que a medida que aumenta el porcentaje de masa magra, la tasa de obesidad tiende a disminuir. Los grupos con niveles de masa celular activa por encima del 35% exhiben tasas de obesidad inferiores al 25%, lo que sugiere una correlación negativa moderada entre la masa celular activa y la prevalencia de obesidad. Por último, cuando se realizó una prueba de coeficiente de correlación de Spearman (ρ) entre el AF y IMC, los resultados (0,263) indicaron una correlación positiva moderada entre los dos. Esto significa

que a medida que el AF aumenta (o disminuye), es probable que el puntaje del IMC también aumente (o disminuya), y viceversa, pero no necesariamente de manera lineal. También se logró observar una correlación positiva más fuerte (0,562) cuando se correlacionaron AF y masa sin grasa; todo lo contrario, para el caso del AF y masa grasa bruta (-0,321) donde se presentó una correlación negativa moderada. **Ver tabla 7.**

Clasificación del IMC con relación indicadores de la composición corporal	Ángulo de Fase (°)		Masa sin grasa (kg)		Masa grasa bruta (%)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Bajo Peso	6.86	0.87	37.47	15.67	13.61	9.92
Normo peso	7.13	0.754	43.33	17.23	17.28	9.50
Sobrepeso	7.41	0.69	49.86	18.51	24.06	11.63
Obesidad	8.37	0.60	68.37	24.37	24.50	4.84

Descriptivos de Ángulo de Fase (°) según la clasificación del IMC en los estudiantes universitarios. Tabla 7.

DISCUSIÓN Y PROYECCIONES FUTURAS

En el presente proyecto de investigación, se evaluó la composición corporal y el ángulo de fase (AF) en una muestra de 264 estudiantes universitarios jóvenes mediante análisis de bioimpedancia eléctrica (BIA). Los hallazgos obtenidos se discutirán a continuación, contrastándolos y complementándolos con los resultados de diversos informes previos.

Dimorfismo sexual en la composición corporal.

Uno de los hallazgos principales fue la existencia de diferencias significativas en la composición corporal entre hombres y mujeres, lo que concuerda con el dimorfismo sexual reportado en múltiples estudios [41,43-51]. Los hombres presentaron una mayor masa muscular esquelética (25.74 ± 10.48 kg) y un menor porcentaje de masa grasa (14.63 ± 9.12%) en comparación con las mujeres (19.70 ± 7.85 kg y 23.76 ± 9.96%, respectivamente). Estas diferencias reflejan la influencia de factores genéticos y hormonales en la composición corporal, tal como menciona Fernández-del-Valle, A. I. (2023 [41] en la investigación basada en la variación de la fase angular en relación con la edad, el sexo y la madurez tras ajustar por el tamaño en adolescentes, adicionalmente, Quinaud RT, y colaboradores (2022) [43] señalan que los cambios correspondientes en la masa corporal median la mayor parte de la influencia del estado de maduración y el grupo de edad en el AF, lo cual podría explicar por qué los hombres, al tener mayor masa muscular esquelética y masa sin grasa, presentan valores más altos de AF.

Relación entre el AF, el IMC y la composición corporal

Se observó una correlación positiva moderada entre el AF y el Índice de Masa Corporal (IMC) ($\rho = 0.263$), lo que sugiere que a mayor IMC, mayor AF. Esta tendencia coincide con los resultados de acuerdo a Fernández-del-Valle, A. I. (2023) y Silva, CM, (2022) [41,45], donde se observó que un bajo peso corporal y un bajo índice de masa muscular esquelética se asociaron con un AF reducido. Adicionalmente, Quinaud RT, y colaboradores (2022) [43] encontraron que, al incluir la masa corporal en el modelo de regresión multinivel, la influencia del grupo de edad y el estado de maduración sexual en el AF se atenuó sustancialmente.

