

# **Circunferencia de la pantorrilla como prueba diagnóstica de Sarcopenia en adultos mayores de Manizales**

**Vivian Andrea Muñoz García**

Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias para la Salud, Departamento clínico  
Manizales, Colombia  
2.023

# **Circunferencia de la pantorrilla como prueba diagnóstica de Sarcopenia en adultos mayores de Manizales**

**Vivian Andrea Muñoz García**

Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:  
**Especialista en Medicina Interna y Geriátría**

Director:  
Especialista en Medicina Interna y Geriátría José Fernando Gómez Montes

Grupo de investigación: IMIAS y Huellas

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

2.023

*A mi hija Gabriela, mis ganas de no rendirme, mi vida entera.  
A mi madre Nancy quien siempre me motivó a no darme por vencida.  
A mi tío José Ignacio quien siempre ha sido un padre para mí.  
A mi familia que estuvo presente en los momentos difíciles.  
A los amigos que este arduo camino me presentó y estuvieron para soportarme.  
A Canela mi fiel amiga canina, quien partió hacia el arcoíris.  
A la Universidad de Caldas y profesores, quienes fueron una luz y formaron el ser humano que soy hoy.*

## Agradecimientos

- A María Fernanda Rosero Chamorro, Médica, por recolectar la información y participar activamente de la investigación.
- Al equipo de trabajo de la IPS universitaria de la Universidad de Caldas facultad de salud, por su disposición en colaborar con las instalaciones e insumos para la realización del proyecto.
- Al grupo de investigación IMIAS por permitir acceder a los datos de los pacientes y trabajar de su mano.

# Resumen

## Objetivo:

Determinar la validez predictiva de la circunferencia de la pantorrilla en el diagnóstico de Sarcopenia basados en el índice de masa muscular esquelética medida por Bioimpedancia eléctrica en adultos mayores participantes del estudio IMIAS 2.022 de la ciudad de Manizales, Colombia.

## Metodología:

Estudio transversal con población del estudio IMIAS. Se determinó la composición corporal con el peso y talla de los participantes, se midió la circunferencia de la pantorrilla (CP). Se determinó el índice de masa muscular esquelética por BIA (puntos de corte establecidos para población local) y la apendicular por medidas antropométricas según la ecuación de Lee. Además, se realizó medición de fuerza de agarre y la batería corta de rendimiento físico (SPPB). La sarcopenia se evaluó utilizando las recomendaciones del grupo europeo de trabajo en sarcopenia en personas mayores (EWGSOP), la CP por el grupo asiático.

## Resultados:

De la muestra evaluada la distribución por sexo fue del 50%, la edad promedio 79,37 años, IMC 26,07 kg/m<sup>2</sup>, CP 35,4 cm e IMM 7,031 kg/m<sup>2</sup>. La prevalencia de sarcopenia fue de 58,5%, siendo el 65,9% de estos el sexo masculino y 34,1% en mujeres. El IMC promedio para los hombres fue de 24,39 kg/m<sup>2</sup> (normal), y para las mujeres sin sarcopenia 28,66 kg/m<sup>2</sup> (sobrepeso). No se estableció correlación entre las variables IMM y CP con un índice de Pearson de 0,318 (p= 0,066) para las mujeres y de 0,157 (p= 0,407) para los hombres. En un análisis secundario sí se encontró correlación entre la CP y el estimado del índice de masa muscular esquelética, esta vez apendicular calculada por medidas antropométricas según la ecuación de Lee (r= 0,621 p <0,001 para los hombres y r= 0,551 p <0,001 para las mujeres, respectivamente).

## Conclusión:

La CP no reemplaza la estimación del IMM medida por bioimpedancia, pero sí resulta útil como medida indirecta del índice de masa muscular esquelético apendicular calculado por antropometría.

**Palabras clave:** Sarcopenia, Circunferencia de la pantorrilla, Bioimpedancia eléctrica, Índice de masa muscular esquelética.

# Abstract

## Objective:

To determine the predictive validity of the calf circumference in the diagnosis of Sarcopenia based on the skeletal muscle mass index measured by electrical Bioimpedance (BIA) in older adults participating in the IMIAS 2022 study from the city of Manizales, Colombia.

## Methods:

We carried out a cross-sectional study with the population of the IMIAS study. The body composition was determined with the weight and height of the participants, the calf circumference (CC) was measured. Skeletal muscle mass index (SMM) was determined by BIA (cut-off points established for local population) and appendicular by anthropometric measurements according to Lee's equation. In addition, grip strength and the short physical performance battery (SPPB) were measured. Sarcopenia was assessed using the recommendations of the European Working Group on Sarcopenia in the Elderly (EWGSOP), the CC by the Asian group.

## Results:

Seventy participants were included, the distribution by sex was 50%, the average age 79.37 years, BMI 26.07 kg/m<sup>2</sup>, CC 35.4 cm and SMM 7.031 kg/m<sup>2</sup>. The prevalence of sarcopenia was 58.5%, with 65.9% of these being male and 34.1% female. The average BMI for men was 24.39 kg/m<sup>2</sup> (normal), and for women without sarcopenia 28.66 kg/m<sup>2</sup> (overweight). No correlation was established between the SMM and CC variables with a Pearson index of 0.318 (p= 0.066) for women and 0.157 (p= 0.407) for men. In a secondary analysis, a correlation was found between the CC and the estimate of the skeletal muscle mass index, this time appendicular (ASM) calculated by anthropometric measurements according to the Lee equation (r= 0.621 p <0.001 for men and r= 0.551 p <0.001 for men). women, respectively).

## Conclusions:

The Calf Circumference does not replace the estimate of Skeletal muscle mass index measured by bioimpedance, but it is useful as an indirect measure of the appendicular skeletal muscle mass index (ASM) calculated by anthropometry.

**Key words:** Sarcopenia, Calf circumference, Bioelectrical impedance analysis (BIA), Whole-body skeletal muscle mass (SMM)

# Tabla de contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	10
MARCO TEÓRICO .....	13
DEFINICIÓN.....	14
CAUSAS .....	14
Nutricionales.....	14
Asociado a inactividad .....	15
Enfermedad .....	15
Iatrogénica .....	15
FISIOPATOLOGÍA .....	15
Cambios fisiológicos del músculo asociados a la edad.....	15
Factores intervinientes en el envejecimiento muscular .....	16
EPIDEMIOLOGÍA .....	17
DIAGNÓSTICO.....	18
OBJETIVOS .....	21
METODOLOGÍA.....	22
RESULTADOS.....	27
DISCUSIÓN.....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	41

**Introducción:** En Colombia, los cambios epidemiológicos y demográficos muestran que aproximadamente el 10% de la población son mayores de 60 años, y además el grupo etario de los mayores de 65 años representan un 7% con predominio de mujeres ancianas [1]. El envejecimiento trae consigo una serie de cambios que representan la declinación de las funciones fisiológicas, entre estas se encuentra la disminución en la calidad y cantidad de fibras musculoesqueléticas, referido comúnmente como Sarcopenia. Dichos cambios son regulados por factores relacionados con los sistemas nervioso, muscular y óseo [2]. La Sarcopenia está directamente asociada con dependencia funcional, institucionalización, estancias hospitalarias prolongadas, un mayor número de hospitalizaciones, altas tasas de mortalidad y elevación en los costos para el sistema de salud [3].

Se definieron tres criterios para el diagnóstico de la sarcopenia, primero la evaluación de la fuerza muscular, seguido por la estimación de la cantidad y calidad de masa muscular esquelética y, por último, el hallazgo de un bajo desempeño físico. En este estudio se hace énfasis en la valoración cuantitativa de la masa muscular, la cual puede llevarse a cabo por diferentes técnicas [4] que van desde las más sencillas como las medidas antropométricas tomadas en el consultorio, hasta el estándar de oro como lo es la Resonancia Magnética Nuclear. Entre los diferentes métodos también se encuentra la bioimpedancia eléctrica, la cual da un estimado de la masa muscular basado en la conductividad eléctrica de todo el cuerpo, utilizada para la estimación de la masa magra corporal total o de la apendicular [5].

Se ha demostrado que la circunferencia de la pantorrilla (CP) puede predecir el rendimiento y la supervivencia en las personas mayores (punto de corte < 31 cm) [6]. Como tal, la circunferencia de la pantorrilla puede usarse como aproximación diagnóstica en los adultos mayores que se encuentren en entornos donde no hay otros métodos de diagnóstico de masa muscular disponible [7].

En algunas poblaciones se obtuvo una buena correlación entre la CP y la medición de la masa muscular esquelética apendicular. Un estudio realizado en la población geriátrica de una ciudad de Corea del Sur [8], concluyó que existía una buena correlación entre la CP y los datos obtenidos por Densitometría (DEXA), para diagnosticar Sarcopenia. En otro estudio también realizado en población asiática, esta vez en hombres y mujeres de edad media y adultos mayores en Japón [9], se logró establecer la relación entre la CP y el índice de masa muscular esquelética apendicular (IMME), también con el índice de masa muscular (IMM), como un marcador sustituto de dicha medida.

Por lo anteriormente mencionado, el grupo de trabajo asiático para la sarcopenia (AWGS por sus siglas en inglés) recomienda como prueba de tamización la circunferencia de la pantorrilla, con una sensibilidad y especificidad moderada-alta tanto para el diagnóstico de sarcopenia, como para la estimación de la baja masa muscular [10]. Por otro lado, el grupo de trabajo europeo para la sarcopenia (EUROPEAN WORKING GROUP ON SARCOPENIA IN OLDER PEOPLE 2 EWGSOP2) no toma en cuenta el parámetro de las medidas antropométricas para realizar la aproximación inicial en el diagnóstico de sarcopenia, debido a la pobre correlación en múltiples estudios en población europea [7].

Se desconoce el comportamiento de la CP como predictor de masa muscular esquelética en la población colombiana.

El objetivo de este estudio fue comparar la precisión de la circunferencia de la pantorrilla medida en centímetros (cm) con el índice de masa muscular esquelético medido por BIA como marcador sustituto de este último, y así desde el escenario de la consulta externa y atención primaria tener una herramienta sencilla, de bajo costo y reproducible, para realizar un diagnóstico temprano y un tratamiento oportuno de la Sarcopenia.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La población mundial está envejeciendo rápidamente. Como sociedades viejas, la incidencia de limitaciones físicas se está incrementando dramáticamente, lo cual reduce la calidad de vida e incrementa los costos en salud (1).

El incremento sostenido de este grupo etario y los estudios de demografía y epidemiología del envejecimiento en las últimas tres décadas, han hecho que se le haya dado mayor importancia a situaciones relacionadas con el envejecimiento como calidad de vida, condiciones y síndromes geriátricos, comorbilidad, fragilidad, discapacidad, capacidad funcional y temas relacionados con el cuidado al final de la vida (2).

Cada país en el mundo está experimentando el crecimiento en el número y proporción de ancianos en su población; entre el 2015 y el 2030, el número de personas mayores de 60 años en el mundo está proyectada a incrementarse en un 56%(3).

En Colombia, se vive actualmente una rápida transformación demográfica, la población actual mayor de 60 años representa el 10% de la población y los mayores de 65 representan el 7% de la población y se prevé que el grupo etario de 60 años se incremente un 20% para el 2050, con predominio de mujeres ancianas (4).

Los diferenciales en las estructuras de población de los departamentos obedecen a los avances de los procesos de transición demográfica y la heterogeneidad socioeconómica propios de cada área. Departamentos reconocidos como los más desarrollados, incluyendo el Distrito Capital, tienen las poblaciones más envejecidas.

En Caldas existe un 69,34% de personas mayores de 60 años por cada 10 menores de 15, reveló el DANE (5). Los adultos mayores corresponden al 18% de la población caldense.

El envejecimiento trae consigo una serie de cambios que representan la declinación de las funciones fisiológicas, entre estas se encuentra una disminución en la calidad y cantidad de fibras musculoesqueléticas, referido comúnmente como Sarcopenia. Dichos cambios son regulados por factores relacionados con los sistemas nervioso, muscular y óseo (1).

