



ESTUDIO EXPLORATORIO: EXACTITUD
DIAGNÓSTICA SEGÚN SENSIBILIDAD Y
ESPECIFICIDAD ENTRE LOS ÍNDICES
ANTROPOMÉTRICOS (IMC, CC E ICT) Y
EL ANÁLISIS DE BIOIMPEDANCIA
PARA DETERMINAR EL SOBREPESO U
OBESIDAD EN MUJERES ADULTAS DE
SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA Y
HUANCAVELICA – PERÚ

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRA EN SALUD PÚBLICA Y SALUD
GLOBAL

SAMANTHA YAÑEZ DIAZ

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

Dr. Germán F. Alvarado Cutipa-Flores

CO-ASESOR

Dra. María Reyna Liria Domínguez

JURADO DE TESIS

DR. GABRIEL CARRASCO ESCOBAR

PRESIDENTE

MG. JANETH MARILYN TENORIO MUCHA

VOCAL

MG. CECILIA MONTES JAVE

SECRETARIA

DEDICATORIA

*A mi mamá y a mi hermano, por su paciencia, amor y por ser mi mayor
inspiración.*

*A Juan Carlos, por estar siempre a mi lado en cada paso de este camino
motivándome.*

AGRADECIMIENTOS

*Expreso mi más sincero agradecimiento al Dr. Germán F. Alvarado por su
valiosa guía y orientación, y a la Dra. María Reyna Liria por su dedicación y
confianza en mi proceso académico. Aprecio profundamente el tiempo, los
conocimientos y el apoyo brindado, los cuales han sido esenciales en el
desarrollo de esta investigación.*

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Tesis Autofinanciada

FORMATO PARA LA DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA		ENERO	2025
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	YAÑEZ DIAZ SAMANTHA		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA Y SALUD GLOBAL		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2022		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	ESTUDIO EXPLORATORIO: EXACTITUD DIAGNÓSTICA SEGÚN SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD ENTRE LOS ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS (IMC, CC E ICT) Y EL ANÁLISIS DE BIOIMPEDANCIA PARA DETERMINAR EL SOBREPESO U OBESIDAD EN MUJERES ADULTAS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA Y HUANCABELICA – PERÚ		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO (marcar)	☒ TESIS	☐ TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	
Declaración del Autor La presente Tesis es un Trabajo de Investigación de Grado original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	980700765		
E-mail	samanthayd14@gmail.com		

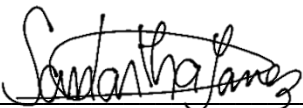

 Firma del Egresado
 DNI 72041573

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	11
III. HIPÓTESIS.....	12
IV. MARCO TEÓRICO.....	13
V. METODOLOGÍA.....	19
VI. RESULTADOS	33
VII. DISCUSIÓN	42
VIII. CONCLUSIONES	54
IX. RECOMENDACIONES	56
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
XI. ANEXOS.....	1

RESUMEN

ANTECEDENTES: El sobrepeso y la obesidad representan un desafío para la salud pública a nivel mundial. Los indicadores antropométricos: Índice de Masa Corporal (IMC), Circunferencia de Cintura (CC) y el Índice Cintura-Altura (ICT), son ampliamente utilizados, no obstante, no diferencian entre masa grasa y muscular. Aunque la bioimpedancia (BIA) es más precisa, su uso masivo es limitado. Pese a ello, existe poca evidencia que evalúe la exactitud diagnóstica de estos indicadores en comparación con la BIA en la población peruana ni en otras poblaciones andinas similares.

OBJETIVO: Estimar la exactitud diagnóstica según sensibilidad y especificidad entre los índices antropométricos (IMC, CC e ICT) y el análisis de bioimpedancia para determinar el sobrepeso u obesidad en mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica – Perú.

MÉTODOS: Se realizó un estudio exploratorio de los datos de dos estudios primarios. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, curvas ROC y el área bajo la curva (AUC) de los indicadores antropométricos utilizando el índice de masa grasa (FMI), obtenido por bioimpedancia, como estándar de referencia.

RESULTADOS: Se observaron diferencias sociodemográficas y antropométricas significativas entre Lima y Huancavelica. Según FMI la prevalencia de exceso de peso fue de 36,5% mientras que según el IMC (≥ 25 kg/m²) fue de 30,8%. El análisis de las curvas ROC mostraron que el IMC y la CC tienen un rendimiento similar en general, pero el IMC tuvo mejor rendimiento en la muestra de Huancavelica, mientras que la CC fue más precisa para la muestra de SJL – Lima. Según proporcionalidad corporal, la CC demostró un muy buen rendimiento en las

tres categorías y el IMC presentó un muy buen rendimiento en las mujeres con torso largo con Se y Sp superiores a 90%.

CONCLUSIONES: Se recomienda realizar investigaciones adicionales con muestras representativas y diversificadas para validar estos hallazgos en otras poblaciones peruanas o andinas.

PALABRAS CLAVES: Sobrepeso; Obesidad; Bioimpedancia (BIA); Índice de Masa Grasa (FMI); Índice de Masa Corporal (IMC); Circunferencia de Cintura (CC); Índice Cintura Altura (ICT); Índice Córmico (IC).

ABSTRACT

BACKGROUND: Overweight and obesity represent a global public health challenge. Anthropometric indicators such as body mass index (BMI), waist circumference (WC), and waist-to-height ratio (WHR) are widely used; however, they do not differentiate between fat and muscle mass. Although bioimpedance analysis (BIA) is more accurate, its widespread use is limited. Despite this, there is little evidence evaluating the diagnostic accuracy of these indicators compared to BIA in the Peruvian population or in other similar Andean populations.

OBJECTIVE: To estimate the diagnostic accuracy, based on sensitivity and specificity, of anthropometric indices (BMI, WC, and WHtR) compared to bioimpedance analysis in determining overweight or obesity in adult women from San Juan de Lurigancho, Lima and Huancavelica - Peru

METHODS: An exploratory study was conducted using data from two primary studies. Sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, ROC curves, and the area under the curve (AUC) of the anthropometric indicators were calculated, using the fat mass index (FMI) obtained via bioimpedance as the reference standard.

RESULTS: Significant sociodemographic and anthropometric differences were observed between Lima and Huancavelica. According to the FMI, the prevalence of overweight was 36.5%, while according to the BMI (≥ 25 kg/m²), it was 30.8%. ROC curve analysis showed that BMI and WC had similar overall performance, but BMI performed better in the Huancavelica sample, while WC was more accurate for the SJL-Lima sample. According to body proportionality, WC performed very

well in all three categories, and BMI performed very well in women with a long torso and Se and Sp values greater than 90%.

CONCLUSIONS: Further research with representative and diverse samples is recommended to validate these findings in other Peruvian or Andean populations.

KEYWORDS: Overweight; Obesity; Bioimpedance (BIA); Fat Mass Index (FMI); Body Mass Index (BMI); Waist Circumference (WC); Waist-to-Height Ratio (WHtR); Cormic Index (CI).

I. INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

El sobrepeso y la obesidad son patologías que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), tienen un constante incremento de casos a nivel mundial, lo cual representa, para el área de la salud pública, un gran desafío (1,2). Estas condiciones son definidas como el cúmulo excesivo de grasa en el organismo y están estrechamente relacionadas con el desarrollo de patologías no transmisibles, incluyendo ciertos tipos de cáncer (3), además de estar estrechamente vinculadas con las principales causas de muerte reconocidas a nivel mundial (4,5).

Debido a las múltiples complicaciones que conlleva el exceso de peso, es indispensable que se empleen métodos que diagnostiquen adecuadamente el sobrepeso u obesidad, sobre todo a nivel comunitario. Actualmente, las medidas antropométricas, como el peso y talla, son los métodos más usados para evaluar el estado nutricional en estudios poblacionales (6). Debido a que no demandan mayor movilización de instrumentos sofisticados o de difícil acceso, necesidad de un espacio específico para la evaluación, además de ser de bajo costo.

Según diferentes investigaciones, el Índice de Masa Corporal (IMC) es un referente para determinar el estado nutricional, la Circunferencia de Cintura (CC) para determinar obesidad abdominal y el Índice Cintura Altura (ICT) para estimar riesgo cardiometabólico (7,8).

No obstante, al ser todos métodos aplicados a nivel mundial y al tener puntos de corte homogéneos, presentan ciertas limitaciones (9). Dentro de ellas, el no poder determinar la composición corporal, es decir, no logra diferenciar entre la masa grasa y masa muscular, por lo que podría subestimar o sobrestimar el sobrepeso u obesidad (10,11). Además, los puntos de medición específicos pueden verse afectados por la altura del individuo o por la proporcionalidad corporal, conocido como índice córmico (IC), presentando un sesgo para las personas con baja o muy alta estatura (12,13).

En este sentido, el Índice Córmico se define como la relación entre la altura sentada y la altura total; es decir, es la proporción relativa entre la longitud del torso y de las piernas. Estudios previos han evidenciado que si la longitud de las piernas es relativamente más corta y, por lo tanto, el torso es largo, esto puede aumentar el riesgo de presentar exceso de peso y enfermedades metabólicas (14–16). Asimismo, se ha observado que diferentes grupos poblacionales presentan valores promedios de IC distintos; estas diferencias podrían generar variaciones en el IMC de hasta 5kg/m^2 . Esto puede generar diagnósticos erróneos con relación al estado y riesgo de salud de las personas (12,17).

Para estimar la composición corporal existen tres tipos de métodos: directos, indirectos y doblemente indirectos. El método directo consiste en medir los componentes corporales mediante la disección de cadáveres, por lo que su uso se restringe a investigaciones post mortem (18,19). Los métodos indirectos, derivados del método directo, se caracterizan por su alto nivel de exactitud. Entre ellos se

encuentran la absorciometría de rayos X (DEXA), la resonancia magnética nuclear (RMN), entre otros. Sin embargo, su aplicación a gran escala es limitada debido a su alto costo, baja portabilidad y requerimientos técnicos especializados (18). Finalmente, los métodos doblemente indirectos, derivan de los métodos indirectos y se basan en modelos predictivos validados según métodos indirectos. Entre ellos están el análisis de bioimpedancia (BIA) y los indicadores antropométricos (IMC, CC, ICT), los cuales son ampliamente usados por ser accesibles, no invasivos y relativamente sencillos de aplicar a nivel poblacional. La BIA, en particular, ha mostrado una mejor correlación con la DEXA, ya que puede determinar adecuadamente la cantidad de masa grasa que tiene el individuo (20–22).

Por lo tanto, debido al rápido crecimiento de la prevalencia de exceso de peso, a la importancia de usar indicadores de diagnósticos adecuados y a la poca evidencia que incluye a la población latinoamericana y en especial a la población peruana como sujetos de estudio, el propósito principal del presente trabajo de investigación es estimar la exactitud diagnóstica de los índices antropométricos (IMC, CC, ICT) y el análisis de bioimpedancia para determinar el sobrepeso u obesidad en mujeres adultas peruanas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la obesidad es considerada como una pandemia a nivel mundial, a pesar de las diferentes estrategias planteadas para hacerle frente. Las estadísticas reafirman el rápido crecimiento de esta tendencia en distintos grupos etarios, étnicos y socioeconómicos, aunque con distintas tasas de crecimiento (23,24). Ante esta problemática, es indispensable que todos los países den seguimiento al incremento de casos de sobrepeso y obesidad haciendo uso de indicadores de diagnóstico adecuados.

La OMS define al exceso de peso como el cúmulo anormal de grasa corporal y emplea al IMC como criterio de diagnóstico para definir sobrepeso cuando este está entre 25 kg/m^2 y 29 kg/m^2 y obesidad cuando es mayor o igual a 30 kg/m^2 (25). No obstante, está ampliamente documentado que el IMC no es el mejor indicador para estimar ni la cantidad ni la distribución de grasa corporal (10,26). Si bien hay estudios que muestran una correlación entre el IMC y la masa grasa, esta relación no es lo suficientemente fuerte, ya que se evidencian diferencias considerables en el porcentaje de grasa corporal entre personas con el mismo IMC (10,27).

Aunque el IMC no es el indicador más adecuado para determinar composición corporal, sigue siendo el más usado en estudios epidemiológicos debido a su practicidad y bajo costo (28). Sin embargo, para algunas poblaciones se ha visto necesario modificar los puntos de corte del IMC o complementarlo con otros indicadores como la circunferencia de cintura, el índice cintura-cadera o el índice cintura-altura, con el objetivo de mejorar la identificación de riesgos metabólicos

(29,30). Esto se debe a que el IMC se ve limitado por la proporcionalidad corporal y por el uso de puntos de corte preestablecidos y generalizados, independientemente de las características poblacionales (31).

Asimismo, se sabe que investigaciones previas cuestionan la exactitud diagnóstica de algunos de los indicadores doblemente indirectos mencionados anteriormente y que los resultados varían según la población estudiada (32). Las revisiones narrativas de Bray G y Wu, *et al.* coinciden en que la limitación anatómica es una de las principales limitaciones del IMC, ya que no proporciona información sobre la distribución de la masa grasa, lo cual no lo hace un indicador útil para medir riesgo cardiovascular (33,34). Además, el IMC no presenta una correlación adecuada con la grasa corporal, ya que un individuo puede ganar masa muscular y perder grasa, manteniendo un mismo peso, por lo tanto, una la misma clasificación según IMC (10,11).

En el caso de la población peruana, solo se han encontrado dos estudios relacionados con este tema. El primero evalúa la asociación entre la BIA y los pliegues cutáneos, concluyendo que ambos métodos pueden ser utilizados indistintamente para estimar la grasa corporal (35). El segundo estudio analiza la correlación y concordancia entre los índices antropométricos IMC, CC e ICT, encontrando que estos indicadores pueden ser complementarios, más no intercambiables entre sí (36).

Si bien ambos estudios aportan información valiosa sobre la evaluación de la composición corporal, ninguno de ellos analiza la exactitud diagnóstica de los indicadores antropométricos en comparación con la BIA como prueba de referencia. Además, no se explora si dicha exactitud podría verse influenciada por características corporales, como la proporcionalidad corporal, lo cual representa un vacío importante considerando la diversidad en las características corporales de la población peruana.

En este contexto, el presente estudio exploratorio busca aportar evidencia sobre la validez diagnóstica del IMC, CC e ICT frente a la BIA, respondiendo la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la exactitud diagnóstica, medida en términos de sensibilidad y especificidad, de los índices antropométricos (IMC, CC e ICT) en comparación con el análisis de bioimpedancia para determinar el sobrepeso u obesidad en mujeres adultas?

JUSTIFICACIÓN

En el Perú, para el año 2023, más del 60% de la población adulta mayor de 15 años sufría de sobrepeso (37,2%) u obesidad (24,1%) (37). Asimismo, se estima que hay un crecimiento de obesidad en adultos del 2,5% anual, por lo que para el año 2035 aproximadamente el 35% de la población adulta peruana tendrá obesidad (38,39). Por lo tanto, debido a este rápido incremento de casos, se han buscado diferentes formas de medir el exceso de peso de forma rápida, económica y no invasiva usando los índices antropométricos antes descritos.