Un hallazgo clave fue la correlación positiva más fuerte ($\rho = 0.562$) entre el AF y la masa sin grasa, y una correlación negativa moderada ($\rho = -0.321$) entre el AF y la masa grasa bruta. Estos resultados respaldan la idea de que un mayor AF se asocia con una mayor calidad muscular y un mejor estado nutricional, mientras que un AF más bajo podría indicar una mayor adiposidad y un riesgo potencial de sarcopenia, tal como se observó en el análisis de regresión lineal múltiple por Fernández-del-Valle, A. I. (2023) [41]. Los autores Pereira Coelho, MP. Y colaboradores (2019), Silva, CM, (2022) y Ramírez-Herrera Cristian J y colaboradores (2021) [44- 45-46] también reportaron correlaciones positivas entre el AF y parámetros como la masa muscular, la masa libre de grasa y el agua corporal total, así como correlaciones negativas entre el AF y la masa grasa y el porcentaje de grasa corporal.

Influencia del estilo de vida en el AF según Ramírez-Herrera Cristian J.y colaboradores (2021) [46] aporta información valiosa sobre la relación entre el AF y los componentes del estilo de vida. Se encontraron correlaciones positivas entre el AF y el consumo de carne, agua, intervalos entre comidas y la frecuencia de ejercicio físico, sugiriendo que un estilo de vida saludable puede favorecer un mayor valor de AF y una composición corporal óptima. Por otro lado, se observaron correlaciones negativas entre el AF y el consumo de frutas, verduras y el tiempo dedicado a actividades sedentarias frente a pantallas, resaltando la importancia de mantener un estilo de vida activo y una alimentación balanceada para mantener un AF adecuado.

Concordancia entre el IMC, el porcentaje de grasa corporal y la autopercepción de la imagen corporal por Durán-Agüero Samuel, y colaboradores (2016) [47] se encontró una baja concordancia entre el IMC real y la autopercepción de la imagen corporal, siendo más

precisa la concordancia entre la autopercepción y el porcentaje de grasa corporal. Esto respalda la importancia de utilizar métodos más precisos para evaluar la composición corporal, como el análisis de impedancia bioeléctrica empleado en nuestro proyecto, ya que el IMC no refleja adecuadamente la distribución de masa grasa y masa libre de grasa. Adicionalmente, Durán-Agüero Samuel, y colaboradores (2016) [47] revelaron que la autopercepción de la imagen corporal puede estar influenciada por factores adicionales a los indicadores objetivos de composición corporal, lo cual sugiere que el AF podría ser un indicador más preciso de la composición corporal y, por lo tanto, podría contribuir a una mejor autopercepción de la imagen corporal.

Limitaciones del IMC y la importancia del análisis de impedancia bioeléctrica.

Conforme con los autores Jiménez Rivera, S; Hincapié Vasquez, D. (2023) y Portao J., Bescós R., (2009) [48,49] destacan las limitaciones del IMC como único indicador de la composición corporal y la importancia de utilizar métodos más precisos, como el análisis de impedancia bioeléctrica. De acuerdo con Jiménez Rivera, S; Hincapié Vasquez, D. (2023) en su investigación [48] encontraron que el IMC clasificó erróneamente a un 26% de la población evaluada, con un 15% de falsos positivos y un 11% de falsos negativos, lo que sugiere que el IMC puede no reflejar adecuadamente la composición corporal en algunos casos, especialmente en personas físicamente activas o con una distribución atípica de masa muscular y masa grasa. Además, conforme con Portao J., Bescós R., (2009) [49] revelaron una concordancia moderada-baja entre los métodos de BIA y antropometría para estimar la masa grasa en hombres, lo que podría explicar las diferencias en la estimación de masa grasa entre los informes.

Diferencias en la distribución de la grasa corporal según el sexo.

Aunque las mujeres presentaron un mayor porcentaje de masa grasa bruta en nuestro proyecto y según Carrero González C, Lastre-Amell G (2020) [51], este último reveló que el género masculino presentó un mayor porcentaje de grasa visceral alta (16.33%) y muy alta (4.08%) en comparación con las mujeres. Esto sugiere que, si bien las mujeres tienen un mayor porcentaje de grasa corporal total, los hombres pueden tener una mayor acumulación de grasa visceral, lo que podría estar relacionado con un mayor riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovasculares.