Los procesos celulares responsables del desarrollo y progresión de la Sarcopenia causan desenlaces negativos al disminuir la fuerza, movilidad y capacidad funcional del individuo (6). Su aparición puede ser indicativa de riesgo de otras condiciones en los ancianos, y su diagnóstico requiere la detección de baja calidad y cantidad de masa muscular para confirmar el diagnóstico de Sarcopenia, además en el último consenso del EUROPEAN WORKING GROUP ON SARCOPENIA IN OLDER PEOPLE 2 (EWGSOP2), se definió que el pobre desempeño físico indicaba severidad de esta (7). Se definieron tres criterios para el diagnóstico a aplicar, si la prueba de tamización era positiva, la cual en este caso es el SARC-F, que demostró tener una baja sensibilidad, pero con una especificidad mayor del 90% en la mayoría de los estudios (8). El siguiente paso para confirmar el diagnóstico es la evaluación de la fuerza muscular con la medición de la fuerza de agarre en el caso de las extremidades superiores, y el levantarse cinco veces de una silla para medir la fuerza en los miembros inferiores, la cual como recordamos es uno de los componentes de

la serie corta de rendimiento físico o SPPB por sus siglas en inglés (Short Physical Performance Battery) (9). Para continuar con la valoración del músculo, se incorporó la valoración cuantitativa de la masa muscular por diferentes métodos (10) como la realización de la Densitometría por absorción dual de energía (11), que aunque no es el “Estándar de Oro” para calcular la composición corporal como lo son la Resonancia (RMN) y la Tomografía (TAC), ha demostrado superioridad ante métodos tradicionales y se usa ampliamente por su capacidad de medir la masa muscular esquelética apendicular, usado tanto en el medio clínico como en el de la investigación (7). Sin embargo, existe el problema de disponibilidad sólo en escenarios como son los laboratorios de investigación, y no en la práctica clínica diaria, el costo y la radiación, hacen de él un método poco accesible.

Entendiendo dicha problemática, se plantea el uso de métodos sencillos que se puedan aplicar en el consultorio, debido a la poca disponibilidad de métodos precisos y los altos costos que implican. Es importante tener en cuenta otras herramientas más sencillas, que se tengan al alcance de la mano de todos, incluyendo a los profesionales de atención primaria los cuales son los que tienen el primer contacto con el paciente, así derivar el individuo en riesgo a la consulta especializada y establecer un plan de tratamiento de manera rápida.

Dentro de las herramientas más sencillas tenemos la antropometría, destacando la circunferencia o perímetro del brazo y de la pantorrilla (12), en algunas poblaciones han tenido una buena correlación con la medición de la masa muscular esquelética apendicular. Un buen ejemplo fue un estudio realizado en la población geriátrica de una ciudad de Corea del Sur (13), en el que se obtuvo una buena correlación entre la circunferencia de la pantorrilla y los datos obtenidos por DEXA, para diagnosticar Sarcopenia, así mismo existen otros estudios que aprueban la medición de la circunferencia del brazo (14), como una aproximación para detección temprana de la Sarcopenia.

En otro estudio también realizado en población asiática, esta vez en hombres y mujeres de edad media y adultos mayores en Japón (15), se logró establecer la relación entre la circunferencia de la pantorrilla y el índice de masa muscular esquelética apendicular, también con el índice de masa muscular, como un marcador sustituto a dicha medida.

Por lo anteriormente mencionado, el grupo de trabajo asiático para la sarcopenia (AWGS por sus siglas en inglés) recomienda como prueba de tamización la circunferencia de la pantorrilla, con una sensibilidad y especificidad moderada-alta tanto para el diagnóstico de sarcopenia, como para la estimación de la baja masa muscular (16).

En un estudio realizado en población de Manizales, no sólo se obtuvieron los puntos de corte para diagnosticar Sarcopenia, sino también se encontró una similitud de nuestra población con los asiáticos (17), por lo que resulta interesante comparar las medidas de antropometría de nuestra población con las obtenidas mediante la Bioimpedanciometría.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la validez predictiva de la circunferencia de la pantorrilla en el diagnóstico de Sarcopenia basados en el índice de masa muscular esquelética medida por

bioimpedancia eléctrica en los adultos mayores participantes del estudio IMIAS 2.022 como muestra representativa de la ciudad de Manizales?

## 2. MARCO TEÓRICO

A partir de la segunda mitad del siglo XX, se hizo evidente que el envejecimiento, un proceso universal, ocurre de manera diferente en cada individuo, y que dentro de la población geriátrica existen subgrupos de pacientes con mayor vulnerabilidad física y mental, con mayor dependencia de los servicios de salud (18).

El término “fragilidad” hace referencia a un estado de vulnerabilidad, debilidad, disminución de la reserva fisiológica presente en algunos pacientes geriátricos. Aunque el concepto de “fragilidad” es fácil de entender, su definición operacional es aún controversial (19). Woodhouse (20) definió un anciano frágil como “aquella persona mayor de 65 años que depende de los demás para llevar a cabo las labores de la vida cotidiana, y frecuentemente se encuentra bajo cuidados institucionales”. Gillick (18) enfatizó las repercusiones sociales de esta entidad al definir a los ancianos frágiles como “aquellos que no pueden sobrevivir sin ayuda sustancial de los otros”, mientras que MacAdam (19) y Williams (20) resaltaban las determinantes médicas al definir al anciano frágil como “aquel con condiciones (médicas) crónicas” y “aquel que requiere hospitalización prolongada por enfermedades crónicas debilitantes”.

Fried (21), en 2001, elaboró una definición de “fenotipo de fragilidad” que consistía en la presencia de 3 de 5 elementos a evaluar: 1) pérdida no intencionada de  $\geq 10$  libras en el año precedente, 2) sensación de “estar exhausto” reportada por el paciente, 3) debilidad (medida por la fuerza del cierre del puño), 4) marcha lenta y 5) poca actividad física. El valor predictivo de esta escala fue determinado con base en los datos obtenidos en un estudio de cohorte prospectivo sobre salud cardiovascular en mayores de 65 años (22,23). Se encontró que existía sobreposición, pero no concordancia, en la aparición de fragilidad, comorbilidad y discapacidad, y que este fenotipo de fragilidad era un predictor independiente, a 3 años, de caídas, disminución de la movilidad, incapacidad para las labores de la vida cotidiana, hospitalización y muerte. Además, se describió que la presencia de 1 o 2 de estos criterios (llamado por el autor “estadio de fragilidad intermedio”) se relacionaba con un mayor riesgo relativo de desarrollar fragilidad en los siguientes 3-4 años.

Los criterios de Fried (21) han servido de modelo para la valoración de fragilidad en escenarios clínicos donde se necesita un diagnóstico certero, fácil y rápido de emitir, incluyendo consulta de primer contacto para pacientes ambulatorios (24) y tamización de fragilidad en poblaciones seleccionadas.

La pérdida de la masa y fuerza muscular relacionada al envejecimiento es un componente clave de la fragilidad. Ya desde 1931, Macdonald Critchley, neurólogo del Hospital del colegio real (Kings´s College Hospital) en Londres, describía que “toda la musculatura, con el envejecimiento, tiende a involucionar”. En 1970, Nathan Shock publicó una serie de artículos sobre la fisiología del envejecimiento, concluyendo que “ningún decaimiento de la estructura y función es más dramática que la pérdida de la masa muscular relacionada con la edad”.

La Sarcopenia se define como la pérdida de masa y fuerza muscular en contexto del envejecimiento. Así definida no trae a consideración la magnitud de su presencia en el proceso de senescencia. Desde 2001 cuando Linda Fried (21) describe el

“fenotipo de la fragilidad en el adulto mayor” e incluye entre sus criterios para tal definición a la Sarcopenia surge la verdadera importancia de esta entidad.

Descrita en 1989 por Rosenberg (25), ya era parte del estigma del envejecimiento; desde los antiguos griegos ya se daba relevancia a la pérdida de fuerza muscular, hoy conocida como dinapenia, en la capacidad funcional de los viejos y por ello en el impacto que tenía en la inserción social el adulto mayor con esas limitaciones. Sófocles en una de sus más conocidas tragedias pone en boca de Edipo: “*mi cuerpo ya no tiene fuerzas para caminar sólo sin que alguien lo guie*”. He aquí que junto al concepto de pérdida de fuerza se une el de fragilidad y ambos llevan al terrible flagelo que acecha al envejecido: la dependencia (26).

## 2.1 DEFINICIÓN

El término Sarcopenia, acuñado por Rosenberg (25) para describir el proceso relacionado con el envejecimiento, se constituyó como neologismo a partir de las palabras griegas sarcos (“carne”) y penia (“pérdida”). *Dinapenia*: pérdida de fuerza muscular que puede preceder a la Sarcopenia o ser consecuencia de esta.

En el 2010, el European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) publicó una definición de Sarcopenia que fue ampliamente usada alrededor del mundo; esta definición fomentó avances en la identificación y cuidado de personas a riesgo o con Sarcopenia (27). A principios del 2018, el grupo de trabajo (EWGSOP) se reúne de nuevo para determinar si una actualización de la definición de Sarcopenia estaba justificada (7).

En la década desde el trabajo inicial del EWGSOP, investigadores y clínicos han explorado muchos aspectos de la Sarcopenia. Grupos de expertos alrededor del mundo han publicado definiciones complementarias (28–30), y los investigadores han hecho avances notables en la comprensión del papel que juega el músculo en la enfermedad y la salud.

Se debe tener en cuenta que la Sarcopenia no sólo debe asociarse con la delgadez, sino que también puede estar presente en la obesidad, lo que lleva a una mayor discapacidad y mortalidad (31). La obesidad sarcopénica generalmente se identifica cuando suceden ambos, la masa muscular se encuentra disminuida y la adiposidad incrementada en el mismo individuo, pero podría pasar desapercibido cuando el foco de atención es la obesidad, que también conduce a resultados adversos (32). La Sarcopenia y la obesidad comparten algunas vías fisiopatológicas subyacentes. La pérdida muscular puede también incrementar el riesgo de muerte y discapacidad durante la pérdida de peso en individuos con obesidad (33,34).

## 2.2 CAUSAS

### 2.2.1 Nutricionales

- Baja ingesta de proteína.
- Deficiencia de micronutrientes.
- Malabsorción u otras condiciones gastrointestinales.

- Anorexia (envejecimiento, problemas orales).

#### 2.2.2 Asociado a inactividad

- Reposo en cama, inmovilidad, desacondicionamiento.
- Poca actividad, sedentarismo.

#### 2.2.3 Enfermedad

- Enfermedades óseas y articulares.
- Trastornos cardiorespiratorios incluyendo falla cardíaca crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- Alteraciones metabólicas (particularmente la diabetes).
- Enfermedades endocrinas (particularmente la deprivación de andrógenos).
- Enfermedades neurológicas.
- Cáncer.
- Trastornos renales y hepáticos

#### 2.2.4 Iatrogénica

- Hospitalización.
- Asociada a medicamentos (31).

## 2.3 FISIOPATOLOGÍA

### 2.3.1 Cambios fisiológicos del músculo asociados a la edad

Sin lugar a duda es un proceso universal y progresivo como el propio envejecimiento. El músculo senescente presenta cambios anatómicos, histoquímicos y funcionales. Se produce una disminución de la masa muscular a expensas de una disminución del tamaño de las fibras II, sin cambios en el tipo I; a su vez, se observa una disminución del número de fibras de tipo II, con infiltración por grasa y tejido conjuntivo, y una reducción de la razón capilar/fibra que altera el aporte de nutrientes provenientes

del torrente circulatorio a la fibra muscular (31).

Hay dos tipos de fibras musculares:

*Tipo I (también denominadas rojas):* de contracción lenta, presentan un número reducido de miofibrillas que se encuentran agrupadas. Tienen abundante sarcoplasma rico en mioglobina y mitocondrias; la abundancia de mioglobina le permite un importante almacenamiento de oxígeno. Estas fibras se caracterizan por la lentitud de la contracción, causada por la relación entre las miofibrillas y la masa de elementos

pasivos o elásticos que deben ser vencidos para generar la contracción (35–37).