En el Perú, el IMC es el indicador más usado para el diagnóstico de sobrepeso u obesidad. Hace algunos años también se ha añadido la medición de la CC a nivel primario de atención en salud y en las encuestas poblacionales de salud, debido a que es un indicador de riesgo metabólico según los criterios del Adult Treatment Panel III (ATP-III). No obstante, al no ser métodos directos de medición, tienen limitaciones, como la sub o sobreestimación causada por no considerar la proporcionalidad corporal de los individuos evaluados (16,40,41). Sumado a esto, se debe tomar en cuenta que los puntos de evaluación y puntos de corte para determinar el sobrepeso, obesidad y adiposidad abdominal han sido estimados en poblaciones caucásicas, cuyas proporciones corporales difieren de las de otras poblaciones (9). Estas diferencias pueden influir en la distribución y localización de la grasa corporal, lo que a su vez podría afectar la precisión de los indicadores antropométricos empleados (17). Además, aunque los puntos de corte de IMC para población china son diferentes a lo que se usa en el mundo (19,31), en la población latina no se ha evaluado esta diferenciación.

Se ha demostrado que las poblaciones andinas de países como Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú comparten características antropométricas similares, como una estatura promedio más baja en comparación con poblaciones caucásicas. Esta diferencia se traduce en proporciones corporales distintivas, especialmente en una mayor longitud del torso y extremidades inferiores relativamente más cortas, lo que podría influir en la interpretación de indicadores como el IMC, CC y el ICT (42).

En estudios antropométricos realizados en distintas poblaciones latinoamericanas, se ha reportado un IC promedio de 52,6% en mujeres colombianas entre 20 y 59 años (43). En México, el IC promedio fue de 53,8% en mujeres de 19 a 29 años, y de 54,2% en mujeres entre 18 y 65 años (43,44). Específicamente en el caso de Perú, la estatura promedio es una de las más bajas en el mundo, con un promedio de 165,3 cm y 153,4 cm para hombres y mujeres respectivamente (45,46) Además, según el estudio de Toselli, et al., realizado en población peruana con ascendencia quechua, describe que la población que reside a gran altitud sufre una adaptación corporal, lo cual genera que presenten torsos relativamente más largos respecto a la longitud de piernas conocido como fenotipo macrocórnico, observándose un IC promedio de 53,6% en población masculina (47).

Adicionalmente, se debe considerar también que la estatura promedio varía por departamentos; por ejemplo, solo en el caso de las mujeres, el departamento de Lima tiene un promedio de 154,5 cm, siendo uno de los departamentos con mayor estatura promedio, y el departamento de Huancavelica, con la estatura promedio más baja en todo el país, con 150,2 cm, lo que representa una diferencia de

aproximadamente 4 cm (48). Se ha encontrado que la capacidad adaptativa de la proporción corporal, además de estar influenciada por contextos sociales y económicos, también puede estar influenciada por contextos ambientales como la altitud de residencia. En este caso, Lima se encuentra a nivel del mar y Huancavelica a más de 3500 m.s.n.m. lo cual podría explicar las diferencias entre las tallas (47,49).

Como se mencionó anteriormente, en el Perú no se han realizado estudios para determinar la exactitud diagnóstica de los indicadores antropométricos (IMC, CC e ICT) en comparación con el análisis de bioimpedancia, ni cómo estos se relacionan con el IC. En este sentido, conocer el grado de sensibilidad y especificidad de cada uno de los indicadores antropométricos en comparación con la bioimpedancia no solo contribuiría a identificar con mayor exactitud el exceso de peso en el Perú, sino que también podría aplicarse a otras poblaciones andinas con características similares. Además, los hallazgos de este estudio facilitarían la selección del indicador más adecuado según las características poblacionales, tomando en consideración los contextos, en donde los recursos son limitados. Asimismo, permitirá elegir y optimizar herramientas para una evaluación nutricional adecuada y aportará información útil para plantear estrategias de intervención alineadas a las características de las poblaciones estudiadas, contribuyendo así a mejorar la salud pública en la región andina.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la exactitud diagnóstica, medida en términos de sensibilidad y especificidad, de los índices antropométricos (IMC, CC e ICT) en comparación con el análisis de bioimpedancia para determinar el sobrepeso y la obesidad en mujeres adultas peruanas?

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Estimar la exactitud diagnóstica según sensibilidad y especificidad entre los índices antropométricos (IMC, CC e ICT) y el análisis de bioimpedancia para determinar el sobrepeso u obesidad en mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica – Perú.

Objetivos específicos:

- Evaluar las diferencias antropométricas según IMC, ICT, CC e IC de mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica, por características sociodemográficas.
- Describir las diferencias entre los indicadores antropométricos y sociodemográficos de mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica.
- Describir la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN) para determinar sobrepeso y obesidad según la prueba de bioimpedancia de mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica.
- Describir la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN) para determinar sobrepeso y obesidad según la prueba de bioimpedancia, tomando en cuenta el IC como indicador de proporcionalidad corporal de mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica.

III. HIPÓTESIS

Los índices antropométricos (IMC, CC e ICT) presentan buenos parámetros de sensibilidad y especificidad, por encima del 80%, tomando como referencia el análisis de bioimpedancia.

IV. MARCO TEÓRICO

El exceso de peso es un problema que va incrementándose año tras año, que tiene un origen multicausal que incluye factores asociados con el nivel socioeconómico y específicamente con el sector salud, ya que intervienen la carga genética, los cambios en los patrones de alimentación, la seguridad alimentaria y el sedentarismo (50). Según el Banco Mundial, esta condición inicialmente era más común en poblaciones de países desarrollados; no obstante, en la actualidad, más del 70% de personas con sobrepeso u obesidad residen en países en desarrollo, generando un impacto negativo en la productividad del capital humano (51). Solo para el año 2022, el 59% de adultos a nivel mundial presentaban sobrepeso u obesidad (25) y para la región de América Latina y el Caribe la situación es aún más grave con más del 70% de adultos con exceso de peso (52). Según el informe de Lancet 2020, el cual propone puntos de corte de importancia para la salud pública del sobrepeso y obesidad para países de ingresos bajos y medios, tomando como referencia el periodo de 1990 al 2010, se establece que esta situación debería considerarse como un problema grave, ya que la prevalencia en adultos es superior al 40% (53).

El sobrepeso y la obesidad son definidos por la OMS como una sobreacumulación de grasa en el cuerpo que es ocasionada por un desequilibrio entre un exceso en la ingesta calórica y la energía gastada, lo cual aumenta el riesgo de presentar enfermedades no transmisibles (1). Las personas entre 18 y 59 años que presenten un IMC igual o superior a 25 kg/m² son clasificadas con exceso de peso; sin embargo, distintas investigaciones sostienen que el riesgo aumenta dependiendo de la localización del exceso de grasa, lo cual no puede ser determinado por el IMC.

Se ha identificado que las personas con obesidad abdominal o central tienen mayor riesgo de presentar enfermedades cardiometabólicas en comparación con las personas con obesidad periférica (34,54).

Ante las implicancias para la salud, se han buscado diferentes formas de determinar el exceso de peso y grasa corporal, siendo una de las medidas indirectas más exactas la absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA), ya que determina el grosor y profundidad de los tejidos segmentados en dos componentes, tejido óseo y el tejido blando, que a su vez se subdivide en lo que se conoce como masa grasa y masa magra (55). Sin embargo, su aplicación representa un coste alto y poco práctico, por lo que no es ideal para evaluaciones poblacionales.

Como alternativa, se puede usar la bioimpedancia (BIA), la cual es reconocida como un método no invasivo para estimar la composición corporal mediante el modelo de 4 compartimientos (56). Su principio se basa en la medición de la diferencia de resistencias de corriente eléctrica cuando se conduce entre los componentes grasos y magros del cuerpo a partir del peso y el agua corporal total, siendo esta última el medio conductor de la frecuencia eléctrica. La impedancia proporciona un análisis detallado de composición corporal y puede estimar la masa grasa (FM, por sus siglas en inglés), es decir, la cantidad de grasa corporal expresada en kilos (57).

Si bien la bioimpedancia es una técnica más accesible que la DEXA, su rendimiento diagnóstico puede verse afectado por factores como el estado de hidratación, la

etnia y la cantidad de electrodos utilizados. (58,59). No obstante, según el estudio de Bosy-Westphal et al., que valida la BIA frente a la DEXA en una población de hombres y mujeres de 18 a 65 años, caucásicos, asiáticos, afroamericanos e hispanos, concluye que el uso de sistemas de ocho electrodos multifrecuencia ha demostrado mejorar la precisión diagnóstica, con una correlación superior a 0,90 en comparación con DEXA. Esta tecnología permite un análisis del cuerpo completo de la composición corporal, lo cual contribuye a compensar la forma del cuerpo en relación a la longitud de torso, brazos, piernas, la masa corporal y las diferencias étnicas (18,60).

Asimismo, otros indicadores doblemente indirectos como el IMC, CC e ICT pueden ser usados de referencia para estimar la composición corporal; no son invasivos, son de uso común y se pueden aplicar en estudios comunitarios (18,58). Según la OMS, actualmente el IMC es el criterio para definir un peso adecuado del no adecuado y ha sido adoptado como tal por la comunidad científica debido a que es fácil de obtener y calcular (61). Este indicador sirve como referencia de exceso de peso, ya que se correlaciona con mediciones indirectas de grasa corporal y resultados metabólicos (62).

No obstante, esta medición tiene ciertas limitaciones; entre ellas, no permite estimar directamente la grasa corporal, se emplean los mismos puntos de corte sin hacer diferencia por sexo, grupo étnico ni condición física, por lo que puede sobreestimar el exceso de peso, además de presentar un sesgo para las personas con baja estatura (10,11,13). Ante estas limitaciones, diversas investigaciones han propuesto usar

como referencia la proporción corporal, es decir, la relación entre la talla sentada y la estatura, conocido como IC, dado que este indicador es distinto para cada población y puede generar una variación de 5 kg/m² en el IMC (12,63,64).

Por su parte, la CC es una medida corporal usada para determinar la adiposidad central, y está fuertemente asociada con enfermedades metabólicas (65). Los puntos de corte usados para estimar obesidad abdominal y, por lo tanto, riesgo de comorbilidades, están diferenciados por sexo (66). No obstante, estos puntos de corte se establecieron inicialmente para población europea, por lo que algunos estudios realizados en población peruana sugieren que estos puntos de corte deberían ser adaptados para mejorar su exactitud diagnóstica (67,68). Además, la CC puede verse influenciada por la edad, el sexo, los procesos digestivos y la proporción corporal del individuo (69,70).

Por otro lado, el ICT que deriva de la medición de la circunferencia de cintura es considerado un indicador alternativo y más eficiente para determinar adiposidad central y sobre todo la grasa intraabdominal; además cuenta con un único punto de corte para determinar riesgo de comorbilidades para ambos sexos en cualquier rango de edad y etnia (71). No obstante, una de las limitantes es la proporcionalidad del sujeto evaluado; si bien el ICT considera la talla del individuo, no se considera la proporción corporal, es decir, el largo del torso o de piernas que varía según poblaciones e individuos (72).

La proporcionalidad corporal es la relación entre distintos segmentos del cuerpo que se expresa comúnmente como la relación entre dos dimensiones (73). En este sentido, el índice córmico es un indicador usado para estimar la proporcionalidad corporal, específicamente la relación que existe entre el torso y la porción inferior de las piernas. Se sabe que este indicador puede variar entre una misma población debido a diferentes factores como edad, genética, entorno como lugar de procedencia, altitud y necesidades adaptativas, lo cual influye en el valor de este índice al final del desarrollo (13,49). Como se mencionó anteriormente, el IC varía entre poblaciones e incluye la precisión diagnóstica de los indicadores antropométricos (14,74,75). Las personas con piernas más cortas respecto a la talla total tienen mayor riesgo de ser calificadas con exceso de peso, esto debido a que la parte superior es la que aporta la mayor proporción del peso total. Por lo que relacionar la medición de IC con el IMC, CC e ICT contribuiría a mejorar el diagnóstico del estado nutricional (76).

Por lo antes mencionado y dado el impacto del exceso de peso en la salud pública, es fundamental contar con herramientas diagnósticas accesibles, aplicables y adecuadas a nivel poblacional. Por lo que identificar la exactitud diagnóstica de las pruebas, es decir, identificar la capacidad de los indicadores antropométricos (IMC, CC e ICT) para diagnosticar adecuadamente a los individuos con exceso de peso tomando como referencia a la BIA, permitirá identificar cuál de estos indicadores ofrece una mejor exactitud diagnóstica para evaluar el estado nutricional de mujeres adultas de San Juan de Lurigancho, Lima y Huancavelica.

Para determinar la exactitud diagnóstica de cada uno de los indicadores se debe hacer uso de medidas como la sensibilidad (Se) y la especificidad (Sp) y el área bajo la curva ROC (AUC). La sensibilidad mide la capacidad de un indicador para detectar correctamente casos de exceso de peso (verdaderos positivos), mientras que la especificidad mide su capacidad para identificar correctamente a quienes no lo tienen (verdaderos negativos). Por su parte, el AUC determina la capacidad de la prueba para determinar los casos positivos y negativos (77). Por lo tanto, comparar la sensibilidad y especificidad de los índices antropométricos con un método de referencia como la bioimpedancia permite determinar su utilidad en la detección del sobrepeso u obesidad, considerando las limitaciones inherentes a cada método.

V. METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se realizó un estudio de exactitud diagnóstica a partir de una base de datos secundarios de dos estudios primarios. El primero, titulado “*Comparación de la biodisponibilidad de hierro y zinc en una papa biofortificada vs. una no biofortificada en Huancavelica*” (Estudio Primario 1, EP1), tuvo como objetivo principal comparar la biodisponibilidad de hierro y zinc en una papa biofortificada versus una variedad local no biofortificada en mujeres en edad fértil voluntarias en Huancavelica, además de evaluar la dieta de la población (hombres y mujeres). El segundo estudio, titulado “*Efectos de la altitud en la absorción del hierro en mujeres con deficiencia de hierro*” (Estudio Primario 2, EP2), buscó comparar la biodisponibilidad de hierro en una papa biofortificada en mujeres en edad fértil voluntarias en dos lugares del Perú con diferente nivel de altitud: Huancavelica y Lima. Ambos estudios fueron realizados entre 2021 y 2022, y aprobados por el Instituto de Investigación Nutricional, de donde se obtuvo información sobre indicadores antropométricos y variables sociales.

Población, muestra u objeto de estudio

El EP1 seleccionó, por conveniencia, a participantes de 18 a 45 años residentes de Huancavelica o de la sierra peruana en los últimos 5 años, que tuvieran al menos a unos de sus padres nacidos en Huancavelica o en la sierra (>3000 msnm). Los participantes fueron convocados en universidades e institutos superiores en la ciudad y se seleccionaron a quienes tuviesen disposición para participar en la encuesta de registro de alimentos por una semana y que, tras entender y firmar el

consentimiento informado, aceptaron voluntariamente participar en el estudio. El EP1 tuvo una población final de 180 participantes (100 mujeres y 80 hombres).