Adicionalmente, conforme con Carrero González C, Lastre-Amell G (2020) [51] encontraron que el género masculino está más asociado a la hipertensión, mientras que el femenino se asocia más con la hipotensión. Esto podría estar relacionado con las diferencias en la composición corporal observadas en nuestro proyecto, donde los hombres presentaron una mayor masa muscular esquelética y las mujeres un mayor porcentaje de grasa corporal, lo que podría influir en los niveles de presión arterial.

Puntos de corte del AF y su potencial aplicación clínica

Aunque nuestro proyecto no estableció puntos de corte específicos, *Banquez Trocha S; y colaboradores (2020)* [42] propuso valores de corte para predecir exceso de peso en mujeres (6.2°) y hombres (8.2°), mientras que Fernández-del-Valle, A. I. (2023) [41] estableció valores de corte específicos de AF para predecir la sarcopenia en diferentes grupos etarios y de género. Estos hallazgos sugieren el potencial del AF como predictor de riesgo nutricional y su posible aplicación clínica en la evaluación del estado nutricional y la composición corporal.

Influencia del consumo de sustancias en la composición corporal

Según Pereira Coelho, MP. Y colaboradores (2019), de acuerdo a su estudio, [44] aporta información relevante sobre la influencia del consumo de sustancias en la composición corporal. Se encontró que el AF bajo se asoció de manera independiente con el consumo excesivo de alcohol y el uso de cocaína o crack, después de controlar por sexo y edad. Dado que el consumo de sustancias es más frecuente en hombres, esto podría explicar los valores más bajos de AF observados en las mujeres de nuestro proyecto.

Además, Pereira Coelho, MP. Y colaboradores (2019) [44] revelaron que un bajo perímetro muscular del brazo medio y un bajo área muscular del brazo medio se correlacionaron positivamente con un bajo índice de masa muscular esquelética (SMI), que a su vez se asoció con un AF reducido. Esto es coherente con los hallazgos de nuestro proyecto, donde se observó una correlación positiva entre el AF y la masa sin grasa, sugiriendo que un mayor consumo de sustancias podría afectar negativamente la masa muscular y la masa sin grasa, tal como se observó en las diferencias entre hombres y mujeres.

Importancia de considerar diversos componentes de la composición corporal

De acuerdo con Alzate MA, Santana MG, de Jesús Uribe Gil G. (2022) [50] encontraron diferencias significativas en componentes de la composición corporal, como la masa celular activa, el agua total, el contenido mineral no óseo y el gasto energético, entre estudiantes de diferentes semestres del programa de Nutrición y Dietética. Estos hallazgos sugieren que, si bien el porcentaje de grasa y la masa muscular pueden ser similares, existen variaciones en otros aspectos de la composición corporal que podrían estar influenciadas por factores como los hábitos de vida y la carga académica.

Estos resultados respaldan la importancia de evaluar diversos componentes de la composición corporal, además del porcentaje de grasa y la masa muscular, para obtener una imagen más completa del estado nutricional y metabólico de los individuos, como se destaca en nuestro proyecto al analizar el AF, un indicador de la calidad de la masa libre de grasa y la integridad de las membranas celulares.

En conclusión, los hallazgos de nuestro proyecto son respaldados y complementados por diversos informes previos, los cuales destacan la utilidad del AF como un biomarcador válido y prometedor en la evaluación de la composición corporal y el estado nutricional. Se observó una clara influencia del dimorfismo sexual, el IMC, el estilo de vida y el consumo de sustancias en los indicadores de composición corporal, como el AF, la masa muscular y la masa grasa. Además, se resalta la importancia de considerar múltiples factores y evaluar diversos componentes de la composición corporal para obtener una imagen más precisa del estado nutricional y metabólico en diferentes poblaciones y contextos.

Limitaciones y Direcciones Futuras

Si bien los estudios brindan información valiosa, deben considerarse las limitaciones:

1. Limitaciones de la muestra: Algunos estudios tienen tamaños de muestra limitados o se enfocan en poblaciones específicas, lo que limita la generalización.