*Tipo II (también llamadas blancas, por su menor concentración de mioglobina):* son ricas en miofibrillas, casi exclusivamente. Son pobres en mitocondrias y mioglobina, por lo que dependen de la vía anaerobia para su alimentación. A diferencia de las fibras de tipo I, contienen una alta concentración de elementos contráctiles en relación con los elementos elásticos o de sostén; esta particularidad les da la

propiedad de ser rápidas, pero tienen menor capacidad de resistencia, por lo que se agotan rápidamente (37).

En las células que conforman las fibras musculares se observan cambios relacionados con la muerte celular programada, como:

- Acumulación de núcleos internos.
- Fibras en anillo y fibras rotas.
- Desestructuración de miofilamentos y líneas Z.
- Proliferación del retículo sarcoplásmico y del sistema de túbulos T.
- Acumulación de lipofuscina y estructuras en bastón (35).

También en la inervación de las fibras musculares se producen cambios determinados por la disminución del número de unidades motoras, a nivel del arco de la motoneurona-alfa (38).

Todos estos cambios se relacionan con mecanismos fisiológicos propios del envejecimiento, que están significativamente ligados a los procesos que se describen como teorías del envejecimiento.

### **2.3.1.2 Factores intervinientes en el envejecimiento muscular**

Así como en el propio proceso de envejecimiento se han elaborado múltiples teorías que justifican su aparición, en la Sarcopenia se han determinado diversos factores que intervienen en el envejecimiento fisiológico del músculo.

*2.3.1.2.1 Factores neuromusculares:* pérdida de las motoneuronas alfa de la médula y disminución del número de células satélite. Esta pérdida se observa a partir de los 60

años en forma marcada y condiciona la denervación y reinervación consecuente con una neuropatía crónica (38).

*2.3.1.2.2 Factores endocrinos:* descenso de hormonas anabolizantes (estrógenos, testosterona y DHEA, hormona del crecimiento, insulina) y descenso de vitamina D. En

este contexto, hay que identificar las acciones de las hormonas en el mantenimiento de la masa muscular. La insulina determina una acción inhibitoria de la proteólisis y favorecedora de la síntesis proteica. Las hormonas sexuales tienen la particularidad de mantener el trofismo muscular. Está demostrada la relación entre el descenso de testosterona y andrógenos con el envejecimiento y la disminución de la masa y potencia musculares. También los estrógenos, disminuidos en la posmenopausia, condicionan una pérdida de poder anabólico vinculada a la falta de conversión de los estrógenos en testosterona. Tanto la testosterona como los estrógenos tienen una función inhibitoria de la producción de interleucinas; esta inhibición se altera por el descenso de las hormonas sexuales durante el envejecimiento y favorece el incremento de las interleucinas, en especial IL-6, que actúa sobre el proceso catabólico del músculo. Se produce un descenso de la hormona del crecimiento y

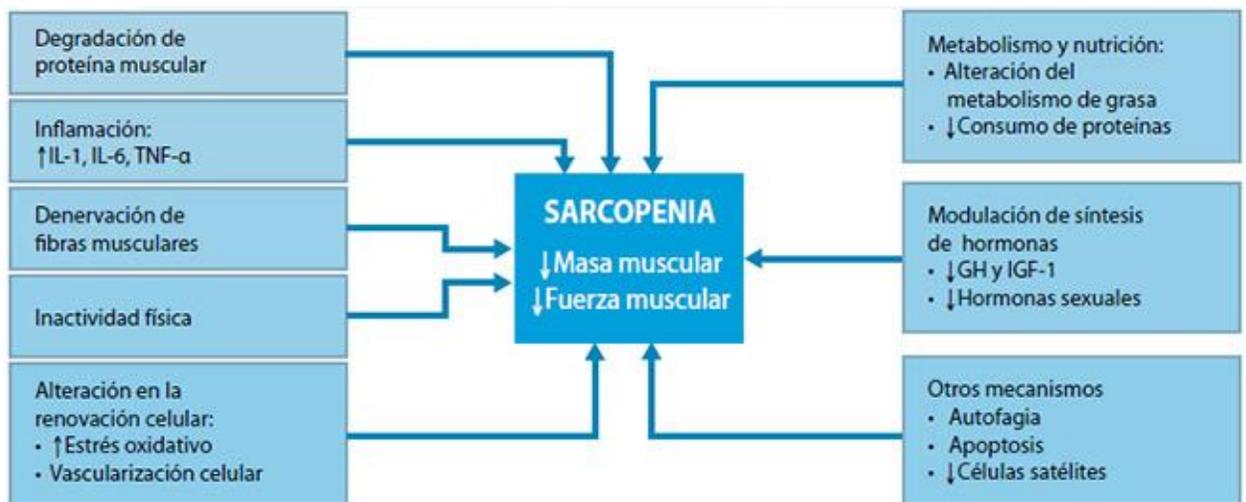
del IGF-1 (factor de crecimiento insulínico 1), que genera la pérdida del efecto anabolizante (31).

**2.3.1.2.3 Factores inmunitarios:** en el proceso senescente, se produce un estado de inflamación subclínica determinado por la elevación del TNF- $\alpha$  (factor de necrosis tisular alfa) y la elevación de citocinas, como IL-6, IL-1R $\alpha$  e IL-1 $\beta$ . Este proceso inflamatorio crónico favorece el aumento del catabolismo proteico de la masa muscular. El mecanismo inflamatorio subclínico comparte la fisiopatología con los procesos de caquexia que se observan en las patologías tumorales e infecciosas crónicas. Las determinaciones bioquímicas de proteína C reactiva (PCR) elevadas se relacionan con sarcopenia, mayor posibilidad de dependencia y mayor mortalidad (36).

**2.3.1.2.4 Factores celulares:** se ha determinado la presencia de alteraciones mitocondriales y apoptosis acelerada en los miocitos en condiciones normales de envejecimiento, que condicionan la menor cantidad de mitocondrias, el aumento del estrés oxidativo y la muerte celular por apoptosis. A estos factores se suman los hábitos de vida como baja ingesta de proteínas, escaso ejercicio físico a lo largo de la vida, hábito tabáquico o ingesta excesiva de alcohol. Todos estos hábitos dan lugar a un desequilibrio metabólico con aumento del catabolismo proteico.

Los investigadores sugieren una interacción cruzada entre músculo y hueso, la cual es mediada a través de factores endocrinos tales como la miostatina, irisina, osteocalcina, entre otros, sin embargo, la relevancia de esta comunicación en la patogénesis de la Sarcopenia aun no es clara (39).

**Figura 1. Etiología y Fisiopatología de la sarcopenia (40)**



## 2.4 EPIDEMIOLOGÍA

La carga de enfermedad por Sarcopenia surge porque es una enfermedad relativamente común, y se asocia con efectos adversos a corto y largo plazo. Las

estimaciones de la frecuencia de la enfermedad se han vuelto más precisas, con la evolución de la definición de esta. Una revisión sistemática exploró el efecto de la definición sobre la prevalencia de Sarcopenia en poblaciones de la comunidad mayor. El estudio enfatizó que la definición original del 2010 del EWGSOP, resultó en una de las prevalencias estimadas más bajas (12,9% [IC95% 9,9-15,5]), mientras que los estimados altos (40,4% [IC95% 19,5-61,2]) venían de definiciones más viejas que sólo usaron la evaluación de la masa muscular (41). Existen pocos estudios que determinan la incidencia de Sarcopenia, aunque la evidencia sugiere que dicha incidencia incrementa con la edad (31).

Un estudio mostró una incidencia de 1,6% entre los hombres y mujeres europeos entre los 40-79 años usando la definición EWGSOP (42); 3,4% en un grupo de mujeres y hombres chinos, con un promedio de edad de 72 años, usando la definición del “Asian Working Group” (43), y 3,6% en hombres y mujeres inglesas de 85 años, usando los criterios EWGSOP (44).

A nivel mundial, la prevalencia de la sarcopenia es del 5% al 13% en las personas de 60 a 70 años, y en los mayores de 80 años u octogenarios alcanza un porcentaje más alto, llegando incluso hasta un 50%(45).

En Colombia, el último censo realizado en el 2018 reportó un total de 48'258.494 de habitantes, de los cuales 6'808.641 son mayores de 65 años, 51% son mujeres y 49% son hombres; 22.945 personas tienen más de 100 años (46). Sin embargo, estos son datos relacionados con la población y no con la patología. Actualmente no se cuenta con datos estadísticos reportados en el Ministerio de Salud acerca del comportamiento, prevalencia e incidencia de la sarcopenia a nivel departamental y nacional.

Aunque, se cuenta con datos acerca de prevalencia de Sarcopenia en la ciudad de Manizales en un estudio realizado en el 2.015 en una muestra de adultos mayores entre los 65 y 75 años, se usaron los criterios EWGSOP del 2010 que requiere la presencia de baja masa muscular esquelética y bajo rendimiento físico o baja fuerza muscular, definiendo para la baja masa muscular esquelética los datos del NHANES III (47) del grupo poblacional mexicanoamericano, y los parámetros obtenidos por Chien y col (48), encontrando una prevalencia de 52,7% (49) utilizando el primer criterio y del 16,8% según el estudio asiático.

## **2.5 DIAGNÓSTICO**

### **2.5.1 Cantidad muscular**

La cantidad muscular o masa puede ser estimada por una variedad de técnicas, y existen múltiples métodos para ajustar el resultado por estatura o por Índice de Masa Corporal (IMC) (50,51). La cantidad muscular puede ser reportada como Masa Muscular Esquelética corporal total (SMM por sus siglas en inglés), o Masa Muscular Esquelética Apendicular (ASM), o como un área transversal de grupos musculares específicos o segmentos del cuerpo (7).

La Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y la Tomografía Computarizada (TC) son consideradas el estándar de oro para la evaluación no invasiva de la masa muscular cuantitativa (52). Sin embargo, estas herramientas no son frecuentemente usadas en el nivel primario debido a los altos costos del equipo, falta de portabilidad, y el

requerimiento de personal técnico ampliamente entrenado en el manejo de los equipos. Además, los puntos de corte para baja masa muscular aún no están bien definidos para estas técnicas.

La Absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) es un instrumento más ampliamente disponible para determinar la cantidad muscular (masa magra corporal total o masa muscular esquelética apendicular) de forma no invasiva, pero diferentes marcas de instrumentos de DEXA no arrojan resultados consistentes (53,54). El DEXA es actualmente favorecido por algunos clínicos e investigadores para medir masa muscular (53). Fundamentalmente, la masa muscular se correlaciona con el tamaño corporal; por ejemplo, individuos con grandes tamaños corporales normalmente tienen grandes cantidades de masa muscular. Por lo tanto, al cuantificar la masa muscular, el nivel absoluto de SMM o ASM puede ser ajustado al tamaño corporal de diferentes maneras, usando la estatura al cuadrado ( $ASM/H^2$ ), peso ( $ASM/W$ ) o al índice de masa corporal ( $ASM/IMC$ ) (55). Hay continuo debate sobre el ajuste preferido y si se puede usar el mismo método sobre todas las poblaciones.

Una ventaja del DEXA es que puede proveer un estimado reproducible la masa muscular esquelética apendicular en pocos minutos, cuando se usa el mismo instrumento y los mismos puntos de corte. Una desventaja es que no es portátil y no puede llevarse hasta las comunidades. Las mediciones pueden estar influenciadas por el estado de hidratación del paciente.

El análisis por Bioimpedancia Eléctrica (BIA) (56) ha sido utilizado para la estimación de la masa magra corporal total o de la apendicular. El equipo de BIA no mide directamente la masa muscular, en cambio da un estimativo de la masa muscular basado en la conductividad eléctrica de todo el cuerpo. La BIA usa una ecuación de conversión que es calibrada con referencia a la masa muscular medida por DEXA en una población específica (57,58).

Como se indicó anteriormente, la masa muscular está correlacionada con el tamaño corporal, por lo tanto, la SMM o la ASM pueden ser ajustadas al tamaño corporal de diferentes maneras; por ejemplo, usando la fórmula de la estatura al cuadrado ( $ASM/H^2$ ) conocido como índice de masa muscular esquelética (IMM), peso ( $ASM/W$ ) o la de índice de masa corporal ( $ASM/IMC$ ) (55).