El EP2 recolectó información de mujeres en edad fértil de Lima y Huancavelica. La selección de la muestra fue por conveniencia; para la selección de las participantes de Huancavelica se tomó en consideración el proceso de selección del EP1. Las participantes de Lima fueron convocadas a través de la sede del IIN ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho. Estas debían ser limeñas, haber residido en Lima los últimos 5 años y tener al menos uno de sus progenitores originario de Huancavelica o de la sierra peruana (>3000 msnm). El EP2 tuvo una población de 200 mujeres de entre 18 y 45 años de edad, que decidieron participar voluntariamente tras la lectura y firma del consentimiento informado.

Ambos estudios compartieron los mismos criterios de exclusión, los cuales fueron padecer de alguna condición que influya en el estado nutricional o en la ingesta alimentaria (trastornos gastrointestinales, problemas renales, enfermedades metabólicas reportadas por los participantes o detectadas mediante un cuestionario), estar gestando o en periodo de lactancia, presentar una inflamación con niveles de PCR superiores a 5 mg/100 ml y fumar más de un cigarrillo al día.

Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión

Participantes de sexo femenino de 18 a 39 años del distrito de San Juan de Lurigancho, Lima o Huancavelica que hayan participado en el EP1 y EP2.

Criterio de exclusión

Participantes con datos incompletos para las variables de interés (indicadores antropométricos, análisis de bioimpedancia y variables sociodemográficas).

En la figura 1 se presenta el proceso de selección de la muestra utilizada en el estudio. A partir de una base de datos inicial de 380 participantes provenientes de dos estudios primarios (EP1 y EP2), se aplicaron criterios de inclusión y exclusión que dieron como resultado la eliminación de 119 participantes del EP1 y de 105 participantes del EP2. La muestra final quedó conformada por 156 participantes. Adicionalmente, se llevó a cabo un subanálisis considerando únicamente a 134 participantes que disponían de datos completos para determinar el IC.

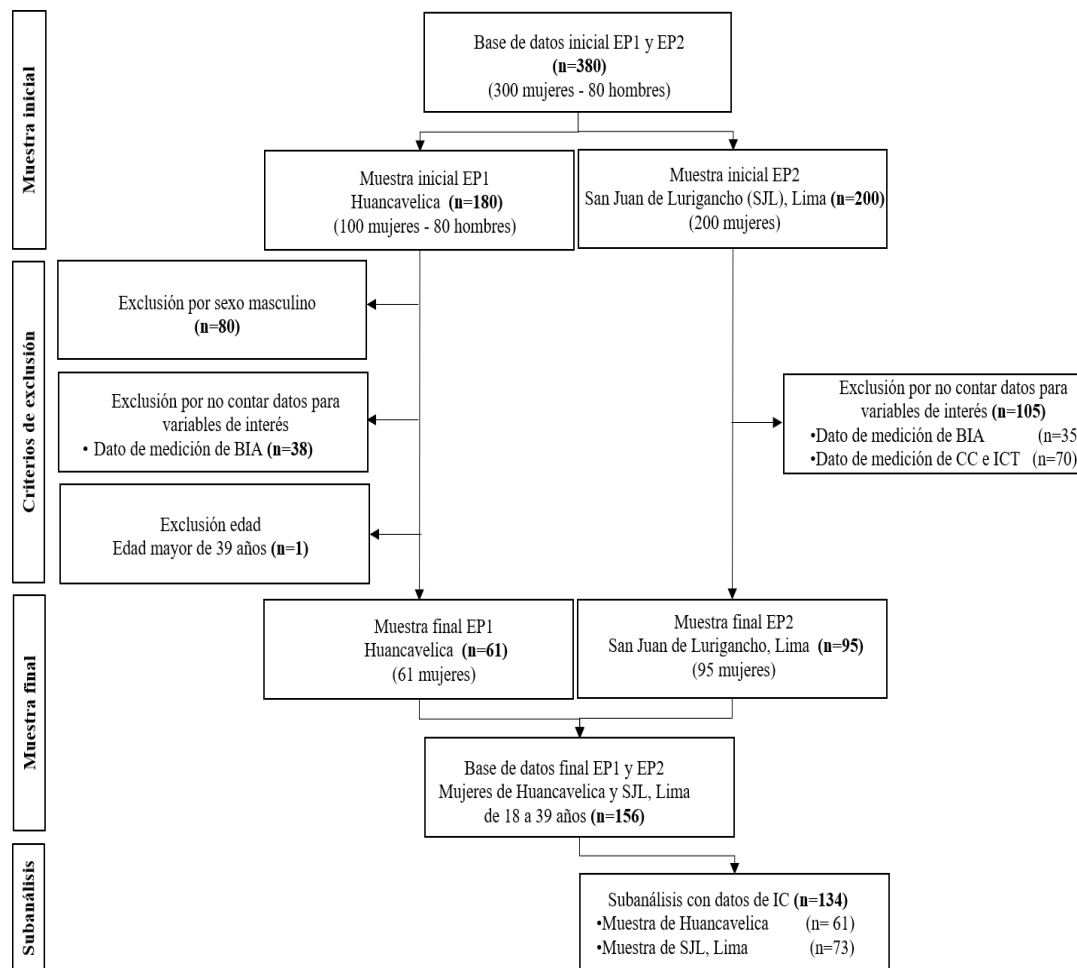


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de la muestra

Muestreo, cálculo de muestra

Para el presente estudio, debido a que es de tipo descriptivo con una muestra preestablecida de 156 participantes de entre 18 y 39 años, no se calculó un tamaño de muestra basado en hipótesis ni se estimó un poder estadístico. No obstante, usando el programa EPIDAT versión 4.2 para Windows, se estimó la amplitud de intervalos de confianza (exactitud esperada) de los estimados de sensibilidad y especificidad para dos tipos de escenarios, considerando el tamaño de muestra disponible, una prevalencia estimada del 36,5% y un nivel de confianza del 95%.

El escenario favorable, basado en valores reportados en la literatura para muestras similares (78), considerando una sensibilidad y especificidad del 90% como valor deseable, la amplitud de intervalos de confianza obtenidos fue de $\pm 7,9\%$ para la sensibilidad y $\pm 5,9\%$ para especificidad. El escenario conservador se fijó en 70%, siguiendo el criterio metodológico utilizado en estudios exploratorios cuando no se dispone de estimaciones previas confiables (79). En este caso, la amplitud de los intervalos fue de $\pm 12,0\%$ y $\pm 9,0\%$, respectivamente. Estos resultados sugieren que la muestra disponible permite obtener estimaciones con una exactitud diagnóstica aceptable para los fines del estudio (80).

Consideraciones éticas

El presente trabajo utilizó datos previamente de-identificados provenientes de los estudios primarios antes mencionados, cuyos protocolos fueron aprobados por el Comité de Ética del Instituto de Investigación Nutricional, con número de carta de aprobación 453 - [355] y 027P-1, respectivamente. Además, ambos estudios están

registrados en ClinicalTrials.gov: NCT05154500 (EP1) y NCT05500014 (EP2). En ambos casos los participantes expresaron voluntariamente su consentimiento para el uso de su información para informes y publicaciones futuras. Asimismo, este estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Procedimientos de recolección de datos

Para la presente investigación se utilizó la base de datos brindada por la autora principal de los estudios primarios. De los cuales se extrajo solo la información relacionada con los datos sociodemográficos y antropométricos. A continuación, se detallan los procedimientos utilizados con base en los protocolos de los estudios EP1 y EP2 para la recolección de datos.

Encuesta sociodemográfica

Las encuestas sociodemográficas fueron aplicadas a los participantes del estudio, previa lectura y aceptación del consentimiento informado. El cuestionario sociodemográfico se utilizó para recopilar información general del participante, como la fecha de nacimiento, edad, sexo, lugar de procedencia, situación laboral, grado de estudios e información relacionada a las necesidades básicas insatisfechas.

Evaluación antropométrica

Las mediciones fueron realizadas por personal capacitado por el IIN, con el objetivo de estandarizar las mediciones de indicadores antropométricos, tomando como referencia los criterios de evaluación de la Guía técnica para la valoración

nutricional antropométrica de la persona adulta (66). Asimismo, para garantizar la precisión de las medidas antropométricas (peso, talla, talla sentada y circunferencia de cintura), se realizaron las mediciones dos veces consecutivas. Solo cuando ambas lecturas eran diferentes entre sí por 0,1 kg para el peso, 0,5 cm para la talla y talla sentada y 1 cm para la circunferencia de cintura, se realizó una tercera medición. Las tres medidas fueron registradas y se promediaron las dos medidas más próximas, es decir, se excluyó el valor con mayor diferencia en el caso de 3 mediciones.

Se contó con un total de cuatro evaluadores en ambos estudios. Para la medición de la bioimpedancia, considerada el estándar de referencia, cada estudio primario dispuso de un único evaluador. Las demás mediciones fueron realizadas por evaluadores específicos, siguiendo un orden secuencial: peso, talla, circunferencia de cintura y, finalmente, la medición de bioimpedancia. Todas las mediciones se llevaron a cabo bajo procedimientos estandarizados, lo que minimizó la influencia del evaluador en los resultados.

Si bien el evaluador encargado de la bioimpedancia requirió conocer el peso y la talla del participante para el ingreso de datos al equipo, no tuvo acceso a diagnósticos nutricionales ni a interpretaciones previas. Además, dado que el procesamiento y el resultado de la bioimpedancia son generados automáticamente por el equipo, el conocimiento de esos datos no representó una fuente de sesgo. Por tanto, no corresponde evaluar la fiabilidad inter-evaluador, ya que cada medición fue realizada por un único evaluador en un mismo momento, lo que redujo el riesgo

de sesgos en la recolección de datos. En ese sentido, puede considerarse que se mantuvo un cegamiento entre evaluadores. A continuación, se detalla cada medición.

Peso: Se midió en una balanza de piso digital marca SECA modelo 803, la cual soporta hasta 150 kg y cuenta con una precisión de 0,1 kg. Se pesó al participante con la menor cantidad de ropa posible y sin calzado, para que posteriormente se ubique en el centro de la balanza en posición erguida. El peso fue registrado en kilos con 1 decimal.

Talla: Se usó un tallímetro marca SECA portátil modelo 213, el cual tiene una capacidad de medición hasta 199 cm. La talla fue registrada en centímetros con una precisión de 0,1 cm. Se midió al individuo en posición supina y descalzo.

Talla sentada: Se usó un cajón calibrado con medidas específicas de alto 40,2 cm, ancho 48,5 cm y profundidad 39,9 cm. La medición se realizó desde la altura del cajón hasta el punto más alto del individuo usando el tallímetro SECA portátil modelo 213. Asimismo, la talla sentada fue registrada en centímetros con una precisión de 0,1 cm; de igual manera, la toma de la talla sentada se realizó tres veces de forma consecutiva y se registró el promedio de las mediciones.

Circunferencia de cintura: Se usó una cinta métrica retráctil Seca Modelo 201 con capacidad de 205 cm y precisión de 0,1 cm. Se les pidió a los participantes descubrirse la zona abdominal para poder realizar la medición en la zona media

entre la parte inferior de la última costilla y la parte superior de la cresta ilíaca, de ambos lados y según la proporcionalidad corporal de cada individuo. La medición se realizó después de la expiración.

Análisis de bioimpedancia: Se midió mediante un equipo portátil marca seca mBCA 525, medical Body Composition Analyzer de ocho electrodos, el cual usa un amplio rango de frecuencias de 1 a 500 kHz para realizar un análisis segmentario de todo el cuerpo, lo cual proporciona un análisis detallado de composición corporal (57). Para la medición, se le solicitó al participante que se recueste en una camilla con la menor ropa posible, dejando libres las zonas en donde se colocan los electrodos según las indicaciones del fabricante (articulaciones de manos, muñecas, tobillos y pies). Se le indicó al participante que las extremidades superiores no deben tocar el torso, y los miembros inferiores deben estar alineados a la altura de los hombros. Con relación a los requerimientos previos, se les solicitó a los participantes evitar la actividad física extenuante y el consumo de alcohol. El procedimiento tomó un tiempo estimado de 30 segundos y fue aplicado por personal capacitado.

Procesamiento de indicadores antropométricos y BIA

Bioimpedancia (BIA): Siendo esta la prueba de referencia, la medición de la masa grasa se obtuvo mediante el análisis de bioimpedancia eléctrica siguiendo el modelo de cuatro compartimentos validado por el fabricante. Este modelo incluye el volumen corporal, agua corporal total (TBW), el contenido mineral óseo (BMC) y el peso, utilizando la siguiente ecuación (81).

$$\text{FM (kg)} = 2,7474 * \text{volumen corporal (L)} - 0,7145 * \text{TBW (L)} + 1,4599 * \text{BMC (kg)} - 2,0503 * \text{peso (kg)}$$

A partir de la masa grasa (FM), el dispositivo calcula el índice de masa grasa (FMI, por sus siglas en inglés), el cual es un indicador que relaciona la masa grasa dividida entre la talla en metros elevada al cuadrado (kg/m^2). Según los estudios presentados por el fabricante, el FMI se calcula considerando la composición corporal segmentada por regiones (extremidades y torso) y se ajusta en función de diversas variables individuales como sexo, edad, etnia, peso, talla y circunferencia de cintura, lo que permite una estimación más precisa (81). Además, el dispositivo utiliza ecuaciones de regresión específicas para generar un FMI de referencia diferenciado para mujeres y hombres (82). No obstante, es importante destacar que ni los coeficientes de ajuste utilizados en la medición real ni las ecuaciones de regresión específicas para el cálculo del FMI estimado están disponibles públicamente por razones comerciales.

De acuerdo con la investigación de Enderle, *J et al.*, respaldada por el fabricante, para determinar la presencia de exceso de grasa, se establece un FMI diferencial. Este se calcula como la diferencia entre el FMI estimado, calculado utilizando la ecuación correspondiente, y el FMI real, medido mediante bioimpedancia. En este sentido establece que si el FMI estimado es menor que el FMI real ($\text{FMI estimado} < \text{FMI real}$), indica la presencia de exceso de grasa, mientras que si el FMI estimado es mayor o igual que el FMI real ($\text{FMI estimado} \geq \text{FMI real}$), indica la ausencia de exceso de grasa (82).

Índice de Masa Corporal (IMC): es una estimación que considera al peso y a la talla; se obtiene mediante el cálculo del peso en kilogramos dividido entre la talla en metros elevada al cuadrado (kg/m^2). Los puntos de corte usados para clasificar a los individuos en cuatro categorías distintas fueron: bajo peso ($\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2$); peso normal ($\text{IMC} \leq 18,5$ a $24,9 \text{ kg/m}^2$); sobrepeso ($\text{IMC} \leq 25,0$ a $29,9 \text{ kg/m}^2$); y obesidad ($\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$) (40,66).

Circunferencia de Cintura (CC): los puntos de corte usados para estimar obesidad abdominal y, por lo tanto, riesgo de comorbilidades, están diferenciados por sexo y clasificados en tres categorías: riesgo bajo ($\text{CC} < 80 \text{ cm}$ para las mujeres); riesgo alto ($\text{CC} \geq 80 \text{ cm}$ para las mujeres); y riesgo muy alto ($\text{CC} \geq 88 \text{ cm}$ para las mujeres) (66).