2. Evaluaciones completas: Los estudios futuros deberían incluir evaluaciones más completas de los factores de estilo de vida, la ingesta dietética y los niveles de actividad física.

3. Estudios longitudinales: Se necesitan estudios longitudinales para rastrear los cambios en AF, la composición corporal y los resultados de salud a lo largo del tiempo

Conclusiones:

1. El presente estudio permitió determinar los valores promedio del ángulo de fase y el índice de masa corporal en la población de estudiantes universitarios evaluada, estableciendo valores de referencia para esta población específica.

2. Se encontraron diferencias significativas en el ángulo de fase y la composición corporal entre hombres y mujeres, lo que respalda el dimorfismo sexual observado en estudios previos. Además, se evidenció una tendencia de aumento en el ángulo de fase a medida que aumentaba la clasificación del índice de masa corporal, desde bajo peso hasta obesidad.

3. Los resultados revelaron una correlación positiva entre el ángulo de fase y la masa libre de grasa, y una correlación negativa con la masa grasa, lo que sugiere que un mayor ángulo de fase se asocia con una mejor calidad muscular y un estado nutricional más saludable.

4. Se identificó una influencia de ciertos factores de estilo de vida, como la ingesta de alimentos ricos en proteínas, el consumo de agua, la frecuencia de ejercicio físico y el sedentarismo, en los valores del ángulo de fase y su relación con el índice de masa corporal.

Recomendaciones:

1. Implementar programas de educación nutricional y promoción de hábitos de vida saludables en la comunidad universitaria, enfocados en mantener una adecuada

composición corporal y un ángulo de fase óptimo, lo cual podría reducir el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas relacionadas con la obesidad y la sarcopenia.

2. Fomentar la práctica regular de actividad física y el consumo de una dieta balanceada, rica en proteínas y con una adecuada hidratación, ya que estos factores se asociaron positivamente con un mayor ángulo de fase y una mejor calidad de la masa libre de grasa.

3. Realizar evaluaciones periódicas de la composición corporal en la población estudiantil, utilizando métodos precisos como el análisis de bioimpedancia eléctrica y el ángulo de fase, para detectar tempranamente alteraciones y establecer intervenciones oportunas.

4. Llevar a cabo estudios longitudinales y de seguimiento en la población universitaria, con el fin de monitorear los cambios en el ángulo de fase, la composición corporal y los factores de estilo de vida a lo largo del tiempo, y evaluar su impacto en el desarrollo de posibles complicaciones de salud.

REFERENCIAS

1. Tokaç Er N, Doğan G, Meriç ÇS, Yılmaz HÖ, Öztürk ME, Ayhan NY. Prevalence of overweight, obesity and abdominal obesity in Health Sciences Faculty students. Clin Nutr ESPEN. 2021 Dec;46:466–70.
2. Becker SP, Jarrett MA, Luebbe AM, Garner AA, Burns GL, Kofler MJ. Sleep in a large, multi-university sample of college students: sleep problem prevalence, sex differences, and mental health correlates. Sleep Health. 2018 Apr;4(2):174–81.

3. Telleria-Aramburu N, Arroyo-Izaga M. Risk factors of overweight/obesity-related lifestyles in university students: Results from the EHU12/24 study. Br J Nutr. 2022 Mar;127(6):914–26.

4. Koci J, Donaldson SI. Well-Being and Success For University Students. Well-Being and Success For University Students [Internet]. 2023 Dec 12 [cited 2024 Mar 17]; Available from: https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781003378365/well-being-success-university-students-jana-koci-stewart-donaldson

5. Roldán-Aguilar EE, Vergara-Ramos G, Jaramillo-Osorno AF. Investigaciones realizadas en Colombia relacionadas con actividad física y obesidad 2010-2020. Revista Politécnica [Internet]. 2022 Sep 30 [cited 2024 Mar 17];18(36):53–74. Available from: https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/2036/2037

6. Ren X, Chen Y, He L, Jin Y, Tian L, Lu M, et al. Prevalence of underweight, overweight and obesity in university students from the region of Anhui (China). Nutr Hosp. 2014 Dec;31(3):1089–93.