Más recientemente y con el avance de la tecnología radiológica aplicada a la medicina,

han ido surgiendo opciones que cada vez son más precisas en determinar la composición corporal, entre ellas se destacan las imágenes diagnósticas, ya sea que utilicen radiación ionizante- Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA), tomografía computarizada que no utilicen radiación -resonancia magnética nuclear-, teniendo cada una ventajas y desventajas, diferentes usos según si su propósito sea investigativo o el uso en la práctica cotidiana que para el objetivo primario que es la evaluación de la masa muscular son todos apropiados (24). Sin embargo, existen serias limitaciones en la disponibilidad a este tipo de técnicas de imagen, por lo cual surgen otras aproximaciones como el análisis de impedanciometría bioeléctrica (BIA) (42), que se encuentra recomendado para la evaluación de la masa muscular (24), esto debido a su estrecha relación entre los parámetros bioeléctricos y biológicos- compartimentos-, basándose en la oposición que ofrece un tejido al paso de corriente eléctrica alterna (42).

La bioimpedancia es un método que evalúa la composición corporal usando el modelo de dos compartimentos, la masa grasa y la masa libre de grasa (59), la preocupación principal al momento de elegir un método para el análisis de la composición corporal es la viabilidad de la prueba en grandes grupos. Los dispositivos de bioimpedancia son los idóneos, puesto que son pequeños, fáciles de transportar y relativamente económicos cuando se usan en muestras grandes, además la capacidad de utilizarse fuera de los laboratorios de investigación ha incrementado su popularidad tanto en los escenarios de investigación, como en los clínicos (60).

Clásicamente el estudio de patologías se centró en donde el conocer la composición corporal como parámetro principal y determinante para una categoría diagnóstica según la masa corporal, un ejemplo de esto es la obesidad, condición de naturaleza metabólica en donde se tiene un exceso de masa grasa (38), y de manera opuesta en condiciones de desnutrición que se caracterizan por la pérdida de la masa grasa y/o muscular (caquexia, sarcopenia) (38). Sin embargo, actualmente se resalta la importancia del estudio de la composición corporal en un diverso grupo de patologías (cirrosis, enfermedad renal crónica, falla cardíaca, enfermedades reumatológicas) y su aproximación por ciertos parámetros de la BIA como el ángulo de fase (42).

Aunque la antropometría a veces se usa para reflejar el estado nutricional de los adultos mayores, no es una buena medida de la masa muscular (12). Se ha demostrado que la circunferencia de la pantorrilla puede predecir el rendimiento y la supervivencia en las personas mayores (punto de corte < 31 cm) (61). Como tal, la circunferencia de la pantorrilla puede usarse como aproximación diagnóstica en los adultos mayores que se encuentren en entornos donde no hay otros métodos de diagnóstico de masa muscular disponible (7).

### **3. OBJETIVOS**

#### **a. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la validez predictiva de la circunferencia de la pantorrilla en el diagnóstico de Sarcopenia basados en el índice de masa muscular esquelética medida por Bioimpedancia eléctrica en adultos mayores participantes del estudio IMIAS 2.022 de la ciudad de Manizales.

#### **b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características antropométricas de los participantes del estudio IMIAS.
- Calcular la prevalencia de Sarcopenia en la población estudiada, según el índice de masa muscular esquelética medida por BIA.
- Calcular la prevalencia de Sarcopenia en la población estudiada, según la circunferencia de la pantorrilla utilizando los criterios del ASWG (16).
- Correlacionar la circunferencia de la pantorrilla medida en centímetros, con el índice de masa muscular esquelético medido por BIA.

#### 4. METODOLOGÍA

Estudio observacional, prospectivo, de corte transversal con nivel de estudio relacional y analítico.

- a. Se plantea como hipótesis de investigación que la circunferencia de la pantorrilla posiblemente podría ser usada como marcador alternativo al índice de masa muscular esquelética medida por bioimpedancia, para el diagnóstico de Sarcopenia.
  - $H_0$ = La circunferencia de la pantorrilla medida en centímetros no se correlaciona con el índice de masa muscular esquelética medida por Bioimpedancia en kilogramos/metros<sup>2</sup>.
  - $H_1$ = La circunferencia de la pantorrilla medida en centímetros se correlaciona con el índice de masa muscular esquelética medida por Bioimpedancia en kilogramos/metros<sup>2</sup>.
- b. Población y muestra

Se tomó como población de referencia, los participantes del *International Mobility in Aging Study* (IMIAS), una investigación prospectiva longitudinal en adultos mayores entre los 65 y los 74 años, llevada a cabo desde el 2012 en cinco ciudades del mundo, entre ellas, Manizales (62), con seguimiento de cada 4 años sobre problemas de discapacidad y movilidad.

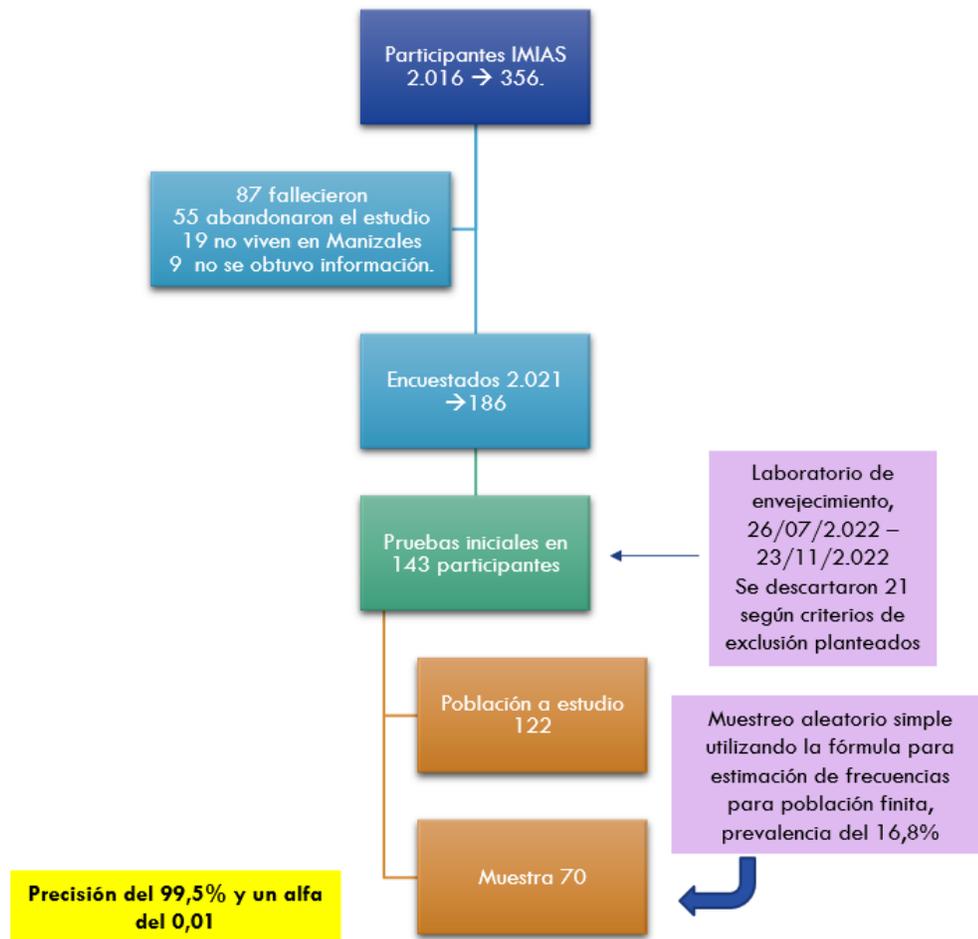
Se tomaron los datos correspondientes a la recolección del 2.020 la cual se aplazó hasta el 2.022 debido a la emergencia sanitaria por pandemia por COVID-19.

Para el 2.016 el total de encuestados fue de 356 personas, pero para el 2.021 se encuestaron 186; puesto que 87 fallecieron, 55 no quisieron continuar en el estudio, 19 ya no viven en Manizales y del resto no se obtuvo información.

Se citaron 143 pacientes en fechas diferentes al laboratorio de envejecimiento de la Universidad de Caldas, desde el 26 de julio del 2.022 hasta el 23 de noviembre del 2.022, para un total de 143 adultos mayores, a los que se les realizó y se tuvo en cuenta para el estudio, la edad, talla, dinamometría para medir fuerza de agarre (63) y la serie corta de rendimiento físico o SPPB (Short Physical Performance Battery) (9).

De los 143 participantes encuestados y evaluados, se descartaron 21 según criterios de exclusión planteados; algunos de estos fueron el antecedente de deterioro cognitivo moderado-severo (GDS  $\geq 5$ ) (64,65), amputación de alguna extremidad, parálisis de miembros inferiores o hemiparesia por ACV previo, edema con fovea de las piernas debido a falla cardíaca, anasarca, insuficiencia renal o cirrosis hepática; si están en descompensación aguda, o todas aquellas condiciones que puedan alterar la lectura de la bioimpedancia como, presencia de prótesis o marcapasos o condiciones que alteren el estado de hidratación del paciente como el uso de con medicamentos diuréticos, esteroides, bloqueadores de canales de calcio dihidropiridínicos, inmovilización u hospitalización durante más de 1 semana, en las 6 semanas previas a las evaluaciones del estudio.

**Figura 2. Perfil del estudio**



Quedando 122 adultos mayores como población a estudio. Se realizó un muestreo aleatorio simple utilizando la fórmula para estimación de frecuencias para población finita, tomando como prevalencia el 16,8% encontrado en un estudio local de Manizales (49), utilizando los criterios de Chien y cols (48), con un nivel de confianza del 97,5% y un error de tipo  $\alpha$  del 1% ( $p= 0,01$ ), para una muestra de 70 participantes, a los cuales se les tomaron las medidas antropométricas de peso, talla, índice de masa corporal calculado, circunferencia de la pantorrilla de acuerdo con las recomendaciones de precisión (66), masa muscular esquelética medida en kg con la báscula digital Omron HBF-514C de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (67).

**Figura 3. Fórmula utilizada para el cálculo del tamaño de la muestra para la estimación de frecuencias (marco muestral conocido)**

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}$$

c. Medidas antropométricas

Se pide a los participantes que se quiten el calzado para medir la altura y el peso con la báscula digital Omron HBF-514C (67). la circunferencia de la mitad de la pantorrilla medido con cinta métrica no extensible, en el tercio medio de la pierna dominante buscando la máxima circunferencia, con el paciente sentado, rodilla flexionada a 90° y pie apoyado en el suelo. El índice de masa corporal se calculó utilizando la división entre el peso y la talla al cuadrado.

Además del peso, la báscula mediante la bioimpedancia calculó el porcentaje de músculo esquelético, se infiere la masa muscular esquelética expresada en kilogramos, y con este valor se obtuvo el índice de masa muscular esquelética (IMM), al dividir por talla al cuadrado.

Con las medidas antropométricas peso y estatura, junto con la edad y el sexo de los participantes, se calculó el índice de masa muscular esquelética apendicular usando la ecuación de Lee (68). Ésta última ha sido validada en población anciana de Latinoamérica usando el DEXA como estándar de oro, con una buena correlación entre los métodos ( $r = 0,86$  en los hombres y  $r = 0,90$  en las mujeres,  $p < 0,05$ ) (69).

**Figura 4. Ecuación de Lee (70)**

$$MM = 0,244 \cdot P + 7,8 \cdot T + 6,6 \cdot \text{sexo} - 0,098 \cdot \text{edad} + \text{raza} - 3,3$$

Donde: Sexo: 0 para las mujeres; 1 para los hombres.

Raza: - 1,2 para la raza amarilla; 1,4 para la raza negra y 0 para la raza blanca. Edad en años.

d. Serie corta de rendimiento físico o SPPB (Short Physical Performance Battery)

Se realizó toda la batería corta de rendimiento físico a todos los participantes, de acuerdo con la validación de dicha prueba para Colombia (9).

e. Dinamometría

Fuerza de agarre medida mediante dinamometría manual en 3 repeticiones con la mano dominante, se escogió el mejor valor de las tres mediciones (63).

f. Parámetros para la definición de sarcopenia

Sarcopenia confirmada: definida por BIA, índice de masa muscular esquelética menor de  $8,39 \text{ kg/m}^2$  en hombres y  $6,42 \text{ kg/m}^2$  en mujeres (17).