Índice de Cintura – Altura (ICT): es una estimación que considera a la circunferencia de cintura y a la talla; se obtiene mediante el cálculo de la CC en centímetros dividido entre la talla en metros (cm/m). El punto de corte usado fue de 0,5 y clasifica a los individuos en dos categorías: Bajo riesgo de desarrollar comorbilidades ($\text{ICT} > 0,5$) y alto riesgo de desarrollar comorbilidades ($\text{ICT} \leq 0,5$); este último hace referencia a que la circunferencia de cintura debe ser la mitad de la medida de la estatura en centímetros (71).

Índice Córmico (IC): este indicador permite estimar la proporcionalidad corporal y se expresa como un porcentaje que relaciona la proporción corporal entre la longitud del torso superior y la longitud total ($\text{talla sentado/talla total} * 100$) (12,64).

Los puntos de corte usados están diferenciados por sexo y permiten clasificar la proporcionalidad del cuerpo en tres categorías: braquicórmico, cuando el torso es corto en relación con las piernas; mesocórmico, cuando las proporciones entre torso y piernas son equilibradas, es decir, la longitud del torso es media; y macrocórmico, cuando el torso es largo en relación con las piernas. Según la literatura, los puntos de corte para categorizar el tamaño del torso para el sexo femenino: braquicórmico ($IC \leq 52,0$), mesocórmico ($IC \geq 52,1$ a $54,0$) y macrocórmico ($\geq 54,1$) (83). No obstante, dado que no se disponen de puntos de corte validados para población peruana y que los valores referenciales existentes corresponden a otras poblaciones, en este estudio se complementará el análisis con la construcción de percentiles específicos a partir de los datos recolectados. Para ello, se emplearán los percentiles 25 y 75 de la muestra total, estableciendo tres categorías relativas: braquicórmico ($IC \leq 53,2$), mesocórmico ($IC \geq 53,2$ a $54,5$) y macrocórmico ($IC \geq 54,5$).

Plan de análisis de datos

Este análisis se realizó mediante el programa STATA versión 18.0 para Windows. Para el análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y antropométricas se tomó en cuenta la naturaleza de las variables; las categóricas fueron descritas con frecuencias y porcentajes, mientras que para las variables numéricas se usaron medias y desviaciones estándar. Para el análisis bivariado se utilizó la prueba de χ^2 o la prueba exacta de Fisher según las características y número de observaciones de las variables categóricas. Para evaluar las diferencias entre promedios se usó la prueba T de Student. La normalidad de las variables antropométricas (IMC, CC, ICT e IC) se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk. En caso de no seguir una distribución normal, se aplicó una transformación logarítmica para ajustar los datos y cumplir con los supuestos de normalidad requeridos para pruebas paramétricas como el ANOVA. Sin embargo, en el caso de las variables IMC e ICT, la transformación logarítmica no permitió alcanzar una distribución normal, por lo que se recurrió a pruebas no paramétricas, como la prueba de Mann-Whitney U o la de Kruskal-Wallis, según la característica de la variable dependiente.

Para determinar si los índices antropométricos IMC, CC e ICT son indicadores adecuados para determinar el exceso de peso, se consideró como variable de referencia (Gold standard) el diagnóstico del FMI diferencial proporcionado por el dispositivo de bioimpedancia. Esta variable fue dicotomizada en FMI alto como positivo para exceso de grasa y FMI normal como negativo para exceso de grasa. Las variables de predicción también fueron categorizadas. Para el IMC se consideró

$\geq 25 \text{ kg/m}^2$ como punto de corte; para la CC, se consideró $\geq 80 \text{ cm}$ y para el ICT se estableció un punto de corte de $\geq 0,5$. Adicionalmente, los análisis se estratificaron según el lugar de procedencia de las participantes y las categorías del índice córmico. Para este último, se utilizaron dos esquemas de clasificación: el primero según la literatura, con los siguientes puntos de corte: braquicórmico ($\text{IC} \leq 52,0$), mesocórmico (IC entre 52,1 y 54,0) y macrocórmico ($\text{IC} \geq 54,1$). El segundo, según los percentiles 25 y 75 de la muestra total, clasificando a las participantes en tres categorías relativas: braquicórmico ($\text{IC} \leq 53,2$), mesocórmico ($\text{IC} \geq 53,2$ a 54,5) y macrocórmico ($\text{IC} \geq 54,5$).

Se calcularon la sensibilidad, especificidad, los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN). Para evaluar el rendimiento diagnóstico de los indicadores se utilizaron curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) y se estimó el área bajo la curva (AUC), considerando las variables de forma categórica. Para describir el nivel de exactitud diagnóstica se usaron los siguientes puntos de corte: no útil (0,00 - 0,50), mala (0,50 - 0,60), suficiente (0,60 - 0,70), buena (0,70 - 0,80), muy buena (0,80 - 0,90) y excelente (0,90 - 1,00) (84). En todos los análisis, se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

VI. RESULTADOS

La población total de ambos estudios primarios ascendió a 380 participantes: 180 del EP1 y 200 del EP2, de los cuales solo 156 participantes (41,1%) cumplieron con los criterios de inclusión del presente estudio, tal como se muestra en la Tabla 1, en la muestra total, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) en ninguna de las covariables disponibles entre la muestra total incluida y excluida, por lo que estos resultados sugieren que la exclusión de casos por datos faltantes no introdujo un sesgo de selección relevante en la muestra final.

En la Tabla 2 se describen los indicadores antropométricos y sociodemográficos de la muestra. Respecto a la edad, el promedio de la muestra fue de 25,6 años (DE: 5,6), siendo de 26,4 años (DE:5,7) para las participantes de Huancavelica y de 25,1 años (DE:5,4) para las de Lima. Más del 39% de la muestra nació en Lima, seguido por un 37,2% en Huancavelica. El 19,9% correspondía a la categoría Sierra/Selva, de los cuales solo una participante era de la Selva. El 64,1% de las participantes eran solteras y el 62,8% tenía secundaria completa. En cuanto a las necesidades básicas insatisfechas (NBI), el 37,8% tenía al menos una NBI y el 32,7% contaba con más de dos. En relación con los indicadores antropométricos, el IMC promedio fue de 23,7 kg/m² (DE: 3,0), con un 30,8% de la muestra con exceso de peso. Además, las participantes de Huancavelica presentaron un IMC significativamente mayor que las de Lima (24,6 kg/m² vs. 23,2 kg/m², respectivamente; $p=0,005$). La CC promedio fue de 78,3 cm (DE: 6,9), con un 42,3% de la muestra en alto o muy alto riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas. Para el ICT, el promedio fue de 0,51 (DE: 0,0) y el 60,9% de la muestra presentó un ICT elevado. El FMI

promedio fue de 7,4 kg/m² (DE: 2,4), siendo el promedio de Huancavelica significativamente mayor que el de Lima (7,9 kg/m² vs. 7,1 kg/m², respectivamente; $p=0,040$). Además, el 36,5% de la muestra presentó un FMI alto. En cuanto a la proporcionalidad corporal, el IC promedio fue de 53,9% (DE: 1,1), observándose diferencias significativas entre Huancavelica y Lima (53,6% vs. 54,1%, respectivamente; $p<0,023$). Según la clasificación propuesta por la literatura, el 55,2% de la muestra fue clasificada como mesocórmica (torso medio), seguida del 39,6% de la muestra macrocórmica (torso largo). Según la clasificación por percentiles, el 50,8% fue clasificada como mesocórmica, y el 24,6% como macrocórmica. Finalmente, en la Tabla 2a se detallan las características de los hogares relacionadas con las necesidades básicas insatisfechas.

En la tabla 3 se presenta el análisis bivariado para las variables antropométricas IMC, ICT, CC, FMI e IC según las características sociodemográficas. Con respecto a la edad, se observó que el IMC, la CC y el ICT aumentaron progresivamente con la edad. EL grupo de los participantes de 30 a 39 años presentó los valores significativamente más altos de IMC con 24,9 kg/m² (DE:3,1), de CC con 81,9 cm (DE:7,0), de ICT con 0,50 (DE:0,1) y de FMI con 8,4 kg/m² (DE:2,5) en comparación con los grupos etarios de menor edad. Según el lugar de nacimiento, se evidenció que las participantes nacidas en Huancavelica presentaron los valores significativamente más altos de IMC con 24,6 kg/m² (DE:3,2) en comparación con las nacidas en Lima ($p=0,034$). Según el estado civil, se encontró que el grupo de las casadas o convivientes presentó diferencias significativas con el grupo de solteras, con valores más altos de IMC (25,2 kg/m² vs. 23,0 kg/m²; $p<0,001$), CC

(81,7 cm vs. 76,5 cm; $p<0,001$), ICT (0,54 vs. 0,50; $p<0,001$) y FMI (8,4 kg/m² vs. 6,8 kg/m²; $p<0,001$). Según la situación laboral se encontró que el grupo de las amas de casa presentó diferencias significativas con el grupo de estudiantes con valores más altos de IMC (25,6 kg/m² vs. 22,9 kg/m²; $p<0,001$), CC (82,2cm vs. 75,9 cm; $p<0,002$), ICT (0,55 vs. 0,50; $p<0,001$) y FMI (8,9 kg/m² vs. 6,6 kg/m²; $p<0,001$). En cuanto a las necesidades básicas insatisfechas, se encontraron diferencias significativas entre el grupo sin ninguna NBI y el grupo que presenta más de 2 NBI, siendo este último el que presenta mayor IMC (23,7 kg/m² vs. 22,8 kg/m²; $p=0,014$), CC (80,1 cm vs. 76,4 cm; $p<0,028$) e ICT (0,53 vs. 0,50; $p=0,020$). Respecto a las medidas antropométricas, el IMC mostró diferencias significativas entre todas sus categorías, siendo la categoría de obesidad la que presentó mayor CC, ICT y FMI (93,8 cm, 0,63 y 14,3 kg/m², respectivamente; $p<0,001$). Con relación a la CC, se evidenció diferencias significativas entre sus categorías, siendo la categoría de riesgo muy alto la que presentó mayor IMC, ICT y FMI (29,1 kg/m², 0,61 y 11,1 kg/m², respectivamente; $p<0,001$). En cuanto al ICT, se observaron diferencias significativas entre sus categorías, siendo el grupo con ICT elevado el que presentó mayor IMC, CC y FMI (25,5 kg/m², 82,6 cm y 9,9 kg/m², respectivamente; $p<0,001$). Según el FMI presentó diferencias significativas entre sus categorías, siendo la categoría con FMI alto la que mostró mayor IMC, CC e ICT (26,6 kg/m², 85,5 cm y 0,56, respectivamente; $p<0,001$). Finalmente, según las tres categorías del índice córmico (IC), baquicórmico (torso corto en relación a la longitud de piernas), mesocórmico (torso medio, proporciones equilibradas entre el largo del torso y de las piernas) y macrocórmico (torso largo en relación a la longitud de pierna), y considerando los puntos de corte propuestos por la literatura, se

observaron diferencias significativas entre el grupo mesocórmico (torso medio) y el grupo macrocórmico (torso largo), siendo este último el que presentó mayor IMC (23,1 kg/m² vs. 24,5 kg/m²; p=0,028) y FMI (6,9 kg/m² vs. 8,2 kg/m²; p=0,009).

La figura 2 muestra la comparación de las curvas ROC de los indicadores antropométricos evaluados (IMC, CC e ICT) para la muestra total. Al comparar los valores del área bajo la curva (AUC), se observó que el indicador con mayor AUC fue la CC (0,83; IC 95%: 0,77 - 0,89), seguida del IMC (0,82; IC 95%: 0,76 - 0,89) y del ICT (0,77; IC 95%: 0,71 - 0,82). Esto sugiere que, aparentemente, la CC presenta una mejor capacidad discriminatoria para identificar exceso de peso en comparación con los demás indicadores. No obstante, dado que los intervalos de confianza se superponen, no se podría inferir una diferencia entre los indicadores. En cuanto a la sensibilidad, el ICT logró identificar correctamente al 94,7% (IC 95%: 85,4 - 98,9) de la muestra con exceso de peso, siendo este porcentaje aparentemente superior al presentado por la CC 84,2% (IC 95%: 72,1 - 92,5) y por el IMC 71,9% (IC 95%: 58,5 - 83,0). Esto significa que es buen indicador para detectar casos positivos; sin embargo, como los intervalos de confianza se superponen entre los indicadores, solo se podría inferir una diferencia entre el ICT y el IMC. No obstante, esta alta sensibilidad se ve comprometida por un bajo VPP del 56,8% (IC 95%: 46,3 - 67,0). En contraste, con relación a la especificidad, el ICT solo logró identificar al 58,6% (IC 95%: 48,2 - 68,4) de los casos realmente negativos con un VPN del 56,8% (IC 95%: 86,3 - 99,0), mientras que la CC y el IMC presentaron una especificidad superior al 80% (81,8%; IC 95%: 72,8 - 88,9, 92,9%; IC 95%: 86,0 - 97,1, respectivamente), y en ambos casos con un VPN

superiores al 85%. En este caso, se podría inferir una diferencia significativa entre el ICT con el IMC y la CC, dado que sus intervalos de confianza no se superponen.

En la figura 3 se muestran las curvas ROC de los indicadores IMC, CC e ICT para la muestra de Huancavelica (gráfico A) y de San Juan de Lurigancho, Lima (gráfico B). Para la muestra de Huancavelica, el IMC (0,88, IC 95%: 0,80 – 0,97) presentó aparentemente un mejor desempeño en comparación con la CC (0,85, IC 95%: 0,76 – 0,95) y el ICT (0,79, IC 95%: 0,70 – 0,88). Sin embargo, debido a la superposición de sus intervalos de confianza, no se podría inferir una diferencia significativa entre el desempeño general de los tres indicadores. Con relación a la sensibilidad, el ICT logró identificar al 96% (IC 95%: 79,6 – 99,9) de casos verdaderamente positivos; si bien esta sensibilidad es la más alta, presentó un VPP 63,2% (IC95%: 46,0 – 78,2). Por su parte, el IMC presentó una sensibilidad de 88% (IC 95%: 68,8 - 97,5) respaldada por su VPP superior al 80% (84,6%; IC 95%: 65,1 - 95,6). La CC presentó el valor más bajo entre los tres indicadores con 76,0% (IC 95%: 54,9 - 90,6) pero se respalda con el VPP más alto, siendo este de 90,5% (IC 95%: 69,6 - 98,8). No obstante, tampoco se podrían inferir diferencias significativas entre los indicadores debido a la superposición de los intervalos de confianza. En el caso de la especificidad, la CC mostró ser el indicador más específico, con una mayor capacidad para identificar verdaderos negativos (94,4%, IC 95%: 81,3 – 99,3), respaldado por un VPN de 85,0% (IC 95%: 70,2 - 94,3), en comparación con el IMC que, si bien su VPN es superior al 90% presentó una sensibilidad del 88,9% (IC 95%: 73,9 – 96,9), por debajo de la observada en la CC. En el caso del ICT, presentó la especificidad más baja con 61,1% (IC 95%: 43,5 – 76,9); aunque según

su VPN (95,7%, IC 95%: 78,1 - 99,9), con menos casos de falsos negativos. En este caso, solo se puede inferir una diferencia significativa entre la CC y el ICT, ya que sus intervalos de confianza no se superponen. En contraste, en la muestra de San Juan de Lurigancho – Lima, la CC fue el indicador con mejor desempeño aparente, con un AUC de 0,83 (IC 95%: 0,75 – 0,90); sin embargo, no se pueden inferir diferencias con los demás indicadores. Al igual que en la muestra de Huancavelica, el ICT (93,8%, IC 95%: 79,2 – 99,2) destacó por su elevada sensibilidad; no obstante, presentó un bajo VPP (52,6%, IC 95%: 39,0 - 66,0). Por su parte, la CC presentó una alta sensibilidad (90,6%, IC 95%: 75,0 – 98,0), aunque bajo VPP (64,4%, IC 95%: 48,8 - 78,1), lo que indica mayores casos de falsos positivos. El IMC, si bien presentó el VPP más alto con 86,4% (IC 95% 65,1 - 97,1) no es el mejor indicador de detección de casos, ya que su sensibilidad fue la más baja entre los tres indicadores, con 59,4% (IC 95%: 40,6 - 73,6). Con relación a la especificidad, IMC con 95,2% (IC 95%: 86,7 – 99,0) fue indicador que mostró mayor capacidad discriminatoria para los verdaderos negativos con un VPN de 82,2% (IC 95%: 71,5 - 90,2). La CC presentó una especificidad moderada (74,6%, IC 95%: 62,1 – 84,7), pero con un alto VPN (94,0%, IC 95%: 83,5 - 98,7). En el caso del ICT, presentó la especificidad más baja entre los indicadores (57,1%, IC 95%: 44,0 - 69,5). Tanto en el caso de la sensibilidad como en el de la especificidad, no se podrían inferir diferencias significativas debido a que los intervalos de confianza se superponen.