7. Chen Y, Liu X, Yan N, Jia W, Fan Y, Yan H, et al. Higher Academic Stress Was Associated with Increased Risk of Overweight and Obesity among College Students in China. Int J Environ Res Public Health. 2020 Jul;17(15).

8. Vargas-Zárate M, Becerra-Bulla F, Prieto-Suárez E. Evaluación Antropométrica de Estudiantes Universitarios en Bogotá, Colombia . Vol. 10, Revista de Salud Pública . scieloco ; 2008. p. 433–42.

9. Li L, Wang YY, Wang SB, Zhang L, Li L, Xu DD, et al. Prevalence of sleep disturbances in Chinese university students: a comprehensive meta-analysis. J Sleep Res. 2018 Jun;27(3):e12648.

10. Peltzer K, Pengpid S, Samuels TA, Özcan NK, Mantilla C, Rahamefy OH, et al. Prevalence of overweight/obesity and its associated factors among university students from 22 countries. Int J Environ Res Public Health. 2014 Jul;11(7):7425–41.

11. Obesity and overweight [Internet]. [cited 2023 Mar 11]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

12. Park MJ, Choi KM. Interplay of skeletal muscle and adipose tissue: sarcopenic obesity. Metabolism [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2024 Mar 17];144. Available from: http://www.metabolismjournal.com/article/S0026049523001804/fulltext

13. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile And Cut Off Points. StatPearls [Internet]. 2023 Jun 26 [cited 2024 Mar 17]; Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/

14. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: From body mass index to body composition profiling. Journal of Investigative Medicine [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2024 Mar 17];66(5):887–95. Available from: https://journals.sagepub.com/doi/10.1136/jim-2018-000722

15. Eknoyan G. Adolphe Quetelet (1796-1874)--the average man and indices of obesity. Nephrol Dial Transplant. 2008;23(1):47-51.

16. Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. Indices of relative weight and obesity. J Chronic Dis. 1972;25(6):329-343.

17. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organ Tech Rep Ser. 1995;854:1-452.

18. Prospective Studies Collaboration, Whitlock G, Lewington S, et al. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. Lancet. 2009;373(9669):1083-1096.

19. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. Int J Obes (Lond). 2008;32(6):959-966.

20. Tchernof A, Despres JP. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. Physiol Rev. 2013;93(1):359-404.

21. Nuttall FQ. Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. Nutr Today. 2015;50(3):117-128.

22. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M. Validity of body composition methods across ethnic population groups. Acta Diabetol. 2003;40 Suppl 1:S246-249.

23. Cornier MA, Despres JP, Davis N, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2011;124(18):1996-2019.

24. Okorodudu DO, Jumean MF, Montori VM, et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. Int J Obes (Lond). 2010;34(5):791-799.

25. Kumar S, Dutt A, Hemraj S, Bhat S, Manipadybhima B. AFse Angle Measurement in Healthy Human Subjects through Bio-Impedance Analysis. Iran J Basic Med Sci. 2012 Nov;15(6):1180–4.

26. Cancello R, Brunani A, Brenna E, Soranna D, Bertoli S, Zambon A, et al. AFse angle (AF) in overweight and obesity: evidence of applicability from diagnosis to weight changes in obesity treatment. Rev Endocr Metab Disord. 2022 Dec;1–14.

27. Lukaski HC, Garcia-Almeida JM. AFse angle in applications of bioimpedance in health and disease. Rev Endocr Metab Disord. 2023 Mar;1–4. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. Clin Nutr. 2004;23(5):1226-1243.

28. Mulasi U, Kuchnia AJ, Cole AJ, Earthman CP. Bioimpedance at the bedside: Current applications, limitations, and opportunities. Nutr Clin Pract. 2015;30(2):180-193.

29. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-WestAFl A. Bioelectrical AFse angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. Clin Nutr. 2012;31(6):854-861.

30. Barrea L, Muscogiuri G, Laudisio D, et al. AFse Angle: A Possible Biomarker to Quantify Inflammation Status in Obesity. Nutrients. 2021;13(7):2339.