Sarcopenia probable: definida por circunferencia de la pantorrilla, usando los puntos de corte según la guía asiática para Sarcopenia (16) para hombres  $< 34 \text{ cm}$  y para mujeres  $< 33 \text{ cm}$ .

Sarcopenia severa: Una vez se haga el diagnóstico de sarcopenia se clasificará en severa o no, según el puntaje de SPPB y también según la velocidad de la marcha, utilizando los puntos de corte del grupo europeo (7).

**Tabla 1. Puntos de corte utilizados para determinar baja fuerza muscular, baja cantidad muscular y bajo rendimiento físico en el diagnóstico de Sarcopenia**

<b>Criterio</b>	<b>Puntos de corte</b>		<b>Referencias</b>
	Hombres	Mujeres	
<b>Circunferencia de la pantorrilla</b>	<34 cm	<33 cm	(16)
<b>Dinapenia</b>	<27 kgf	<16 kgf	(7)
<b>Índice de masa muscular esquelética</b>	<8,39 kg/m <sup>2</sup>	<6,42 kg/m <sup>2</sup>	(17)
<b>Bajo desempeño físico</b>	≤0,8 m/s ≤8 puntos		(7)
<b>Velocidad de la marcha</b>			
<b>SPPB</b>			

g. Análisis estadístico

Para el análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS Statistics versión 29.0 para Windows (IBM). Las variables se describieron de acuerdo con su naturaleza así: las variables cualitativas se expresaron como frecuencias absolutas y relativas; las variables cuantitativas se expresaron como promedio con su respectiva desviación estándar y como mediana con su respectivo rango intercuartílico, lo anterior de acuerdo con la distribución de cada variable. Para determinar normalidad de utilizó la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

El análisis se realizó siempre por grupos categorizados por el sexo.

Las variables cuantitativas circunferencia de la pantorrilla e índice de masa muscular esquelética se recategorizaron en variables cualitativas, se les asignó el nombre de Sarcopenia presente y ausente, de acuerdo con los puntos de corte establecidos y mencionados para cada una. Se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de independencia para determinar la asociación entre el diagnóstico de Sarcopenia por índice de masa muscular, y el inferido por circunferencia de pantorrilla, se estableció un valor de  $p < 0,05$  para determinar significancia estadística.

Se calculó la correlación entre la CP y el IMM con la Correlación de Pearson, primero comprobando la normalidad de los datos, estableciendo un valor de  $p < 0,05$ , y posteriormente también se estableció la correlación de la circunferencia de la pantorrilla con el índice de masa muscular esquelética perpendicular calculada utilizando las medidas antropométricas (69).

Se realizó corrección de la correlación de Pearson ajustado a datos atípicos para ambos sexos.

#### 4.8 **Aspectos éticos**

Se obtuvo aprobación por parte del grupo de profesores del departamento clínico presentes el día de la exposición del anteproyecto de grado, se realizan las correcciones recomendadas por el mismo (Anexo 1).

Según la Resolución 8430 de 1993 es un estudio con riesgo mínimo dado su naturaleza observacional.

Se obtuvo aprobación por parte del comité de ética de la Universidad de Caldas el día 20 de abril del 2.023, número consecutivo CBCS-022, en acta No 005 (anexo2).

El consentimiento informado se solicitó a los participantes, en caso de imposibilidad de firma se solicitó a un familiar o acompañante la firma de autorización, el autor del estudio tendrá acceso a dichos datos y no se facilitará dicha información a terceros.

## 5. Resultados

De la muestra evaluada la distribución por sexo fue del 50%, es decir 35 participantes eran hombres y 35 mujeres. La edad promedio fue de 79,37 años para ambos sexos, con un índice de masa corporal de 26,07 kg/m<sup>2</sup>. La media para la circunferencia de la pantorrilla fue de 35,4 cm y para el índice de masa muscular esquelética de 7,031 kg/m<sup>2</sup>.

La prevalencia global de sarcopenia dentro del estudio fue de 58,5%, siendo el 65,9% de estos el sexo masculino y 34,1% para las mujeres.

La tabla 2 muestra las características de los participantes de acuerdo con la clasificación de Sarcopenia en hombres.

**Tabla 2. Características de los participantes del sexo masculino de acuerdo con el diagnóstico de sarcopenia y su severidad.**

	<i>No sarcopenia</i>	<i>Sarcopenia</i>	<i>Sarcopenia severa</i>	<i>Severa según el SPPB</i>
<b>N (%)</b>	8 (22,8)	27 (77,2)	6 (17,1)	6 (17,1)
<b>Edad (años)</b>	78,5 ±3	80 ±3	81,17 ±4,11	81,17 ±4,11
<b>Talla (m)</b>	1,62 ±0,05	1,63 ±0,09	1,58 ±0,08	1,59 ±0,06
<b>Peso (kg)</b>	69,7 ±12,93	65,3 ± 10,63	61,41 ±8,8	61,95 ±8,22
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	26,45 ±4,34	24,39 ±2,52	24,29 ±2,41	24,2 ±2,37
<b>CP (cm)</b>	36,63 ±2,69	35,36 ±2,91	34,33 ±3,12	33,5 ±3,25
<b>MM (kg)</b>	23,61 ±1,69	18,69 ±4,56	14,16 ±3,96	14,88 ±4,1
<b>IMM (kg/m<sup>2</sup>)</b>	8,96 ±0,41	6,99 ±1,44	5,65 ±1,61	5,89 ±1,85
<b>Dinamometría (kg)</b>	28,25 ±4,23	28,53 ±7	22,08 ±9,16	23,66 ±7,91
<b>SPPB</b>	10,13 ±1,35	10,15 ±1,7	8 ±1,26	7,5 ±0,83
<b>Velocidad (m/s)</b>	1,01 ±0,16	1,54 ±0,95	0,59 ±0,1	0,63 ±0,15

Al realizar la discriminación por sexo, la edad promedio de los hombres fue de  $80 \pm 3$  años, frente a los que no presentaban sarcopenia por IMM bajo, cuya edad promedio fue de  $78 \pm 3$  años. El IMC promedio de  $24,39 \text{ kg/m}^2$  considerado como normopeso para los adultos mayores.

La media de la circunferencia de la pantorrilla para el sexo masculino fue de  $35,36 \text{ cm}$ ; la cual es normal con respecto a los puntos de corte tomados de referencia. Situación diferente para aquellos diagnosticados con Sarcopenia severa por puntaje total de SPPB, con un promedio de  $33,5 \text{ cm}$ , que al compararse con aquellos con severidad de la sarcopenia medida por velocidad de la marcha, la media de la circunferencia de la pantorrilla era normal ( $34,33 \text{ cm}$ ) con respecto a los valores de referencia.

El índice de masa muscular esquelética promedio de aquellos hombres diagnosticados con sarcopenia fue de  $6,99 \text{ kg/m}^2$  (punto de corte de IMM para Manizales  $8,39 \text{ kg/m}^2$ ), disminuyendo notablemente en aquellos con sarcopenia severa sin distinguir entre los dos criterios utilizados para definir severidad;  $5,65 \text{ kg/m}^2$  y  $5,89 \text{ kg/m}^2$  para severidad según velocidad de la marcha y para SPPB total, respectivamente.

La dinamometría promedio fue de  $28,53 \text{ kgF}$ , similar a aquellos que no presentaron sarcopenia con una media de  $28,25 \text{ kgF}$ , lo que pone en duda la dinamometría como predictor de disminución de la masa muscular esquelética en la población estudiada.

La media de la velocidad de la marcha en sarcopenia severa por dicho criterio fue de  $0,59 \text{ m/s}$  y de  $0,63 \text{ m/s}$  en aquellos con severidad definida por  $\text{SPPB} \leq 8$ .

En la tabla 3 se exponen los resultados de las variables cuantitativas del grupo de las mujeres a estudio, de acuerdo con la clasificación en sarcopenia y su severidad.

**Tabla 3. Características de los participantes del sexo femenino de acuerdo con el diagnóstico de sarcopenia y su severidad.**

	<i>No sarcopenia</i>	<i>Sarcopenia</i>	<i>Sarcopenia severa</i>	<i>Severa según el SPPB</i>
<b><i>N (%)</i></b>	21 (60)	14 (40)	4 (11,4)	3 (8,5)
<b><i>Edad (años)</i></b>	$78,86 \pm 2,689$	$79,43 \pm 3,18$	$81,75 \pm 2,98$	$82,33 \pm 1,155$
<b><i>Talla (m)</i></b>	$1,49 \pm 0,05$	$1,47 \pm 0,04$	$1,45 \pm 0,02$	$1,46 \pm 0,03$
<b><i>Peso (kg)</i></b>	$64,01 \pm 7,05$	$54,93 \pm 8,45$	$55,85 \pm 10,13$	$55,03 \pm 12,47$
<b><i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i></b>	$28,66 \pm 2,4$	$25,19 \pm 3,6$	$26,44 \pm 4,38$	$25,74 \pm 5,19$
<b><i>CP (cm)</i></b>	$36,06 \pm 4,12$	$33,78 \pm 3,3$	$33,87 \pm 2,56$	$32,83 \pm 3,21$
<b><i>MM (kg)</i></b>	$16,43 \pm 2,22$	$11,97 \pm 1,82$	$12,025 \pm 1,4$	$10,7 \pm 3,06$

<b>IMM (kg/m<sup>2</sup>)</b>	7,34 ±0,7	5,53 ±0,75	5,69 ±0,62	4,98 ±1,23
<b>Dinamometría (kg)</b>	17,26 ±4,4	18 ±3,91	16,87 ±4,8	16 ±3,46
<b>SPPB</b>	10 ±1,6	9,29 ±2,05	7,75 ±2,75	6 ±1
<b>Velocidad (m/s)</b>	0,93 ±0,22	0,87 ±0,24	0,56 ±0,14	0,59 ±0,23

La edad promedio del sexo femenino con diagnóstico de sarcopenia fue de 79,43 años, siendo más jóvenes que los hombres con dicho diagnóstico; y con aumento de acuerdo con la severidad de la sarcopenia, en especial definida por puntaje total de SPPB.

IMC promedio de 25,19 kg/m<sup>2</sup> (normopeso), y aquellas que no fueron diagnosticadas con sarcopenia presentaron sobrepeso (IMC 28, 66 kgm<sup>2</sup>), en contraste con los hombres sin sarcopenia, con un IMC en rango de peso normal para la estatura. La media de la circunferencia de la pantorrilla en mujeres con sarcopenia estuvo por encima del punto de corte usado en el estudio (33,73 cm), no siendo así para aquellas mujeres con sarcopenia severa según el SPPB con un promedio de 32,83 cm; en cambio, cuando la severidad se clasificó por velocidad de la marcha la circunferencia de la pantorrilla estaba dentro del rango normal, al igual que en los hombres.

El IMM promedio fue de 5,53 kg/m<sup>2</sup> y empeoró en aquellos con severidad medida por SPPB (4,98 kg/m<sup>2</sup>), y no para aquellos con severidad por velocidad de la marcha (5,69 kg/m<sup>2</sup>). En cuanto a la dinamometría, la media fue de 18±3,91 kgF (normal) y justo en el punto de corte de dinapenia, para las mujeres con sarcopenia severa diagnosticada por SPPB.