En la Figura 4 se comparan las curvas ROC de los indicadores antropométricos (IMC, CC e ICT) en mujeres, según clasificación del IC: braquicórmico (torso corto-

gráfico A), mesocórmico (torso medio - gráfico B) y macrocórmico (torso largo - gráfico C). Cabe señalar que, si bien en las tablas se presentan los resultados utilizando tanto los puntos de corte propuestos por la literatura como aquellos definidos por percentiles de la muestra, los gráficos se construyeron únicamente a partir de los puntos de corte según percentiles. Esta decisión se tomó debido a que dicha clasificación permitió una mejor distribución de las participantes, lo que facilitó una comparación representativa entre los grupos. Para la muestra clasificada como torso corto (braquicórmica), se encontró que la CC presentó el mejor rendimiento diagnóstico con un AUC de 0,84 (IC 95%: 0,71 – 0,97) y una sensibilidad de 90,0% (IC 95%: 55,5 – 99,7), valor similar al obtenido ICT. No obstante, ambos indicadores mostraron VPP bajos, 64,3% (IC 95%: 35,1 - 87,2) para la CC y 50,0% (IC 95%: 26,0 - 74,0) para el ICT, lo que limita su capacidad de confirmación diagnóstica. En contraste, el IMC presentó un VPP más alto (83,3%; IC 95%: 35,9 – 99,6), aunque con una sensibilidad reducida (50%), lo que indica una menor capacidad para detectar verdaderos positivos. En cuanto a la especificidad, el IMC mostró el valor más elevado (95,7%; IC 95%: 78,1 – 99,9), respaldado por un VPN de 81,5% (IC 95%: 61,9 – 93,7). Por su parte, la CC evidenció una especificidad moderada (78,3%, IC 95%: 56,3 – 92,5) y un VPN alto (94,7%, IC 95%: 74,0 – 99,9), lo que refleja un bajo riesgo de falsos negativos. El ICT, aunque presentó un VPN elevado (93,3%, IC 95%: 68,1 – 99,8), tuvo una especificidad limitada (60,9%, IC 95%: 38,5 – 80,3), asociándose a un mayor riesgo de falsos positivos. Sin embargo, debido a la superposición de los intervalos de confianza entre los indicadores, no se pueden establecer diferencias estadísticamente significativas en su desempeño diagnóstico. En la categoría

mesocórmica, al igual que el grupo anterior, la CC presentó el AUC más alto (0,80, IC 95%: 0,70 – 0,90), sin que se puedan inferir diferencias con los otros indicadores debido a la superposición de sus intervalos. El ICT mostró la mayor sensibilidad (96,2%, IC 95%: 80,4 – 99,9), siendo aparentemente el mejor detector de casos; no obstante, su VPP de 55,6% (IC 95%: 40,0 - 70,4) implica que más de cuatro de cada diez resultados positivos son falsos positivos. Por su parte, la CC presentó una sensibilidad de 80,8% (IC 95%: 60,6 - 93,4) con un VPP de 70,0% (IC 95%: 50,6 - 85,3), indicando que siete de cada diez resultados positivos son correctos. En el caso de la especificidad, si bien el ICT presentó una alta sensibilidad, tuvo la especificidad más baja en comparación con la CC (78,6%, IC 95%: 63,2 - 89,7) y del IMC (52,4%, IC 95%: 36,4 – 68). No obstante, solo se puede inferir diferencias entre la especificidad del ICT y del IMC), ya que sus intervalos de confianza no se superponen. Finalmente, para la categoría de macrocórmica el IMC mostró el mejor rendimiento como un AUC de 0,90 (IC 95%: 0,79 – 1,00), aunque no se pueden inferir diferencias con los demás indicadores debido a los intervalos de confianza. Con relación a la sensibilidad, el ICT alcanzó el valor más alto (92,9%, IC 95%: 66,1 – 99,8), seguido del IMC con 85,7% (IC 95%: 57,2 – 98,2). El IMC también mostró la especificidad más alta (94,7%; IC 95%: 64,0 – 99,9); sin embargo, al igual que en los casos anteriores, no se puede inferir una diferencia debido a la superposición de los intervalos de confianza.

Respecto a lo descrito anteriormente, en las tablas 4a, 4b y 4c se detallan los resultados del análisis de exactitud diagnóstica para cada uno de los indicadores antropométricos (IMC, CC e ICT, respectivamente) para la muestra total, y

estratificado según lugar de procedencia y según la proporcionalidad corporal medida por el IC.

VII. DISCUSIÓN

La presente investigación evaluó la precisión diagnóstica, según sensibilidad y especificidad de diferentes índices antropométricos IMC, CC e ICT en comparación con el FMI obtenido por bioimpedancia para determinar el exceso de peso en mujeres adultas provenientes de SJL-Lima y Huancavelica. Se identificó que el IMC y la CC tuvieron un rendimiento similar, ambos con AUC superior a 0,80, lo que indica una muy buena capacidad predictiva. En contraste, el ICT obtuvo un AUC de 0,77, considerándose sólo como un rendimiento bueno.

No obstante, la interpretación de estos resultados debe hacerse bajo cierta consideración metodológica, debido a que la elección de utilizar los índices antropométricos (IMC, CC, ICT) como variables dicotómicas se justifica en la necesidad de alinear los resultados con puntos de corte ampliamente usados en salud. Esta decisión metodológica afectó el cálculo del AUC, restringiéndolo a la evaluación del desempeño en ese punto fijo. En este sentido, el AUC reportado describe la capacidad discriminativa de la clasificación binaria oficial de los indicadores antropométricos y no el potencial discriminatorio máximo de la variable continua (85,86). El enfoque se centró, por lo tanto, en la utilidad práctica de los puntos de corte vigentes, priorizando la estimación de las demás métricas de uso clínico para evaluar exactitud diagnóstica (sensibilidad, especificidad, VPP y VPN) (87).

En este sentido, el IMC se posicionó como el indicador más específico (92,9%) y un alto VPN (85,2%) y VPP de 85,4%, lo que indica que identifica correctamente

a las mujeres sanas y además tiene buena capacidad para confirmar casos positivos y reducir falsos positivos. Sin embargo, su sensibilidad fue moderada (71,9%), lo que significa que aproximadamente el 28% o uno de cuatro casos reales podrían no ser detectados, limitando su utilidad en estrategias de tamizaje poblacional. Por su parte, la CC mostró un buen equilibrio entre sensibilidad (84,2%) y especificidad (81,8%), además de un valor predictivo negativo (VPN) de 90%, lo que la posiciona como un indicador eficaz para la detección de casos negativos y para descartar falsos negativos, es decir que, si la CC clasifica a alguien como sano, es muy probable que lo sea, especialmente en contextos de alta prevalencia.

El ICT presentó la mayor sensibilidad (94,7%) y VPN (95,1%) entre los tres indicadores. No obstante, su baja especificidad (58,6%) y VPP (56,8%) indican una alta cantidad de casos falsos positivos, es decir menos del 57% de los casos positivos por ICT son realmente presentan exceso de grasa corporal, lo que limita su uso como única prueba diagnóstica. Aunque este indicador es un muy buen predictor de la obesidad abdominal en niños (88), en adultos no sería tan útil, ya que, al mantener una estatura estable, el valor solo se altera al incrementarse la circunferencia de cintura (65,89).

Tomando en cuenta que tanto el IMC como la circunferencia de cintura (CC) presentaron una adecuada utilidad diagnóstica, investigaciones previas respaldan su uso de manera conjunta, especialmente en mujeres. Según Wang Sheng Lee, una mujer puede presentar un IMC dentro de rangos normales y, sin embargo, tener una CC elevada, lo cual refleja un exceso de adiposidad que el IMC por sí solo no

detecta. Esto se relaciona con que las mujeres tienen mayor posibilidad de presentar una obesidad con peso normal (NWO, “normal weight obesity”, por sus siglas en inglés) (90). Gavin y Bessesen también afirman que la precisión de la CC puede estar relacionada con las diferencias en la distribución de la grasa (91). En mujeres es más común el aumento de células adiposas en las zonas periféricas inferiores (92), lo que generaría una mayor cantidad de casos falsos negativos. Por ello, se sugiere complementar ambas medidas para mejorar la precisión diagnóstica e identificar riesgos metabólicos asociados (90,93).

En cuanto a la procedencia, se observó en la muestra de Huancavelica que la utilidad diagnóstica de los indicadores es diferente. El ICT se confirma como el indicador más sensible (96,0%) y con el VPN más alto (95,7%), lo que significa que tiene una buena utilidad para el tamizaje poblacional al garantizar que los casos negativos son clasificados correctamente con una certeza de más del 95%. Sin embargo, el VPP del ICT fue el más bajo (63,2%), indicando que el 37% de los resultados positivos son falsos positivos. En contraste, la CC presentó el VPP más alto (90,5%), lo que sugiere que, en Huancavelica, la CC es el indicador más fiable para la confirmación diagnóstica, es decir, menos casos de falsos positivos. El IMC, por su parte, demostró un rendimiento equilibrado con una sensibilidad (88%) y especificidad (88,9%) y altos valores predictivos (VPP 84,6%, VPN 91,4%), posicionándolo como un indicador de uso general confiable.

En contraste con Huancavelica, la muestra de SJL-Lima evidenció una limitación en el IMC como indicador diagnóstico, registrando la sensibilidad más baja

(59,4%), este resultado implica que presenta alto riesgo de falsos negativos, ya que más del 40% de los casos reales en esta muestra podrían no ser detectados. A pesar de su baja sensibilidad, el IMC mantiene un VPP alto (86,4%); esto significa que, si el IMC logra detectar un caso, esa clasificación es altamente fiable. En este contexto, la CC se posiciona como aparentemente un mejor indicador, con una sensibilidad del 90,6% y un VPN del 94,0%, lo que significa que es un indicador seguro de descarte de la enfermedad, ya que existe un riesgo menor del 6% de casos falsos negativos, haciéndolo un indicador seguro para el descarte. No obstante, su VPP es bajo (64,4%). Esto implica que un 35,6% de los resultados positivos son falsos positivos. El ICT, si bien presentó la mejor sensibilidad (93,8%), su VPP es bastante bajo (52,6%), lo que significa que un resultado positivo por ICT solo tiene una probabilidad del 52,6% de ser correcto; es decir, el riesgo de ser un falso positivo es de casi el 47%.

Según lo antes expuesto y en base a las métricas de sensibilidad, especificidad, VPP y VPN, aparentemente ningún indicador antropométrico puede usarse solo como única prueba diagnóstica. Para la muestra de Huancavelica, la CC es el indicador más fiable para la confirmación diagnóstica y el IMC se posiciona como un indicador de uso general confiable, por lo que ambos podrían ser indicadores aceptables y se podría complementar su uso. En el caso de la muestra de SJL-Lima, la CC se posiciona como un mejor indicador en general, sobre todo para el descarte de la enfermedad, y si bien el IMC tuvo una baja sensibilidad, tiene un VPP alto lo que la hace confiable en la detección de casos positivos. Asimismo, es importante resaltar que la muestra de Huancavelica presentó un índice córmico

significativamente menor que la de SJL-Lima (53,6% vs. 54,1%), lo que sugiere que las participantes de Huancavelica tienen un torso proporcionalmente más corto en relación con la longitud de las piernas. Aunque la diferencia fue estadísticamente significativa, ambas muestras se clasifican dentro de la categoría mesocórmica, según los puntos de corte por percentiles de la muestra, lo que indica una proporcionalidad corporal equilibrada entre el torso y la longitud de piernas.

Se sabe que, durante la etapa de crecimiento y desarrollo, el cuerpo humano atraviesa un proceso adaptativo en respuesta a las condiciones del entorno. En poblaciones que se desarrollan en contextos de altitud, es común observar extremidades más cortas y un mayor desarrollo del torso y caja torácica, como parte de una adaptación fisiológica a la hipoxia (42). Algunos otros estudios, indican que, si bien la altitud es un factor determinante del desarrollo de la estatura y del largo del torso, no es el único (47,94). Factores como el estado nutricional, clima y etnia (ascendencia) pueden tener efectos importantes en las proporciones corporales independientemente de la altitud de desarrollo (95). En este contexto, aunque se esperaría que la muestra de Huancavelica, quienes se han desarrollado a más de 3 000 m.s.n.m., tuviera un torso más largo como parte de la adaptación a la altitud (47,49), no se cuenta con información precisa sobre el entorno de crecimiento de las participantes de SJL-Lima, algunas de las cuales podrían haberse desarrollado en zonas de altitud, considerando el origen de uno de sus padres.

El análisis del desempeño de los indicadores según el índice córmico (IC) evidenció que en el grupo de torso corto (braquicórmico) la CC y el ICT presentaron una

elevada sensibilidad (90%) y valores predictivos negativos (VPN) superiores al 93%, lo que respalda su utilidad como herramientas de tamizaje. Sin embargo, su baja especificidad, especialmente en el ICT (60,9%), y sus bajos VPP (64,3% y 50%, respectivamente) limitarían su utilidad como pruebas confirmatorias.

Por otro lado, el IMC mostró un comportamiento inverso, con alta especificidad (95,7%) y VPP (83,3%), pero con una sensibilidad reducida (50%), lo que implica que omite aproximadamente la mitad de los casos positivos, aumentando el riesgo de falsos negativos. En consecuencia, su uso aislado podría subestimar la prevalencia real de exceso de adiposidad en mujeres con proporciones corporales braquicórmicas.