31. Camilleri GM, Verger EO, Batsis JA. Validating Bioelectrical Impedance Analysis for Obesity and Body Composition Measurements. Obesity. 2022;30(2):337-342.

32. Lara JJ, Hansen ASB. Composición Corporal Segmentaria por Impedancia Bioeléctrica: Monitoreo del Estado Nutricional. Rev Chil Nutr. 2021;48(6):958-965.

33. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD. Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2005;8(3):311-317.

34. Camilleri GM, Verger EO, Batsis JA. Validating Bioelectrical Impedance Analysis for Obesity and Body Composition Measurements. Obesity. 2022;30(2):337-342.

35. Kurmaev DP, Bulgakova S V, Treneva E V. [Bioimpedance analysis of body composition and AFse angle for the diagnosis of sarcopenia and frailty (literature review).]. Adv Gerontol. 2022;35(2):294–301.

36. Brunani A, Perna S, Soranna D, Rondanelli M, Zambon A, Bertoli S, et al. Body composition assessment using bioelectrical impedance analysis (BIA) in a wide cohort of patients affected with mild to severe obesity. Clin Nutr. 2021 Jun;40(6):3973–81.

37. Banquéz Trocha S, Fuentes Polo KD, Giraldo Padilla M, Ruíz Álvarez V. Estimación y comparación de puntos de corte de ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia en una muestra de estudiantes de una institución universitaria privada en la ciudad de Cartagena, 2020-1. 2021 Jan 5 [cited 2024 Mar 17]; Available from: https://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/248

38. Pearce C, Rychetnik L, Wilson A. The obesity paradigm and the role of health services in obesity prevention: a grounded theory approach. BMC Health Serv Res [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2024 Mar 17];21(1):1–10. Available from: https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-021-06089-w

39. Barbosa-Silva MCG, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for AFse angle by age and sex. Am J Clin Nutr. 2005 Jul 1;82(1):49–52.

40. Atilano-Carsi X, Auxiliadora Bajo M, Peso G Del, Sánchez R, Selgas R. Vectores de impedancia bioeléctrica de referencia para la población española. Nutr Hosp. 2015;31(3):1336–44.

41. Fernández-del-Valle, A. I. (2023, 14 de marzo). El ángulo de fase como indicador de calidad muscular. Fisiología del Ejercicio. https://www.fisiologiadelejercicio.com/el-angulo-de-fase-como-indicador-de-calidad-muscular/

42. *Banquez Trocha S; Fuentes Polo K; Giraldo Padilla M. Estimación y comparación de puntos de corte de ángulo de fase, resistencia, reactancia y coeficiente de bioimpedancia en una muestra de estudiantes de una institución universitaria privada en la ciudad de Cartagena*. Repositorio Institucional UNISINÚ. 2020 https://dle.rae.es/inv%C3%A1lido

43. Moraes AM, Quinaud RT, Ferreira GOC, Lima AB, Carvalho HM, Guerra-Júnior G. Variación de la fase angular en relación con la edad, el sexo y la madurez tras ajustar por el tamaño en adolescentes. Front. Nutr. 2022;9:939714. doi: 10.3389/fnut.2022.939714.

44. Pereira Coelho, MP., Dias Diniz, KG., Bering, T., Ferreira, LSDA., Vieira, DA., Castro, MRC., Correia, MITDC., Rocha, GA., Teixeira, R., Garcia, FD., & Silva, LD. (2019). Skeletal muscle mass index and AFse angle are decreased in individuals with dependence on alcohol and other substances. Nutrition, 71, 110614. doi:10.1016/j.nut.2019.110614.

45. Silva, CM., Baptista, IL., Soares, CA., Gomes, MA., Santos, T., Silva, AM., & Campos, MH. (2022). Body composition parameters and AFse angle in young people: influence of lifestyle. J Clin Med Res. 14(12), 1444-1452. doi:10.3390/jcm14121444.