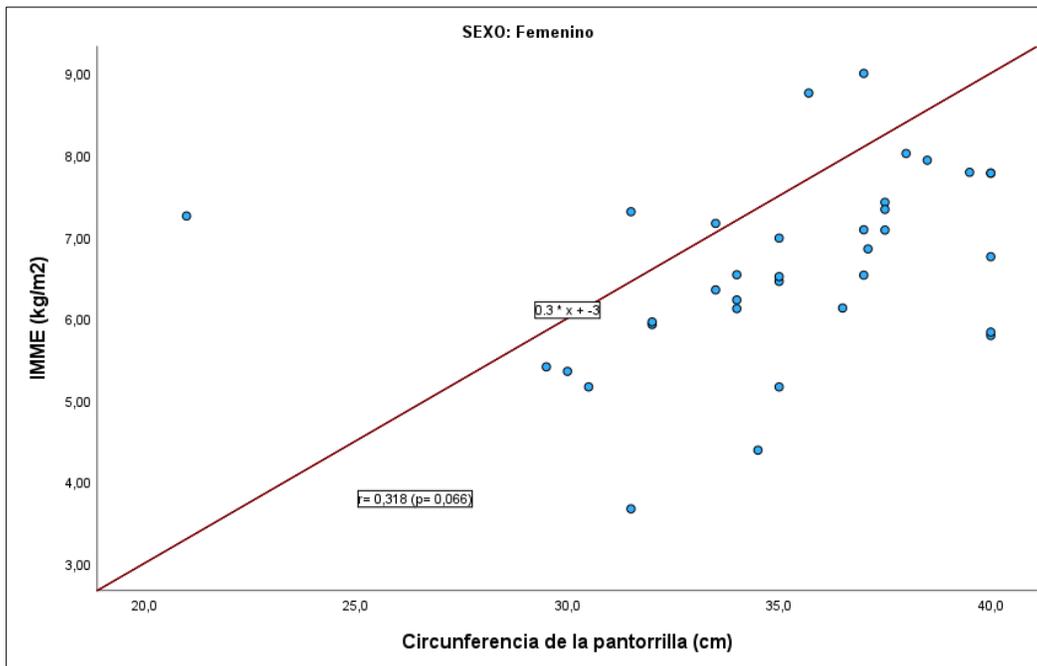
Por Chi cuadrado de independencia, con una probabilidad de error del 2,1% se comprobó que existe asociación entre el diagnóstico de sarcopenia hecho por bajo índice de masa muscular esquelética y el diagnóstico por circunferencia de la pantorrilla en la población general; no fue así cuando se realizó la distinción por grupos, en el sexo masculino no existió asociación ( $p= 0,143$ ) y para las mujeres sí ( $p= 0,021$ ).

Se estableció correlación entre las variables IMM y CP, realizando la respectiva corrección de datos atípicos y se obtuvo un índice de Pearson de 0,318 ( $p= 0,066$ ) para las mujeres y de 0,157 ( $p= 0,407$ ) para el sexo masculino.

En un análisis secundario se estableció correlación entre la circunferencia de la pantorrilla y el estimado del índice de masa muscular esquelética, esta vez apendicular calculada por medidas antropométricas (sexo, edad, raza, peso y talla) según la ecuación de Lee; donde se estableció correlación positiva y estadísticamente significativa ( $r= 0,621$   $p <0,001$  para los hombres y  $r= 0,551$   $p <0,001$  para las mujeres, respectivamente).

**Figura 5. Correlación entre circunferencia de la pantorrilla e índice de masa muscular esquelético medido por BIA (Gráfico por dispersión)**

a) Sexo femenino



b) Sexo masculino

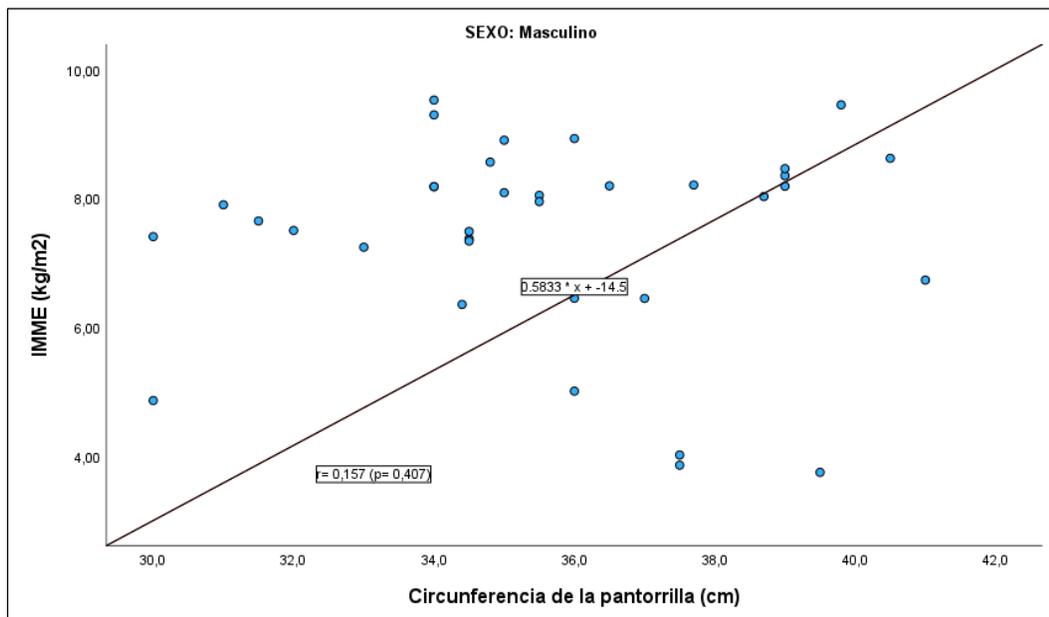
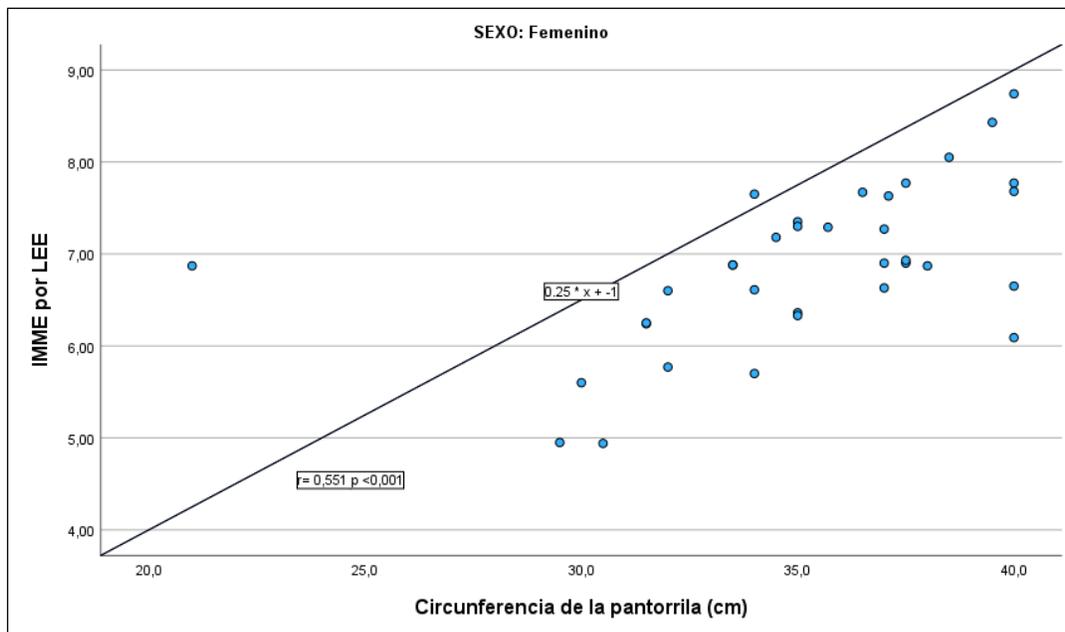
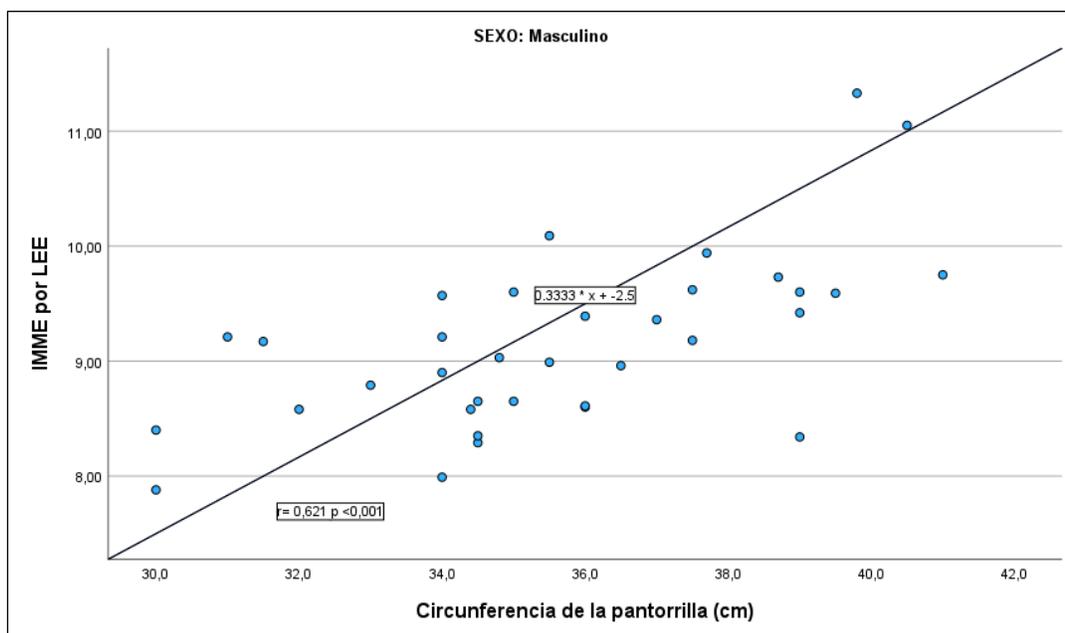


Figura 6. Correlación entre circunferencia de la pantorrilla e índice de masa muscular esquelético apendicular, fórmula de Lee (Gráfico por dispersión)

a) Sexo femenino



b) Sexo masculino



## 6. Discusión

En esta cohorte de pacientes pertenecientes al estudio IMIAS 2.022 (62) de la ciudad de Manizales se estudió la validez predictiva de la circunferencia de la pantorrilla en el diagnóstico de Sarcopenia basados en el índice de masa muscular esquelética medida por BIA. Se encontró que sólo existe asociación entre el diagnóstico hecho por IMM y CP en el grupo de las mujeres lo cual fue estadísticamente significativo, pero no fue así en el sexo masculino. Sí se encontró que todos los participantes con sarcopenia de ambos sexos presentaban una menor circunferencia de la pantorrilla en comparación con aquellos que no presentaban de acuerdo con el IMM, sin embargo, el promedio de esta medida no estaba por debajo de los puntos de corte de la guía del grupo de trabajo de Asia para la sarcopenia utilizados en el estudio (16), es decir se encontraban en rango normal, por lo que dichos puntos de corte no fueron útiles como marcador predictivo de sarcopenia en nuestra población a estudio, a diferencia que en los diferentes estudios asiáticos tomados como referencia (13,15,48,71).

De igual manera, no se obtuvo una correlación entre la CP y el IMM ( $r= 0,318$  [ $p= 0,066$ ] para las mujeres y  $r= 0,157$  [ $p= 0,407$ ] para los hombres).

La frecuencia del diagnóstico de sarcopenia por IMM con los puntos de corte para la población de Manizales (17), fue más alta que en el estudio de Kawakami et al (15), pero se mantuvo la diferencia entre hombres y mujeres, siendo mayor la prevalencia en el sexo masculino (34,5%). Se cree que la razón de lo anterior es que en el mencionado estudio se utilizó una población más joven (mediana 61 años IQR 49-69 para los hombres y 63 años IQR 54-58 en mujeres), recordando que la sarcopenia aumenta su prevalencia a medida que se envejece (7,16). Con respecto a estudios locales previos (49), se encontró una prevalencia mayor al usar dichos puntos de corte para IMM que la hallada cuando se usaron como referencia los puntos de corte de Chien y cols (48), pero fue similar a los que usa el NHANES III.

En el análisis secundario se logró una correlación positiva con una probabilidad de error menor del 1%, entre la circunferencia de la pantorrilla y el índice de masa muscular esquelética apendicular calculada por medidas antropométricas (69) ( $r= 0,621$   $p <0,001$  para los hombres y  $r= 0,551$   $p <0,001$  para las mujeres, respectivamente). Por lo que no se descarta el uso de la CP en el escenario de consulta como tamización de sarcopenia cuando no se cuenta con métodos para calcular objetivamente la masa muscular esquelética (72), como anteriormente había mostrado un estudio realizado en Brasil.