Para el grupo de torso medio (mesocórmico) si bien el IMC se mantiene como una herramienta altamente fiable para la confirmación con un VPP de 81,0%, su sensibilidad moderada (65,4%) limitaría su utilidad para el tamizaje, implicando que más de un tercio de los casos reales son falsos negativos. Por otro lado, el ICT demostró la mayor capacidad de detección con una sensibilidad del 96,2%, pero su VPP fue bajo (55,6%). Esto significa que no es adecuado el uso de un solo indicador. Por ello, se podrían usar los indicadores de forma complementaria para aprovechar las fortalezas de cada indicador: se sugiere utilizar el ICT como prueba de tamizaje inicial, gracias a su muy buena sensibilidad y VPN (95,7%), que asegura el descarte seguro de la enfermedad, y realizar una confirmación diagnóstica utilizando el IMC o la CC (VPP 70,0%), ya que estos minimizan el riesgo de falsos positivos.

Finalmente, en el grupo de torso largo (macrocórmico), el IMC logró su máximo rendimiento con un VPP (92,3%) y VPN (90,0%) altos, posicionándose como el indicador más fiable para la confirmación y descarte. Asimismo, se valida la hipótesis de que la exactitud de los indicadores centrales mejora con el aumento de la longitud del torso; el VPP de la CC alcanzó 91,7% para el torso largo en comparación con el presentado en torso corto (64,3%); lo mismo se observa en el caso del ICT. Por lo que la CC, con una fiabilidad de confirmación superior al 91,0%, demuestra ser una herramienta de alta confianza en individuos de torso largo. Esta mejora en el VPP de los indicadores centrales sugiere que el mayor espacio troncal facilita una medición de la acumulación de grasa visceral. Por lo tanto, para el grupo macrocórmico, el IMC y la CC son indicadores fiables para la decisión clínica, siendo la CC la más usada para la confirmación del diagnóstico de obesidad central.

Estos hallazgos sugieren que la proporcionalidad corporal influye en la precisión de los indicadores antropométricos (12,75). En personas con torso largo y piernas cortas, es más probable que la grasa se acumule en la zona abdominal, por lo que indicadores como la CC o el ICT tienden a tener mejor desempeño diagnóstico. En cambio, en quienes tienen torso corto y piernas largas, la grasa se distribuye de forma más periférica, y el IMC, al considerar el peso total, podría ser más preciso (12,47,74).

Si bien la precisión de los indicadores puede variar según sexo, edad o la proporcionalidad corporal, en el ámbito de la salud pública el IMC, la CC o el ICT

son herramientas comunes principalmente en el nivel de prevención secundaria, donde son usadas como herramientas de cribado poblacional para la detección temprana del exceso de peso y riesgo metabólico. Asimismo, según los criterios metodológicos usados en la presente investigación, el AUC no podría tomarse como única métrica para comparar la capacidad discriminatoria general de los indicadores antropométricos. Por lo tanto, dado que el objetivo a nivel poblacional es poder identificar de manera efectiva a la mayoría de casos con exceso de grasa corporal, la atención se centra prioritariamente en asegurar altos valores de sensibilidad en estas pruebas (86).

En contextos donde los costos de intervención son relativamente bajos o las acciones que derivan del tamizaje no implican riesgo para la salud, se podría priorizar tener solo una alta sensibilidad, incluso si ello conlleva tener una baja especificidad. No obstante, en este contexto, una muy baja especificidad podría generar una sobreestimación de la magnitud del problema de salud, clasificando erróneamente como casos a personas que, según el FMI medido por la bioimpedancia, tienen un FMI normal. Este error en el diagnóstico puede derivar en pruebas clínicas innecesarias, costos adicionales y sobrecarga de los servicios de salud.

Por lo tanto, se recomienda dar prioridad a una alta sensibilidad sin tener una especificidad demasiado baja. Además, se sugiere complementar el diagnóstico utilizando más de un indicador antropométrico. En este sentido, la Declaración de Consenso de la Sociedad Internacional de Aterosclerosis y el Grupo de Trabajo de

la Cátedra Internacional de Riesgo Cardiometabólico sobre Obesidad Visceral indica que la CC, en conjunto con otro indicador como el IMC, puede mejorar la capacidad diagnóstica de obesidad y, por ende, de riesgo cardiometabólico (65). Esto coincide con lo reportado por Aparco *et al.*, cuyo estudio evaluó la correlación entre IMC, CC e ICT en población limeña, concluyendo que los indicadores antes mencionados no son intercambiables y recomiendan priorizar aquellos que proporcionen información sobre el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (36).

En el caso del Perú, la normativa vigente establece que desde el primer nivel de atención se debe realizar la medición del peso, la talla y la circunferencia de cintura, además de incluir los equipos necesarios para sus respectivas mediciones en los centros de salud (96). Además, desde el año 2018, la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) ha incluido la medición del perímetro abdominal dentro del módulo de salud, lo cual demuestra la viabilidad de medir los diferentes indicadores antropométricos a nivel poblacional. En conjunto, estos hallazgos tienen importantes implicancias para la salud pública, pues refuerzan la necesidad de utilizar herramientas de tamizaje accesibles, sensibles y complementarias en la evaluación del estado nutricional para combatir el sobrepeso, la obesidad y sus consecuencias metabólicas.

Por otro lado, la presente investigación presenta ciertas limitaciones relacionadas con sección, tipo de muestreo y el tamaño de muestra. Existe la posibilidad de sesgo de selección debido a la exclusión de participantes con datos faltantes. Aunque se

compararon las características sociodemográficas y antropométricas entre incluidos y no incluidos, y la mayoría de variables no mostró diferencias significativas, cuando se hace el análisis por lugar de procedencia, en Huancavelica se observó una mayor proporción de personas con más de 2 NBI entre los incluidos. Asimismo, en SJL–Lima algunas variables mostraron diferencias cercanas a la significancia estadística. Este posible sesgo de selección refleja una distribución diferencial de algunas características entre los participantes incluidos y los excluidos. Por ello, la muestra final podría no representar completamente la estructura sociodemográfica de la población elegible. Asimismo, tomando en consideración que los estudios de referencia EP1 y EP2 tuvieron un muestreo por conveniencia, es decir se usó un tipo de no probabilístico, sumado a las diferencias en la proporcional corporal de la muestra, no es posible extrapolar los resultados obtenidos a otras regiones o departamentos del país. Además, la edad de la población y la baja prevalencia de exceso de peso y la distribución de las variables de interés en la muestra podrían influir en los resultados obtenidos.

Cabe resaltar que en el presente estudio no se calculó la potencia estadística, dado que este parámetro se utiliza principalmente en la fase de planificación para estimar el tamaño de muestra necesario para detectar una diferencia con cierta probabilidad (97). En este caso, al no poder modificar el tamaño de la muestra, se evaluó la precisión de las estimaciones a través de la amplitud de los intervalos de confianza (98). Ante la ausencia de estimaciones previas robustas, se optó por estimar la amplitud esperada de los intervalos de confianza bajo dos escenarios: favorable (sensibilidad y especificidad al 90%) y conservador (sensibilidad y especificidad al

70%). En este sentido, en el análisis final, las amplitudes observadas de los intervalos de confianza oscilaron entre $\pm 5\%$ y $\pm 11\%$ para las estimaciones de sensibilidad y especificidad de los tres indicadores evaluados, lo cual se considera dentro del rango adecuado, ya que la literatura indica que en estudios piloto o exploratorios es aceptable un margen de error o amplitud del intervalo de confianza de hasta $\pm 10\%$, siendo esta cifra un referente práctico, dado que el interés se centra en obtener estimaciones iniciales razonables y no en alcanzar la precisión propia de estudios confirmatorios (99).

Otra limitación es que la prueba diagnóstica usada como Gold estándar es también una prueba doblemente indirecta. No obstante, presenta una buena sensibilidad y especificidad como prueba diagnóstica en comparación con pruebas indirectas, considerando que no se pueden aplicar pruebas indirectas a nivel poblacional por motivos de maquinaria, tiempos, costos y posibles riesgos.

Asimismo, cabe mencionar que el AUC se calculó utilizando la clasificación dicotómica oficial de las variables índice, lo que limita la curva ROC a la evaluación del desempeño en este punto fijo, impidiendo identificar el potencial óptimo de discriminación que se hubiese obtenido con las variables en su forma continua. En este sentido, la interpretación del AUC debe considerarse con cautela debido a dicha restricción metodológica; sin embargo, se debe considerar que la intención del uso binario fue alinear la evaluación con los criterios de vigilancia epidemiológica utilizados en la actualidad.

Por otro lado, debido al tamaño muestral y al carácter exploratorio de la investigación, si bien el poder sí fue suficiente para los análisis principales, es posible que no haya sido suficiente para detectar diferencias significativas entre subgrupos según lugar de procedencia o proporcionalidad corporal. Por ello, los resultados deben interpretarse con cautela, reconociendo que futuras investigaciones con muestras más amplias y diseños probabilísticos permitirán confirmar y fortalecer la validez de los resultados observados.

Por último, considerando las fortalezas de esta investigación, se debe tomar en cuenta que es un estudio exploratorio de evaluación diagnóstica que no se ha realizado antes con población peruana ni andina, por lo que permite presentar hallazgos preliminares que pueden servir de base a investigaciones futuras. Además, los resultados podrían sugerir la conveniencia de utilizar métodos complementarios para realizar una evaluación nutricional adecuada, tomando en consideración las diferencias en la composición y en la proporcionalidad corporal y los posibles riesgos asociados a la salud.

VIII. CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación evidenciaron que el 36,5% de la muestra presentó un FMI alto según bioimpedancia, el 30,8% presentó exceso de peso según IMC, el 42,3% estuvo en alto o muy alto riesgo metabólico según CC, y el 60,9% mostró un ICT elevado.

Además, se identificaron diferencias significativas entre las muestras de SJL - Lima y Huancavelica en relación a los indicadores antropométricos y sociodemográficos. En promedio, los participantes de Huancavelica presentaron valores significativamente mayores de IMC y FMI. Asimismo, se encontró que existen diferencias significativas en el estado nutricional medido por IMC, CC, ICT y FMI en función de la edad, lugar de procedencia, estado civil, situación laboral y NBIs.

En términos de precisión diagnóstica, el IMC y la CC presentaron el mejor rendimiento en general. Por su parte, el ICT destacó por su alta sensibilidad y VPN, siendo útil para detectar casos positivos y reducir falsos negativos. Sin embargo, su baja especificidad y VPP limitarían su utilidad al generar un alto número de falsos positivos. El IMC mostró alta especificidad y VPP, siendo más útil para confirmar casos positivos, aunque con menor sensibilidad. La CC presentó un buen equilibrio entre sensibilidad y especificidad, con un alto VPN, lo que la convierte en un indicador eficaz para el tamizaje para esta muestra.

Según el lugar de procedencia, el IMC tuvo mejor rendimiento en la muestra de Huancavelica, mientras que la CC fue más precisa para la muestra de SJL - Lima.

Por otro lado, según tipos de proporcionalidad corporal, la CC muestra un muy buen rendimiento en las tres categorías. El IMC mostró alta especificidad en todos los grupos, pero baja sensibilidad en las braquicórmicas y mesocórmicas; no obstante, presentó un muy buen rendimiento y capacidad de discriminación para el grupo de macrocórmicas. La CC y el ICT fueron más sensibles, especialmente útiles para el tamizaje, aunque el ICT tuvo menor especificidad, generando más falsos positivos en todas las categorías.

IX. RECOMENDACIONES

Los resultados de la presente investigación tienen importantes implicancias para la salud pública, especialmente en un contexto como el de nuestro país, donde los recursos son limitados en diversas regiones. En este sentido, se recomienda validar los resultados obtenidos con respecto a la variación de la exactitud diagnóstica según la proporcionalidad corporal (Índice Córnico). Específicamente, se sugiere replicar el análisis utilizando muestreos probabilísticos a nivel local y en distintas regiones del Perú que presenten características geográficas, económicas, culturales o fenotípicas diferenciadas, con el fin de confirmar la influencia del índice cónico en el rendimiento de los indicadores antropométricos (IMC, CC e ICT). Asimismo, se recomienda incluir una muestra diversificada que contemple participantes de áreas urbanas y rurales, así como de diferentes grupos etarios y étnicos. Ello permitirá generar evidencia más representativa y fortalecer la validez externa de los resultados, facilitando su extrapolación a nivel nacional.

Se sugiere optimizar el uso de los indicadores antropométricos más adecuados según el contexto. La elección de indicadores con mejor exactitud diagnóstica, como la CC y el IMC, podría mejorar la detección temprana del exceso de peso y reducir la sub o sobreestimación diagnóstica, lo que conlleva mejores decisiones clínicas y de política pública. Un diagnóstico incorrecto puede tener consecuencias significativas: un falso negativo impide una intervención oportuna y aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades metabólicas. Por otro lado, un falso positivo puede sobrecargar el sistema de salud, generar gastos innecesarios en pruebas adicionales y un posible impacto psicológico en el individuo. Por ello, se

recomienda una adecuada interpretación de los indicadores antropométricos y su uso complementario, considerando las diferencias regionales.