46. Ramírez-Herrera Cristian J., Pico-Tarazona Juan C., Sánchez Isabel A., Garavito-Peña Felipe R., Mendoza-Romero Darío, Castro-Jiménez Laura E.. Ángulo de fase como

indicador de riesgo cardiovascular en estudiantes universitarios. Rev. Colomb. Cardiol. [Internet]. 2021 diciembre [consultado el 8 de mayo de 2024]; 28(6): 656-664. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56332021000600656&lng=en. Publicación electrónica el 7 de enero de 2022. https://doi.org/10.24875/rccar.m21000109 .

47. Durán-Agüero Samuel, Beyzaga-Medel Carlos, Miranda-Durán Melisa. Comparación en autopercepción de la imagen corporal en estudiantes universitarios evaluados según Índice de Masa Corporal y porcentaje de grasa. Dieta Rev Esp Nutr Hum [Internet]. 2016 septiembre [citado 2024 mayo 09] ; 20(3): 180-189. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000300004&lng=es. https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.3.209.

48. Jiménez Rivera, S; Hincapié Vasquez, D; Correlación del IMC y % grasa obtenida por BIA en personas adultas sanas. [Internet]. 2023. [citado: 2024, mayo] Disponible en: https://hdl.handle.net/10901/25105

49. Portao J., Bescós R., Irurtia A., Cacciatori E., Vallejo L.. Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: antropometría vs bioimpedancia. Nutr. Hosp. [Internet]. 2009 Oct [citado 2024 Mayo 09] ; 24(5): 529-534. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112009000500003&lng=es.

50. Alzate MA, Santana MG, de Jesús Uribe Gil G. Comparación de la composición corporal por bioimpedancia de estudiantes del programa de nutrición y dietética. mente_joven

[Internet]. 2022 [citado el 9 de mayo de 2024];11. Disponible en: https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/mente_joven/article/view/11418

51. Carrero González C, Lastre-Amell G, ALEJANDRA-ORÓSTEGUI MARÍA, RUIZ-ESCORCIA LINDA, PARODIA MUÑOZ ALEXANDER. Evaluación de la composición corporal según factor de riesgo de obesidad en universitarios. Salud, Barranquilla [Internet]. Abril de 2020 [consultado el 8 de mayo de 2024]; 36(1): 81-96. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522020000100081&lng=en. Publicación electrónica el 20 de mayo de 2021. https://doi.org/10.14482/sun.36.1.616.3 .

ANEXOS

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN LA INVESTIGACIÓN: "ÁNGULO DE FASE E ÍNDICE DE MASA CORPORAL EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS: RELACIÓN Y COMPLEMENTARIEDAD"

Investigadores Principales: Lina Maria Castro Ramírez, Manuela Sánchez Ramírez.

Institución: Universidad Libre seccional Pereira junto a la Universidad Tecnológica de Pereira

Propósito del Estudio:

El objetivo de esta investigación es analizar la relación y complementariedad entre el ángulo de fase y el índice de masa corporal (IMC) en estudiantes universitarios. Este estudio utilizará datos de bioimpedancia, talla, peso e índice de masa corporal previamente recopilados en el proyecto de evaluación nutricional de estudiantes universitarios de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP).

Procedimientos:

Para esta investigación, se utilizarán datos existentes de la base de datos creada durante el proyecto anterior de evaluación nutricional de los estudiantes de la UTP. No se requerirá la recolección de nuevos datos o la realización de nuevos procedimientos con los participantes.

Beneficios:

Los resultados de esta investigación podrán proporcionar una mejor comprensión de la relación entre el ángulo de fase y el IMC, lo que podría contribuir a mejoras en las evaluaciones nutricionales y de salud de los estudiantes universitarios.

Riesgos:

No existen riesgos asociados con la participación en este estudio, ya que solo se utilizarán datos previamente recolectados.

Confidencialidad:

Toda la información recopilada será manejada de manera confidencial. Los datos serán anonimizados para garantizar que los participantes no puedan ser identificados. Los resultados del estudio podrán ser publicados, pero en ningún momento se revelará la identidad de los participantes.

Consentimiento para el Uso de Datos:

La Universidad Tecnológica de Pereira ha autorizado el uso de la base de datos del proyecto anterior de evaluación nutricional para esta investigación. Al participar, usted acepta que los datos previamente proporcionados sean utilizados para este estudio.