Se ha observado en otros estudios una mejor correlación de la CP y el IMM en personas con bajo peso, Kusaka y cols (73) encontró en un estudio en población japonesa que la CP tenía un valor predictivo positivo del 30% en sujetos con IMC  $<18,5$   $\text{kg/m}^2$  para el diagnóstico de sarcopenia, a diferencia de los que tuvieron un IMC  $>25$   $\text{kg/m}^2$  cuyo VPP fue de 0%.

En este estudio es llamativo el hallazgo de IMC en rango normal en los hombres y de sobrepeso en mujeres, en contraste con una poca masa muscular hallada por BIA, lo cual podría explicar la poca correlación de la CP y el IMM; además, no se

puede distinguir el contenido de grasa que tiene los músculos de la pierna por BIA, es decir la calidad del tejido muscular queda excluido en dicha valoración.

Se cuenta en la actualidad en ambos algoritmos para tamización de sarcopenia con el hallazgo de la baja fuerza muscular o dinapenia, pero el rendimiento de esta sencilla prueba no fue bueno en el estudio, puesto que los pacientes con el diagnóstico presentaban una media de fuerza de agarre por encima de los puntos de corte establecidos según el EWGSOP (7), utilizados para la investigación, es decir se hubieran filtrado como normales y probablemente no se realice una intervención oportuna en los pacientes. Por otro lado, en aquellas personas que presentaban criterios de severidad por el bajo puntaje total obtenido de las pruebas del SPPB, si se observó una evidente disminución de la fuerza de agarre para ambos sexos, asimismo para la severidad discriminada por velocidad de la marcha sólo en el grupo de hombres. Tal vez, se deba tener en cuenta más la evaluación de la fuerza en los miembros inferiores como un predictor más fuerte de sarcopenia, que la medición de la fuerza de agarre.

La velocidad de la marcha estuvo por encima del promedio encontrado para el país en la encuesta SABE (74), con una media de 0,94 m/s y como era de esperarse fue menor en las mujeres que en los hombres. No se hallaron diferencias en la velocidad de la marcha promedio, entre los pacientes con sarcopenia severa por cualquiera de las dos pruebas funcionales (velocidad de la marcha y SPPB).

Es llamativo en el estudio, el hallazgo de un menor IMM en contraste con los estudios revisados (15,72,73,75), esto puede estar favorecido por una pobre seguridad alimentaria, secundaria a los bajos ingresos de los adultos mayores en el país, el 54,9% a nivel nacional recibe menos de 1 salario mínimo legal vigente, y dicho ingreso es menor en las mujeres (74).

Como limitaciones del estudio, se encuentra que no fue posible correlacionar el índice de masa muscular esquelética apendicular medida por algún método confiable (sólo por aproximación según medidas antropométricas) con la circunferencia de la pantorrilla, como se usa en las diferentes guías a nivel mundial, la última que tomó como referencia el parámetro de IMM fue la europea en el 2.010 (27) y los asiáticos en el 2.014 (16); en las posteriores actualizaciones se tomó en cuenta para evaluar cantidad de masa muscular como parámetro diagnóstico de sarcopenia el uso de la ASM por sus siglas en inglés o índice de masa muscular esquelética apendicular (7,76). Desafortunadamente, en nuestra población no contamos con puntos de corte para el índice de masa muscular esquelética apendicular, y en un estudio realizado con una muestra de la ciudad de Manizales, no hubo una buena correlación entre el IMM medido por BIA comparado con DEXA como estándar de oro (77), para el diagnóstico de sarcopenia.

También se encuentra la limitación que si bien la muestra seleccionada a partir del estudio IMIAS (62) se considera representativa para la ciudad de Manizales, probablemente no sea para el resto del país, debido a las diferencias socioculturales y antropométricas entre las regiones (74), por lo que los resultados no se pueden extrapolar a nivel nacional; no obstante, podría abrir la puerta para nuevas investigaciones en las diferentes regiones.

Se concluye con el estudio que la circunferencia de la pantorrilla no reemplaza la estimación del índice de Masa Muscular esquelético medida por bioimpedancia, en cambio, es un método auxiliar en la escena clínica como medida indirecta del índice

de masa muscular esquelético apendicular calculado por antropometría con una correlación alta en el sexo masculino ( $r= 0,621$   $p <0,001$ ) y moderada en las mujeres ( $r= 0,551$   $p <0,001$ ).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9(1):3–19.
2. Gómez JF, Curcio CL. *Salud integral del anciano*. Primera. 2012.
3. ONU. A/CONF.197/9 - S - A/CONF.197/9 [Internet]. 2002 [cited 2019 Jun 19]. Available from: <https://undocs.org/es/A/CONF.197/9>
4. Generales C. ADULTO MAYOR EN COLOMBIA I N F O R M A C I Ó N P A R A T O D O S Contenido.
5. Orden LY. ENVEJECIMIENTO DEMOGRÁFICO. COLOMBIA 1951-2020 DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y ESTRUCTURAS POBLACIONALES MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL OFICINA DE PROMOCIÓN SOCIAL [Internet]. [cited 2019 Aug 17]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/Envejecimiento-demografico-Colombia-1951-2020.pdf>
6. Moreira VG, Perez M, Lourenço RA. Prevalence of sarcopenia and its associated factors: the impact of muscle mass, gait speed, and handgrip strength reference values on reported frequencies. *Clinics (Sao Paulo)*. 2019 Apr 8;74:e477.
7. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* [Internet]. 2019 May 13 [cited 2019 Jun 18]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31081853>
8. Ida S, Kaneko R, Murata K. SARC-F for Screening of Sarcopenia Among Older Adults: A Meta-analysis of Screening Test Accuracy. *J Am Med Dir Assoc*. 2018 Aug;19(8):685–9.
9. Gómez JF, Curcio CL, Alvarado B, Zunzunegui MV, Guralnik J. Validity and reliability of the Short Physical Performance Battery (SPPB): a pilot study on mobility in the Colombian Andes. *Colomb Med (Cali)* [Internet]. 2013 Jul [cited 2019 Jun 18];44(3):165–71. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24892614>
10. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassan M, Braun W, Glüer CC, Bosy-Westphal A, et al. What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults?1. *Am J Clin Nutr*. 2015 Jul 1;102(1):58–65.
11. Guglielmi G, Ponti F, Agostini M, Amadori M, Battista G, Bazzocchi A. The role of DXA in sarcopenia. *Aging Clin Exp Res*. 2016 Dec 2;28(6):1047–60.
12. Tosato M, Marzetti E, Cesari M, Saveria G, Miller RR, Bernabei R, et al. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers. *Aging Clin Exp Res*. 2017;
13. Kim S, Kim M, Lee Y, Kim BS, Yoon TY, Won CW. Calf circumference as a simple screening marker for diagnosing sarcopenia in older Korean adults: The Korean Frailty and Aging Cohort Study (KFACS). *J Korean Med Sci*. 2018;

14. Wijnhoven HAH, Van Bokhorst-De Van Der Schueren MAE, Heymans MW, De Vet HCW, Kruizenga HM, Twisk JW, et al. Low mid-upper arm circumference, calf circumference, and body mass index and mortality in older persons. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2010;
15. Kawakami R, Murakami H, Sanada K, Tanaka N, Sawada SS, Tabata I, et al. Calf circumference as a surrogate marker of muscle mass for diagnosing sarcopenia in Japanese men and women. *Geriatr Gerontol Int*. 2015;
16. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian working group for sarcopenia. Vol. 15, *Journal of the American Medical Directors Association*. Elsevier Inc.; 2014. p. 95–101.
17. Villada-Gómez JS, González-Correa CH, Marulanda-Mejía F. Puntos de corte provisionales para el diagnóstico de sarcopenia en ancianos de Caldas, Colombia. *Biomedica [Internet]*. 2018 Dec 1 [cited 2019 Jun 18];38(4):521–6. Available from: <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/4302>
18. Old and frail. *Br Med J*. 1968 Mar 23;1(5594):723–4.
19. Searle SD, Mitnitski A, Gahbauer EA, Gill TM, Rockwood K. A standard procedure for creating a frailty index. *BMC Geriatr*. 2008;
20. Woodhouse KW, Wynne H, Baillie S, James OF, Rawlins MD. Who are the frail elderly? *QJM*. 1988;68(1):505–6.
21. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. Vol. 56, *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES* Copyright. 2001.
22. Tell GS, Fried LP, Hermanson B, Manolio TA, Newman AB, Borhani NO. Recruitment of adults 65 years and older as participants in the cardiovascular health study. *Ann Epidemiol*. 1993;
23. Newman AB, Gottdiener JS, Mcburnie MA, Hirsch CH, Kop WJ, Tracy R, et al. Associations of subclinical cardiovascular disease with frailty. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001 Mar;56(3):M158-66.
24. Romero-Ortuno R, Walsh CD, Lawlor BA, Kenny RA. A Frailty Instrument for primary care: Findings from the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). *BMC Geriatr*. 2010;
25. Rosenberg IH. Summary comments. *Am J Clin Nutr*. 1989 Nov 1;50(5):1231–3.
26. Macías Núñez JF, Guillén Llera Francisco, Ribera Casado JManuel. *Geriatría desde el principio*. Glosa; 2005.
27. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;
28. Morley JE, Abbatecola AM, Argiles JM, Baracos V, Bauer J, Bhasin S, et al. Sarcopenia With Limited Mobility: An International Consensus. *J Am Med Dir Assoc*. 2011;

29. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: Rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2014;
30. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian working group for sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2014.
31. Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA. Sarcopenia. *The Lancet*. 2019 Jun;
32. Scott D, Sanders KM, Aitken D, Hayes A, Ebeling PR, Jones G. Sarcopenic obesity and dynapenic obesity: 5-year associations with falls risk in middle-aged and older adults. *Obesity*. 2014;
33. Cava E, Yeat NC, Mittendorfer B. Preserving Healthy Muscle during Weight Loss. *Advances in Nutrition: An International Review Journal*. 2017;
34. Hamer M, O'Donovan G. Sarcopenic obesity, weight loss, and mortality: The English Longitudinal Study of Ageing. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2017;
35. Verdijk LB, Snijders T, Drost M, Delhaas T, Kadi F, Van Loon LJC. Satellite cells in human skeletal muscle; From birth to old age. *Age (Omaha)*. 2014;
36. Frontera WR, Rodriguez Zayas A, Rodriguez N. Aging of Human Muscle: Understanding Sarcopenia at the Single Muscle Cell Level. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2012.
37. Ciciliot S, Rossi AC, Dyar KA, Blaauw B, Schiaffino S. Muscle type and fiber type specificity in muscle wasting. *International Journal of Biochemistry and Cell Biology*. 2013.
38. Manini TM, Hong SL, Clark BC. Aging and muscle: A neuron's perspective. Vol. 16, *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*. 2013. p. 21–6.
39. RiuZZi F, Sorci G, Arcuri C, Giambanco I, Bellezza I, Minelli A, et al. Cellular and molecular mechanisms of sarcopenia: the S100B perspective. Vol. 9, *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. Wiley Blackwell; 2018. p. 1255–68.
40. Umberto Tarantino M, Eleonora Piccirilli M, Massimo Fantini P, Jacopo Baldi M, Elena Gasbarra M and, Roberto Bei MP. Sarcopenia and Fragility Fractures: Molecular and Clinical Evidence of the Bone-Muscle Interaction. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 97(5), 429–437 | 10.2106/jbjs.n.00648 [Internet]. Y THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY, INCORPORATED. 2015 [cited 2023 Apr 9]. p. 429–37. Available from: <https://doi.org/10.2106/jbjs.n.00648>
41. Mayhew AJ, Amog K, Phillips S, Parise G, McNicholas PD, De Souza RJ, et al. The prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults, an exploration of differences between studies and within definitions: A systematic review and meta-analyses. Vol. 48, *Age and Ageing*. Oxford University Press; 2019. p. 48–56.
42. Gielen E, O'Neill TW, Pye SR, Adams JE, Wu FC, Laurent MR, et al. Endocrine determinants of incident sarcopenia in middle-aged and elderly European men. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2015;