Finalmente, se sugiere promover estudios longitudinales que evalúen la evolución del estado nutricional, considerando factores del curso de vida y los efectos de intervenciones específicas, así como investigaciones comparativas entre regiones (costa, sierra y selva) para identificar patrones diferenciados de composición corporal y riesgo metabólico. Esta evidencia permitirá reforzar las estrategias de prevención y vigilancia nutricional con un enfoque territorial y de equidad en salud.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization, Pan American Health Organization. Más que una Cuestión de Peso [Internet]. 2024 [citado 30 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/7-3-2024-mas-que-cuestion-peso>
2. World Health Organization. WHO Discussion Paper: Draft recommendations for the prevention and management of obesity over the life course, including potential targets [Internet]. [citado 30 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/m/item/who-discussion-paper-draft-recommendations-for-the-prevention-and-management-of-obesity-over-the-life-course-including-potential-targets>
3. Pan American Health Organization. Leading causes of death and disease burden in the Americas: Noncommunicable diseases and external causes [Internet]. 2024. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/59568>
4. Kaufer-Horwitz M, Pérez Hernández JF. La obesidad: aspectos fisiopatológicos y clínicos. *Inter Discip*. 2022;10(26):147-75.
5. World Bank. Las enfermedades relacionadas con la obesidad figuran entre las tres principales causas de muerte en la mayor parte de los países. [Internet]. [citado 18 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/02/05/obesity-related-diseases-among-top-three-killers-in-most-countries-world-bank-says>
6. Hall DMB, Cole TJ. What use is the BMI? *Arch Dis Child*. 2006;91(4):283-6.
7. Gómez-Campos R, Vidal-Espinoza R, Castelli C LF, Sulla-Torres J, Cossio-Bolaños W, de Arruda M, et al. Comparison of anthropometric indicators as

- predictors of the percentage of fat mass in young people and older adults in Chile. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2021;S2530-0164(21)00158-0.
8. Vento Pérez RA, Hernández Rodríguez Y, León García M, Miranda Blanco LC, de la Paz Rodríguez O. Relación del Índice cintura/talla con la morbilidad y el riesgo cardiometabólico en adultos pinareños. *Rev Cienc Médicas.* 2021;25(4).
 9. Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, Cohen RV, Wilding JPH, Brown WA, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2025;13(3):221-62.
 10. Bray GA. Beyond BMI. *Nutrients.* 2023;15(10):2254.
 11. Wu Y, Li D, Vermund SH. Advantages and Limitations of the Body Mass Index (BMI) to Assess Adult Obesity. *Int J Environ Res Public Health.* 2024;21(6):757.
 12. Abou-Hussein S, Abela M, Savona-Ventura C. Body Mass Index adjustment for sitting height for better assessment of obesity risks in Maltese women. *Int J Risk Saf Med.* 2011;23(4):241-8.
 13. Burton RF. Relationships among fat mass, fat-free mass and height in adults: A new method of statistical analysis applied to NHANES data. *Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc.* 2017;29(3).
 14. Bogin B, Beydoun N. The Relationship of Sitting Height Ratio to Body Mass Index and Fatness in The United States, 1988-1994. *Hum Ecol Hum Body Compos.* 2007;15:1-8.
 15. Wittenbecher C, Kuxhaus O, Boeing H, Stefan N, Schulze MB. Associations of short stature and components of height with incidence of type 2 diabetes:

- mediating effects of cardiometabolic risk factors. *Diabetologia*. 2019;62(12):2211-21.
16. Choppin S, Bullas A, Thelwell M. Torso Shape Improves the Prediction of Body Fat Magnitude and Distribution. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(14):8302.
 17. Norgan NG. Body mass index and nutritional status: the effect of adjusting body mass index for the relative sitting height on estimates of the prevalence of chronic energy deficiency, overweight and obesity. *Asia Pac J Clin Nutr*. 1995;4(1):137-9.
 18. Costa Moreira OC, Alonso Aubin DA, Patrocinio de Oliveira CEP de, Candia Luján R. Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Arch Med Deporte Rev Fed Esp Med Deporte Confed Iberoam Med Deporte*. 2015;32(170):387-94.
 19. WHO expert consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet*. 2004;363(9403):157-63.
 20. Nickerson BS. Evaluation of Obesity Cutoff Values in Hispanic Adults: Derivation of New Standards. *J Clin Densitom Off J Int Soc Clin Densitom*. 2021;24(3):388-96.
 21. Grover I, Singh N, Gunjan D, Pandey RM, Chandra Sati H, Saraya A. Comparison of Anthropometry, Bioelectrical Impedance, and Dual-energy X-ray Absorptiometry for Body Composition in Cirrhosis. *J Clin Exp Hepatol*. 2022;12(2):467-74.

22. McLester CN, Nickerson BS, Kliszczewicz BM, McLester JR. Reliability and Agreement of Various InBody Body Composition Analyzers as Compared to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Healthy Men and Women. *J Clin Densitom Off J Int Soc Clin Densitom*. 2020;23(3):443-50.
23. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease 2021: Findings from the GBD 2021 Study | Institute for Health Metrics and Evaluation [Internet]. 2021 [citado 8 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.healthdata.org/research-analysis/library/global-burden-disease-2021-findings-gbd-2021-study>
24. Jaacks LM, Vandevijvere S, Pan A, McGowan CJ, Wallace C, Imamura F, et al. The Obesity Transition: Stages of the global epidemic. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;7(3):231-40.
25. World Health Organization. Obesidad y sobrepeso [Internet]. 2024 [citado 8 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
26. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res*. 2018;148(5):648-58.
27. Adedia D, Boakye AA, Mensah D, Lokpo SY, Afeke I, Duedu KO. Comparative assessment of anthropometric and bioimpedence methods for determining adiposity. *Heliyon*. 2020;6(12):e05740.
28. Salmón-Gómez L, Catalán V, Frühbeck G, Gómez-Ambrosi J. Relevance of body composition in phenotyping the obesities. *Rev Endocr Metab Disord*. 2023;24(5):809-23.

29. Jabłonowska-Lietz B, Wrzosek M, Włodarczyk M, Nowicka G. New indexes of body fat distribution, visceral adiposity index, body adiposity index, waist-to-height ratio, and metabolic disturbances in the obese. *Kardiol Pol.* 2017;75(11):1185-91.
30. Quiroga-Torres E, Delgado-López V, Ramos-Padilla P, Quiroga-Torres E, Delgado-López V, Ramos-Padilla P. Valor diagnóstico de indicadores antropométricos para sobrepeso y obesidad. *Arch Latinoam Nutr.* 2022;72(1):23-30.
31. Jih J, Mukherjea A, Vittinghoff E, Nguyen TT, Tsoh JY, Fukuoka Y, et al. Using appropriate body mass index cut points for overweight and obesity among Asian Americans. *Prev Med.* 2014;65:1-6.
32. Galloway T, Chateau-Degat ML, Egeland GM, Young TK. Does sitting height ratio affect estimates of obesity prevalence among Canadian Inuit? Results from the 2007-2008 Inuit Health Survey. *Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc.* 2011;23(5):655-63.
33. Tomiyama AJ, Hunger JM, Nguyen-Cuu J, Wells C. Misclassification of cardiometabolic health when using body mass index categories in NHANES 2005-2012. *Int J Obes* 2005. 2016;40(5):883-6.
34. Suwała S, Junik R. Body Mass Index and Waist Circumference as Predictors of Above-Average Increased Cardiovascular Risk Assessed by the SCORE2 and SCORE2-OP Calculators and the Proposition of New Optimal Cut-Off Values: Cross-Sectional Single-Center Study. *J Clin Med.* 2024;13(7):1931.
35. Alomía León R, Peña-Toncoso S, Hernández- Mosqueira C, Espinoza Cortez J. Comparación de los métodos de antropometría y bioimpedancia eléctrica a

través de la determinación de la composición corporal en estudiantado universitario. MHSalud. 2022;19(2).

36. Aparco JP, Cárdenas-Quintana H. Correlation and agreement between the body mass index and abdominal perimeter with the waist-to-height ratio in peruvian adults aged 18 to 59 years. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2022;39(4):392-9.
37. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. Perú: Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles 2023 [Internet]. INEI; 2023. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1951/libro.pdf
38. World Obesity Federation. World Obesity Atlas 2023 [Internet]. 2023. Disponible en: <https://data.worldobesity.org/publications/WOF-Obesity-Atlas-V5.pdf>
39. CEPLAN. Observatorio Nacional de Prospectiva [Internet]. [citado 8 de julio de 2024]. Disponible en: <https://observatorio.ceplan.gob.pe>
40. Weir CB, Jan A. BMI Classification Percentile and Cut Off Points. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 16 de junio de 2025]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541070/>
41. Prillaman M. Why BMI is flawed - and how to redefine obesity. Nature. 2023;622(7982):232-3.
42. Frisancho AR. Developmental functional adaptation to high altitude: review. Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc. 2013;25(2):151-68.

43. Avila-Chaurand R, Prado-León L, González-Muñoz E. Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana : México, Cuba, Colombia, Chile. 2007.
44. Malina RM, Peña Reyes ,M. E., Tan ,Swee Kheng, Buschang ,P. H., Little ,B. B., and Kozziel S. Secular change in height, sitting height and leg length in rural Oaxaca, southern Mexico: 1968–2000. *Ann Hum Biol.* 2004;31(6):615-33.
45. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). A century of trends in adult human height. Franco E, editor. *eLife.* 2016;5:e13410.
46. Asgari S, Luo Y, Akbari A, Belbin GM, Li X, Harris DN, et al. A positively selected FBN1 missense variant reduces height in Peruvians. *Nature.* 2020;582(7811):234-9.
47. Toselli S, Tarazona-Santos E, Pettener D. Body size, composition, and blood pressure of high-altitude Quechua from the Peruvian Central Andes (Huancavelica, 3,680 m). *Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc.* 2001;13:539-47.
48. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. Perú: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2023 - Nacional y Departamental [Internet]. 2024. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1950/libro.pdf
49. Hernández-Vásquez A, Azañedo D. The Association between Altitude and Waist-Height Ratio in Peruvian Adults: A Cross-Sectional Data Analysis of a Population-Based Survey. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(18):11494.

50. Apovian CM. Obesity: definition, comorbidities, causes, and burden. *Am J Manag Care*. 2016;22(7 Suppl):s176-185.
51. Shekar M, Popkin B. Obesity: Health and Economic Consequences of an Impending Global Challenge [Internet]. Washington, DC: World Bank; 2020 [citado 21 de junio de 2025]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10986/32383>
52. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (OMS). Prevención de la obesidad [Internet]. 2025 [citado 16 de junio de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-obesidad>
53. Popkin BM, Corvalan C, Grummer-Strawn LM. Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *Lancet Lond Engl*. 2020;395(10217):65-74.
54. Gruzdeva O, Borodkina D, Uchasova E, Dyleva Y, Barbarash O. Localization of fat depots and cardiovascular risk. *Lipids Health Dis*. 2018;17(1):218.
55. Fang H, Berg E, Cheng X, Shen W. How to best assess abdominal obesity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. septiembre de 2018;21(5):360-5.
56. Hamilton-James K, Collet TH, Pichard C, Genton L, Dupertuis YM. Precision and accuracy of bioelectrical impedance analysis devices in supine versus standing position with or without retractable handle in Caucasian subjects. *Clin Nutr ESPEN*. 2021;45:267-74.
57. Fosbøl MØ, Zerahn B. Contemporary methods of body composition measurement. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015;35(2):81-97.

58. Blue MNM, Tinsley GM, Ryan ED, Smith-Ryan AE. Validity of Body-Composition Methods across Racial and Ethnic Populations. *Adv Nutr Bethesda Md.* 2021;12(5):1854-62.
59. Jensen B, Moritoyo T, Kaufer-Horwitz M, Peine S, Norman K, Maisch MJ, et al. Ethnic differences in fat and muscle mass and their implication for interpretation of bioelectrical impedance vector analysis. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab.* 2019;44(6):619-26.
60. Bosy-Westphal A, Jensen B, Braun W, Pourhassan M, Gallagher D, Müller MJ. Quantification of whole-body and segmental skeletal muscle mass using phase-sensitive 8-electrode medical bioelectrical impedance devices. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71(9):1061-7.
61. Gutin I. In BMI We Trust: Reframing the Body Mass Index as a Measure of Health. *Soc Theory Health STH.* 2018;16(3):256-71.
62. Sun Q, van Dam RM, Spiegelman D, Heymsfield SB, Willett WC, Hu FB. Comparison of dual-energy x-ray absorptiometric and anthropometric measures of adiposity in relation to adiposity-related biologic factors. *Am J Epidemiol.* 2010;172(12):1442-54.
63. Burton RF, Nevill AM, Stewart AD, Daniell N, Olds T. Statistical approaches to relationships between sitting height and leg length in adults. *Ann Hum Biol.* 2013;40(1):64-9.
64. Kumaran K, Joshi SM, Di Gravio C, Lubree H, Joglekar C, Bhat D, et al. Do components of adult height predict body composition and cardiometabolic risk in a young adult South Asian Indian population? Findings from a hospital-

- based cohort study in Pune, India: Pune Children's Study. *BMJ Open*. 2020;10(10):e036897.
65. Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol*. 2020;16(3):177-89.
 66. Aguilar L, Contreras Rojas M, Del canto J, Vilchez W. Guía técnica para la valoración nutricional antropométrica de la persona adulta [Internet]. MINSA, INS; 2012. Disponible en: <https://alimentacionsaludable.ins.gob.pe/sites/default/files/2017-02/GuiaAntropometricaAdulto.pdf>
 67. Narvaez-Guerra O, Herrera-Enriquez K. Criterios de síndrome metabólico y obesidad abdominal para poblaciones andinas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2017;34(1):147-8.
 68. Soto Caceres VA. Punto de Corte de Valor de Circunferencia de Cintura para el diagnóstico de Síndrome Metabólico en Latinoamericanos. *Rev Exp En Med Hosp Reg Lambayeque REM*. 2015;1(1):33-5.
 69. Lear SA, James PT, Ko GT, Kumanyika S. Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64(1):42-61.
 70. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, Martínez-Torres J, Méneses-Echavez JF, González-Ruiz K, González-Jiménez E, et al. LMS tables for waist circumference and waist-height ratio in Colombian adults: analysis of nationwide data 2010. *Eur J Clin Nutr*. 2016;70(10):1189-96.

71. Hwaung P, Heo M, Kennedy S, Hong S, Thomas DM, Shepherd J, et al. Optimum waist circumference-height indices for evaluating adult adiposity: An analytic review. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes*. 2020;21(1):e12947.
72. Rangel-Baltazar E, Rodríguez-Ramírez S, Cuevas-Nasu L, Shamah-Levy T, Méndez-Gómez-Humarán I, Rivera JA. Short Stature Modifies the Waist-to-height Ratio cut-off Points as an Indicator of Cardiovascular Risk in Mexican Adult Women and Men. *Arch Med Res*. 2023;54(5):102839.
73. Bogin B, Varela-Silva MI. Leg Length, Body Proportion, and Health: A Review with a Note on Beauty. *Int J Environ Res Public Health*. marzo de 2010;7(3):1047-75.
74. Henriques A, Teixeira V, Cardoso HF, Azevedo A. The influence of stunting on obesity in adulthood: results from the EPIPorto cohort. *Public Health Nutr*. 2018;21(10):1819-26.
75. Norgan NG. Population differences in body composition in relation to the body mass index. *Eur J Clin Nutr*. 1994;48 Suppl 3:S10-25; discussion S26-27.
76. Turrero M, Irene1, 2, Rodríguez M, Javier1, Cardona R, et al. Relationship between Cormic Index and Body Mass Index betwee | 76072. [citado 16 de junio de 2025]; Disponible en: <https://www.revistanutricion.org/abstract/relationship-between-cormic-index-and-body-mass-index-between-6-and-18-years-old-76072.html>
77. Šimundić AM. Measures of Diagnostic Accuracy: Basic Definitions. *EJIFCC*. 2009;19(4):203-11.

78. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell ML, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes* 2005. 2008;32(6):959-66.
79. Hajian-Tilaki K. Sample size estimation in diagnostic test studies of biomedical informatics. *J Biomed Inform.* 1 de abril de 2014;48:193-204.
80. Buderer NMF. Statistical Methodology: I. Incorporating the Prevalence of Disease into the Sample Size Calculation for Sensitivity and Specificity. *Acad Emerg Med.* 1996;3(9):895-900.
81. Bosy-Westphal A, Schautz B, Later W, Kehayias JJ, Gallagher D, Müller MJ. What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67 Suppl 1:S14-21.
82. Enderle J, Reljic D, Jensen B, Peine S, Zopf Y, Bosy-Westphal A. Normal values for body composition in adults are better represented by continuous reference ranges dependent on age and BMI. *Clin Nutr Edinb Scotl.* 2023;42(5):644-52.
83. Berral de la Rosa FJ, Rodriguez-Añez CRR. The study of the physical characteristics of men through proportionality. *Rev Bras Cineantropometria E Desempenho Hum.* 2002;4(1):53-66.
84. Šimundić AM. Measures of Diagnostic Accuracy: Basic Definitions. *EJIFCC.* 2009;19(4):203-11.
85. Li J. Area under the ROC Curve has the most consistent evaluation for binary classification. *PLOS ONE.* 23 de diciembre de 2024;19(12):e0316019.