Declaración de Consentimiento:

Al firmar este documento, usted indica que ha leído y comprendido la información anterior, que se le ha dado la oportunidad de hacer preguntas y que acepta voluntariamente participar en este estudio.

Firma de autorización:

Pablo Cesar Tabares

Firmado digitalmente por Pablo Cesar Tabares
Fecha: 2024.05.30 12:23:10 -05'00'

Agradecemos su participación y colaboración en esta importante investigación.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

"Toma de bioimpedancia para fines de determinación de la composición corporal de la comunidad académica de la Universidad Tecnológica de Pereira"

Yo_____
_____identificad@ con CC T.I C.E Pasaporte No. _____de la ciudad de__
_____de conformidad con lo dispuesto en las normas vigentes sobre protección de datos personales, en especial la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1074 de 2015, autorizo libre, expresa e inequívocamente a los estudiantes practicantes de séptimo semestre de nutrición y dietética de la Universidad Libre, para que me realicen la toma de bioimpedancia, recolecten mis datos personales y hagan tratamiento de los mismos, los cuales suministro de manera veraz y completa y serán utilizados para el análisis de la composición corporal de una muestra de la comunidad académica de la Universidad Tecnológica de Pereira de la cual yo hago parte.

Así mismo, declaro que conozco que la recolección y tratamiento de mis datos se realizará de conformidad con la Política de Tratamiento de Datos Personales de la Universidad Tecnológica de Pereira, manifestando que he sido informad@ de forma clara y suficiente de los fines de su tratamiento y la posibilidad que tenía de no efectuar la autorización en aquella información considerada sensible.

Manifiesto que como titular de la información, fui informado de los derechos con que cuento como titular de la información, especialmente a conocer, actualizar y rectificar mi información personal, revocar la autorización y solicitar la supresión del dato, las cuales podré ejercer a través de los canales presenciales, el correo electrónico:
Adicionalmente, al firmar este consentimiento garantizo que no cuento con ninguna de las siguientes condiciones al momento de la toma de la bioimpedancia que actúan como criterios de exclusión para este proceso:

- **No tengo marcapasos o equipos de sobrevivencia eléctricos (la bioimpedancia costa de un paso de corriente que va desde un punto A hasta un punto B a través del cuerpo, dicha corriente puede llegar a afectar la funcionalidad de ste tipo de dispositivos por esto No se recomienda la toma de bioimpedancia en personas que cuenten con uno).**

- **No estoy gestando (la bioimpedancia costa de un paso de corriente que va desde un punto A hasta un punto B a través del cuerpo, dicha corriente recorrería indiscriminadamente el cuerpo de la madre y del feto, hasta el momento no se han determinado con certeza los efectos de ese paso de corriente a través del feto por esto No se recomienda la toma de bioimpedancia en mujeres en estado de gestación).**
- **No me encuentro menstruando (durante la menstruación, debido al cambio hormonal, también cambia la composición corporal, específicamente en contenido de agua y el % de grasa, como la bioimpedancia mide estos parámetros No se recomienda la toma de bioimpedancia en mujeres que se encuentren menstruando porque los datos arrojados no serían precisos)**
- **Actualmente no estoy reteniendo líquidos o estoy edematizado**
- **No he tomado agua abundante, ni bebidas tipo café o colas, antes de realizarme la toma (La BIA se basa en la medición del agua corporal, por lo tanto, tomar bebidas antes altera la homeostasis de la célula y por lo tanto el resultado)**
- **No he realizado ejercicio 4 horas antes de realizarme la toma (Realizar ejercicio altera la homeostasis hídrica de las células y por ende los resultados)**
- **No he sufrido de accidentes o me han practicado procedimientos en los que me han amputado alguno o ambos miembros superiores o inferiores (La bioimpedancia se base en tomar datos de la mitad del cuerpo y su sistema interno multiplica los resultados por dos asumiendo que el otro lado es exactamente igual, es por esto que No se recomienda la tomo de bioimpedancia en personas con algún miembro amputado dado que el resultado que arroja el bioimpendanciómetro es impreciso)**

j.gomez1234@utp.edu.co