43. Yu R, Wong M, Leung J, Lee J, Auyeung TW, Woo J. Incidence, reversibility, risk factors and the protective effect of high body mass index against sarcopenia in community-dwelling older Chinese adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2014;
44. Dodds RM, Granic A, Davies K, Kirkwood TBL, Jagger C, Sayer AA. Prevalence and incidence of sarcopenia in the very old: findings from the Newcastle 85+ Study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017;
45. Cao L, Morley JE. Sarcopenia Is Recognized as an Independent Condition by an International Classification of Disease, Tenth Revision, Clinical Modification (ICD-10-CM) Code. Vol. 17, *Journal of the American Medical Directors Association*. Elsevier Inc.; 2016. p. 675–7.
46. Generales C. ADULTO MAYOR EN COLOMBIA I N F O R M A C I Ó N P A R A T O D O S Contenido.
47. Sci-Hub | Body composition estimates from NHANES III bioelectrical impedance data. *International Journal of Obesity*, 26(12), 1596–1609 | 10.1038/sj.ijo.0802167 [Internet]. [cited 2023 Apr 10]. Available from: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0802167>
48. Chien Meng-Yueh HTYWYT. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc*. 2008 Sep;56(9):1710–5.
49. González-González, Dr, Am LS, Ch GC. RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ESTUDIO SOBRE PREVALENCIA DE SARCOPENIA EN ANCIANOS.
50. Maden-Wilkinson TM, Degens H, Jones DA, McPhee JS. Comparison of MRI and DXA to measure muscle size and age-related atrophy in thigh muscles. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2013 Sep;13(3):320–8.
51. Cawthon PM, Peters KW, Shardell MD, McLean RR, Dam TTL, Kenny AM, et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*. 2014;
52. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, Cesari M, Rolland Y, Rizzoli R, et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatr*. 2016;
53. Buckinx F, Landi F, Cesari M, Fielding RA, Visser M, Engelke K, et al. Pitfalls in the measurement of muscle mass: a need for a reference standard. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;
54. Hull H, He Q, Thornton J, Javed F, Allen L, Wang J, et al. iDXA, Prodigy, and DPXL Dual-Energy X-ray Absorptiometry Whole-Body Scans: A Cross-Calibration Study. *Journal of Clinical Densitometry*. 2009;
55. Kim KM, Jang HC, Lim S. Differences among skeletal muscle mass indices derived from height-, weight-, and body mass index-adjusted models in assessing sarcopenia. *Korean Journal of Internal Medicine*. 2016.
56. Rossi AP, Fantin F, Micciolo R, Bertocchi M, Bertassello P, Zanandrea V, et al. Identifying Sarcopenia in Acute Care Setting Patients. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;

57. Kyle UG, Genton L, Hans D, Pichard C. Validation of a bioelectrical impedance analysis equation to predict appendicular skeletal muscle mass (ASMM). *Clinical Nutrition*. 2003;
58. Sergi G, De Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clin Exp Res*. 2017 Aug 27;29(4):591–7.
59. Vasold KL, Parks AC, Phelan DML, Pontifex MB, Pivarnik JM. Reliability and Validity of Commercially Available Low-Cost Bioelectrical Impedance Analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2019 Jul 1 [cited 2023 Apr 18];29(4):406–10. Available from: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijsnem/29/4/article-p406.xml>
60. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr*. 1985 Apr 1;41(4):810–7.
61. Landi F, Onder G, Russo A, Liperoti R, Tosato M, Martone AM, et al. Calf circumference, frailty and physical performance among older adults living in the community. *Clinical Nutrition*. 2014;
62. Gomez F, Zunzunegui MV, Alvarado B, Curcio CL, Pirkle CM, Guerra R, et al. Cohort Profile: The International Mobility In Aging Study (IMIAS). *Int J Epidemiol* [Internet]. 2018 May 9 [cited 2019 Jun 18];47(5):1393–1393h. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29746698>
63. Fernandes De Souza Barbosa J, Ulises M, Zepeda P, Béland F, Guralnik JM, Zunzunegui MV, et al. Clinically relevant weakness in diverse populations of older adults participating in the International Mobility in Aging Study.
64. Reisberg B, Ferris SH, De Leon MJ, Crook T. Global Deterioration Scale (GDS). *Psychopharmacol Bull*. 1988;24(4):661–623.
65. Reisberg B, Finkel S, Overall J, Schmidt-Gollas N, Kanowski S, Leffeld H, et al. The Alzheimer's disease activities of daily living international scale (ADL-IS). *Int Psychogeriatr* [Internet]. 2001 [cited 2023 Apr 17];13(2):163–81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11495392/>
66. Lohman T G. *Antropometric standardization reference manual* Champaign, IL : Human Kinetics Books. 1988.
67. *Manual de instrucciones Balanza de control corporal.*
68. Valensise H, Andreoli A, Lello S, Magnani F, Romanini C, De Lorenzo A. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2000 [cited 2023 Apr 20];72(3):796–803. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10966902/>
69. Benjumea AM, Curcio CL, Duque G, Gómez F. Dynapenia and Sarcopenia as a Risk Factor for Disability in a Falls and Fractures Clinic in Older Persons the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0). *Journal of Medical Sciences* [Internet]. 2018 [cited 2023 Apr 21];6(2). Available from: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.087>

70. Lee EJ, Lee SA, Soh Y, Kim Y, Won CW, Chon J. Association between asymmetry in lower extremity lean mass and functional mobility in older adults living in the community: Results from the Korean Frailty and Aging Cohort Study. *Medicine*. 2019 Nov 1;98(45):e17882.
71. Tarnowski M, Stein E, Marcadenti A, Fink J, Rabito E, Silva FM. Calf Circumference Is a Good Predictor of Longer Hospital Stay and Nutritional Risk in Emergency Patients: A Prospective Cohort Study. *J Am Coll Nutr [Internet]*. 2020 [cited 2020 Mar 3];1–5. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07315724.2020.1723452>
72. Sousa-Santos AR, Barros D, Montanha TL, Carvalho J, Amaral TF. Which is the best alternative to estimate muscle mass for sarcopenia diagnosis when DXA is unavailable? 2021 [cited 2022 Oct 4]; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.archger.2021.104517>
73. KuSaKa S, taKahaShi tetSuya, hiyama yoShinori, KuSumoto yaSuaKi, tSuchiya J, umeda maSaru. Large calf circumference indicates non-sarcopenia despite body mass.
74. SABE COLOMBIA2015: ESTUDIO NACIONAL DE SALUD, BIENESTAR Y ENVEJECIMIENTO. RESUMEN EJECUTIVO Introducción.
75. Helder J van den, Verreijen AM, Dronkelaar C van, Memelink RG, Engberink MF, Engelbert RHH, et al. Bio-Electrical Impedance Analysis: A Valid Assessment Tool for Diagnosis of Low Appendicular Lean Mass in Older Adults? *Front Nutr [Internet]*. 2022 Jun 2 [cited 2022 Aug 1];9. Available from: [/pmc/articles/PMC9201397/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39201397/)
76. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020 Mar 1;21(3):300-307.e2.
77. González Correa CH, Marulanda Mejía F, Castañeda González PA, Vidarte Claros JA, Castiblanco Arroyabe HD. Bioelectrical impedance analysis and dual x-ray absorptiometry agreement for skeletal muscle mass index evaluation in sarcopenia diagnosis. *Physiol Meas*. 2020 Jun 1;41(6).

## ANEXOS

## Anexo 1

**UNIVERSIDAD DE CALDAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD**

**ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA INTERNA-GERIATRÍA**

**ACTA DE PRESENTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Fecha: - Hora: 16 de diciembre de  
2021 Lugar: Facultad de Ciencias  
para la Salud

Estudiante: VIVIAN ANDREA  
MUÑOZ GARCÍA

Documento de identidad: 1.113.624.747

La estudiante informa que se ha cambiado el proyecto, debido a dificultades económicas y la viabilidad del anterior proyecto.

**Título del trabajo de especialización:** "Circunferencia de la pantorrilla (CP) como prueba diagnóstica de sarcopenia en adultos mayores de Manizales".

El día jueves 16 de diciembre presentó el anteproyecto de este trabajo para optar al grado de internista-geriatra.

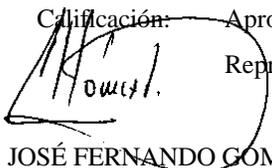
En esa evaluación se realizaron los siguientes comentarios:

1. Área temática y problemática adecuadas.
2. Objetivos específicos deben ser planteados en el orden del objetivo general de CP como complemento y cuáles son sus características en la población a estudiar.
3. Comparar masa magra total (MMT) sobre Índice de masa muscular (IMM), para identificar obesidad sarcopenica. Se espera que se obtenga su relación con circunferencia de pantorrilla.
4. En cuanto a la metodología se sugiere utilizar otra población diferente a la procedente de la clínica de caídas. La muestra debe ser vuelta a analizar.
5. Tener en cuenta SARC-cal.
6. Se necesita precisar el gold standard,
7. Se insiste en partir de la prevalencia de la sarcopenia en la población colombiana.
8. Se debe explicar con más detalle el análisis estadístico. (VPP-VPN- uso Curvas ROC)
9. Especificar el procedimiento de toma de CP

Finalmente se decidió dar la aprobación a la continuación del proyecto, haciendo los ajustes y recomendaciones hechas durante la sustentación.

Se hizo la sustentación del estudiante de segundo nivel de Medicina Interna- Geriatria. Se hacen las siguientes recomendaciones:

Cálificación: Aprobada:   x   (Con Recomendaciones)      Aplazada: \_\_\_\_\_  
Reprobada: \_\_\_\_\_

  
JOSÉ FERNANDO GÓMEZ MONTES

Coordinador Especialización en Medicina Interna-Geriatria

## Anexo 2



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

<b>FECHA</b>	20 de abril de 2023	
<b>CONSECUTIVO</b>	CBCS-022	
<b>Nombre del Investigador</b>	Vivian Andrea Muñoz García	
<b>Facultad</b>	Ciencias para la Salud	
<b>Departamento</b>	Clínico	
<b>Proyecto de Investigación</b>	Circunferencia de la pantorrilla como prueba diagnóstica de Sarcopenia en adultos mayores de Manizales	

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

### CONSIDERACIONES:

Falta precisar el procedimiento para la recolección de los datos en la población del proyecto y los aspectos éticos dentro del documento *in extenso*.

La recolección de datos y la obtención de la información se deben ajustar a las normas éticas de garantía de la confidencialidad, los beneficios y el riesgo mínimo para los participantes, además de no ser discriminados.

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.

ACTA No 005 de 2023

SE APRUEBA (  )

SE APRUEBA CON RECOMENDACIONES (  )

NO SE APRUEBA (  )

**NATALIA GARCÍA RESTREPO**

**Presidente**

### Anexo 3



<b>FORMATO PARA LA FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>			
<b>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> Circunferencia de la pantorrilla como prueba diagnóstica de Sarcopenia en adultos mayores de Manizales			
<b>Nombre del investigador responsable:</b> Vivian Andrea Muñoz García			
<b>Por favor, marque con una X el espacio correspondiente con relación a cada una de las siguientes afirmaciones:</b>			
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: No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>			
Confirmando que mi participación o la de mi representado es voluntaria, que no se ha ejercido ninguna presión para participar en el programa y que me puedo retirar o a mi representado 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: No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>			
Entiendo que la información que se recolecte sobre mí o mi representado será de carácter confidencial, se manejará de manera anónima y sólo podrá ser consultada por personas responsables debidamente autorizadas para ello: No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>			
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: No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>			
Acepto participar, por voluntad propia, en el programa arriba mencionado: No <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/>			
	Nombre completo de:	Fecha (Día/Mes/Año)	Firma
Participante	_____	_____	_____
Menor de Edad	_____	_____	_____
Testigo:	_____	_____	_____
Responsable:	Vivian Andrea Muñoz García		
Quien diligencia:	_____	_____	_____
<b>Observaciones:</b>			