86. Muschelli J. ROC and AUC with a Binary Predictor: a Potentially Misleading Metric. *J Classif.* octubre de 2020;37(3):696-708.
87. Florkowski CM. Sensitivity, Specificity, Receiver-Operating Characteristic (ROC) Curves and Likelihood Ratios: Communicating the Performance of Diagnostic Tests. *Clin Biochem Rev.* agosto de 2008;29(Suppl 1):S83-7.
88. Guzmán-García JM, Romero-Saldaña M, Molina-Recio G, Fonseca-Del Pozo FJ, Raya-Cano E, Molina-Luque R. Diagnostic accuracy of anthropometric indices for metabolically healthy obesity in child and adolescent population. *Pediatr Res.* 2023;94(5):1824-31.
89. Han TS, Seidell JC, Currall JE, Morrison CE, Deurenberg P, Lean ME. The influences of height and age on waist circumference as an index of adiposity in adults. *Int J Obes Relat Metab Disord J Int Assoc Study Obes.* 1997;21(1):83-9.
90. Lee WS. Body fatness charts based on BMI and waist circumference. *Obes Silver Spring Md.* 2016;24(1):245-9.
91. Gavin KM, Bessesen DH. Sex Differences in Adipose Tissue Function. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2020;49(2):215-28.
92. Koceva A, Herman R, Janez A, Rakusa M, Jensterle M. Sex- and Gender-Related Differences in Obesity: From Pathophysiological Mechanisms to Clinical Implications. *Int J Mol Sci.* 2024;25(13):7342.
93. Malandrino N, Metter EJ, Simonsick EM, Egan JM, Chia CW, Walston JD, et al. Body Mass Index and Diabetes Incidence Across the Adult Lifespan: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Endocr Soc.* 2024;8(11):bvae156.

94. Tripathy V, Gupta R. Growth among Tibetans at high and low altitudes in India. *Am J Hum Biol Off J Hum Biol Counc.* 2007;19(6):789-800.
95. Palomino H, Mueller WH, Schull WJ. Altitude, heredity and body proportions in northern Chile. *Am J Phys Anthropol.* enero de 1978;50(1):39-50.
96. Estrada M, Trelles K. Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud de primer nivel de atención: Norma técnica de salud N° 113-MINSA/DGIEM.V.01 [Internet]. Ministerio de Salud (MINSA); 2015. Disponible en: <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/3366.pdf>
97. Biau DJ, Kernéis S, Porcher R. Statistics in Brief: The Importance of Sample Size in the Planning and Interpretation of Medical Research. *Clin Orthop.* septiembre de 2008;466(9):2282-8.
98. Thabane L, Ma J, Chu R, Cheng J, Ismail A, Rios LP, et al. A tutorial on pilot studies: the what, why and how. *BMC Med Res Methodol.* 6 de enero de 2010;10(1):1.
99. Naing L, Nordin RB, Abdul Rahman H, Naing YT. Sample size calculation for prevalence studies using Scalex and ScalaR calculators. *BMC Med Res Methodol.* 30 de julio de 2022;22(1):209.

XI. ANEXOS

Tablas

Tabla 1. Evaluación del sesgo de selección: Comparación de características sociodemográficas y antropométricas entre participantes incluidas y excluidas del análisis.

Variables	Total incluidas (n=156)		Total excluidas (n=144)		Valor p	Huancavelica (n=100)				Valor p	SJL - Lima (n=200)				Valor p
						Incluidas (n=61)		Excluidas (n=39)			Incluidas (n=95)		Excluidas (n=105)		
	n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%	
Edad (años)	25,6 (5,6) *		25,0 (5,3) *		0,419	26,4 (5,7) *		26.5 (6,5) *		0,954	25,1 (5,4) *		24,4 (4,6) *		0,622
18 - 20	31	19,9	28	19,4	0,724	11	18,0	8	29,5	0,711	20	21,1	20	19,1	0,546
21 – 24	49	31,4	51	35,4		15	24,6	10	25,6		34	35,8	41	30,1	
25 - 29	39	25,0	37	25,7		18	29,5	8	20,5		21	22,1	29	27,6	
30 - 39	37	23,7	27	18,8		17	27,9	12	30,8		20	21,1	15	14,3	
40 - 49	-	-	1	0,69		-	-	1	2,6		-	-	-	-	
Lugar de nacimiento															
Lima	62	39,7	60	42,7	0,142	3	4,9	-	-	0,013	59	62,1	60	57,1	0,526
Costa	5	3,2	9	6,3		-	-	-	-		5	5,3	9	8,6	
Huancavelica	58	37,2	37	25,7		58	95,1	35	89,7		-	-	2	1,9	
Sierra/Selva	31	19,9	38	26,3		-	-	3	7,7		31	32,6	34	32,4	
Estado Civil															
Casado o conviviente	48	30,8	33	33,9	0,294	23	37,7	10	25,6	0,406	25	26,	23	21,9	0,789
Separado o divorciado	8	5,1	7	4,9		3	4,9	2	5,1		5	5,3	5	4,8	
Soltero	100	64,1	104	72,2		35	57,4	27	69,2		65	68,4	77	73,3	

Grado de estudios															
Secundaria incompleta o menor	6	3,9	4	2,8		2	3,3	1	2,6		4	4,2	3	2,9	
Secundaria completa	98	62,8	78	54,2	0,225	34	55,7	22	56,4	1,000	64	67,4	56	53,3	0,068
Superior técnico o universitario	52	33,3	62	43,1		25	41,0	16	41,0		27	28,4	46	43,8	
Situación laboral actual															
Estudiante	51	32,7	49	34,0		19	31,2	15	38,5		32	33,7	34	32,3	
Trabaja	47	30,1	36	25,0		18	29,5	14	35,9		29	30,5	22	20,9	
Estudia y Trabaja	15	9,6	16	11,1	0,186	2	3,3	2	5,1	0,548	13	13,7	14	13,3	0,064
Ama de casa	33	21,2	23	15,9		16	26,2	5	12,8		17	17,9	18	17,1	
Desempleada	10	6,4	20	13,9		6	9,8	3	7,7		4	4,2	17	16,2	
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)															
Ninguna	46	29,5	54	37,5		13	21,3	15	38,5		33	34,8	39	37,1	
1 NBI	59	37,8	51	38,4	0,310	19	31,2	15	38,5	0,033	40	42,1	36	34,4	0,487
Más de 2 NBI	51	32,7	30	27,1		29	47,5	9	23,1		22	23,2	30	25,6	
Indicadores antropométricos															
Índice de masa corporal	23,7 (3,0) *		23,7 (3,1) *		0,707	24,6 (3,2) *		23,4 (2,9) *		0,105	23,2 (2,8) *		23,9 (3,1) *		0,307
Bajo peso	3	1,9	1	0,7		-	-	1	2,6		3	3,2	-	-	
Peso normal	105	67,3	72	68,8	0,520	35	57,4	27	69,2	0,280	70	73,7	72	68,6	0,052
Sobrepeso	45	28,9	38	26,4		23	37,7	9	23,1		22	23,2	29	27,6	
Obesidad	3	1,9	6	4,2		3	4,9	2	5,1		-	-	4	3,8	

* Media (DE)

Tabla 2. Características generales de la muestra de mujeres adultas provenientes Huancavelica y San Juan de Lurigancho, Lima - Perú. (n=156)

Variables	Total (n=156)		Huancavelica (n=61)		SJL - Lima (n=95)		Valor p
	n	%	n	%	n	%	
Edad (años)	25,6 (5,6) *		26,4 (5,7) *		25,1 (5,4) *		0,167
18 - 20	31	19,9	11	18,0	20	21,1	0,362
21 – 24	49	31,4	15	24,6	34	35,8	
25 - 29	39	25,0	18	29,5	21	22,1	
30 - 39	37	23,7	17	27,9	20	21,1	
Lugar de nacimiento							
Lima	62	39,7	3	4,9	59	62,1	<0,001
Costa	5	3,2	-	-	5	5,3	
Huancavelica	58	37,2	58	95,1	-	-	
Sierra/Selva	31	19,9	-	-	31	32,6	
Estado Civil							
Casado o conviviente	48	30,8	23	37,7	25	26,3	0,341
Separado o divorciado	8	5,1	3	4,9	5	5,3	
Soltero	100	64,1	35	57,4	65	68,4	
Grado de estudios							
Secundaria incompleta o menor	6	3,9	2	3,3	4	4,2	0,242
Secundaria completa	98	62,8	34	55,7	64	67,4	
Superior técnico o universitario	52	33,3	25	41,0	27	28,4	
Situación laboral actual							
Estudiante	51	32,7	19	31,2	32	33,7	0,112
Trabaja	47	30,1	18	29,5	29	30,5	
Estudia y Trabaja	15	9,6	2	3,3	13	13,7	
Ama de casa	33	21,2	16	26,2	17	17,9	
Desempleada	10	6,4	6	9,8	4	4,2	
Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)							
Ninguna	46	29,5	13	21,3	33	34,8	0,006
1 NBI	59	37,8	19	31,2	40	42,1	
Más de 2 NBI	51	32,7	29	47,5	22	23,2	
Indicadores antropométricos							
Índice de masa corporal	23,7 (3,0) *		24,6 (3,2) *		23,2 (2,8) *		0,005
Bajo peso	3	1,9	-	-	3	3,2	0,008
Peso normal	105	67,3	35	57,4	70	73,7	
Sobrepeso	45	28,9	23	37,7	22	23,2	
Obesidad	3	1,9	3	4,9	-	-	
Circunferencia de cintura	78,3 (6,9) *		78,2 (7,2) *		78,4 (6,7) *		0,898
Bajo riesgo	90	57,7	40	65,6	50	52,6	0,054
Riesgo Alto	53	34,0	14	23,0	39	41,1	
Riesgo muy alto	13	8,3	7	11,5	6	6,3	

<i>Índice cintura altura</i>	0,51 (0,0) *		0,52 (0,1) *		0,51(0,0) *		0,615
<i>ICT normal</i>	61	39,1	23	37,7	38	40,0	0,774
<i>ICT elevado</i>	95	60,9	38	62,3	57	60,0	
<i>Índice de masa grasa</i>	7,4 (2,4) *		7,9 (2,7) *		7,1 (2,2) *		0,040
<i>FMI Normal</i>	99	63,5	36	59,0	63	66,3	0,356
<i>FMI Alto</i>	57	36,5	25	41,0	32	33,7	
<i>Proporcionalidad corporal – Índice Córico**</i>							
<i>Índice córico</i>	53,9 (1,1) *		53,6 (1,3) *		54,1 (0,9) *		0,023
<i>Clasificación según literatura</i>							
<i>Braquicórico (IC ≤ 52,0)</i>	7	5,2	7	11,5	-	-	0,001
<i>Mesocórico (IC ≥ 52,1 a 54,0)</i>	74	55,2	37	60,7	37	50,7	
<i>Macrocórico (IC ≥ 54,1)</i>	53	39,6	17	27,9	36	49,3	
<i>Clasificación según percentiles</i>							
<i>Braquicórico (≤ 53,2)</i>	33	24,6	20	32,8	13	17,8	0,112
<i>Mesocórico (IC ≥ 53,2 a 54,5)</i>	68	50,8	29	47,5	39	52,4	
<i>Macrocórico (IC > 54,5)</i>	33	24,6	12	19,7	21	28,8	

* Media (DE)

** Para el caso de la variable de Índice Córmino (IC) se consideró una muestra de 134 debido a la cantidad de datos

Tabla 2a. Características de los hogares de la muestra de mujeres adultas provenientes de Huancavelica y San Juan de Lurigancho, Lima – Perú. (n=156)

Variables	Total (n=156)		Huancavelica (n=61)		SJL - Lima (n=95)		Valor p
	n	%	n	%	n	%	
Miembros por hogar	4,7	(2,1) *	4,4	(2,3) *	5,0	(1,9) *	0,139
Habitaciones por hogar	3,3	(1,7) *	2,8	(1,7) *	3,6	(1,6) *	0,001
Material del piso							
Cemento o ladrillo fijo	100	64,6	35	57,4	65	68,4	<0,001
Losetas, terrazos o similares	31	19,9	3	3,3	29	30,5	
Parquet o madera pulida	6	3,9	6	9,8	-	-	
Tierra o arena	19	12,2	18	29,5	1	1,1	
Material de paredes							
Ladrillo o bloque de cemento	113	72,4	34	55,7	79	83,2	<0,001
Adobe o tapia tarrajeados	2	1,2	2	3,3	-	-	
Piedra y adobe (o sillar con cal o cemento	22	14,1	22	36,7	-	-	
Tablones/madera	14	9,0	-	-	14	14,7	
Tripley	1	0,6	-	-	1	1,1	
Otro	4	2,6	3	4,9	1	1,1	
Material de techo							
Concreto armado	86	55,1	27	44,3	59	62,1	<0,001
Madera	1	1,0	-	-	1	1,1	
Calamina, fibra de cemento o similares	58	37,1	23	37,7	35	36,8	
Tejas	10	6,4	10	16,4	-	-	
Otro	1	1,0	1	1,6	-	-	
Fuente de agua							
Red publica	116	74,4	34	55,7	82	86,3	<0,001
Comunidad	8	5,1	8	12,1	-	-	
Comunidad y Red publica	14	9,0	13	21,3	1	1,1	
Camión/cisterna	1	0,6	-	-	1	1,1	
Pilón	4	2,7	-	-	4	4,2	
Pozo	5	2,2	4	6,6	1	1,5	
Ríos, vertientes, arroyo	2	1,3	2	3,3	-	-	
Otro	6	3,9	-	-	6	6,3	
Letrina en vivienda							
Sí	147	94,2	57	93,4	90	94,8	0,496
No	19	7,8	4	6,6	5	2,3	
Conexión de desagüe							
Sí	138	83,5	53	86,8	85	89,5	0,621
No	18	11,5	8	13,1	10	10,5	

Nivel educativo del jefe del hogar							
Primaria Incompleta	5	3,2	5	8,2	-	-	<0,001
Secundaria incompleta	33	21,2	9	14,8	24	25,3	
Secundaria completa	57	36,5	18	29,5	39	41,1	
Superior técnico o universitario	48	30,8	28	45,9	20	21,1	
Ninguno	12	7,7	-	-	12	12,6	
No sabe/ No responde	1	0,6	1	1,6	-	-	
Participante como jefe del hogar							
Sí	26	16,7	15	24,5	11	11,6	0,026
No	130	83,3	46	75,4	84	88,4	
Hogares con dependencia económica							
Sí	55	35,3	32	52,5	23	24,2	<0,001
No	101	64,7	29	47,5	72	75,8	
Necesidades Básicas insatisfechas - NBI							
NBI 1 Hogares en viviendas con características físicas inadecuadas							
Sí	68	43,6	32	52,5	36	37,9	0,073
No	88	56,4	59	62,1	29	47,5	
NBI 2 Hogares en viviendas con hacinamiento							
Sí	7	4,5	5	8,2	2	2,1	0,083
No	149	95,5	56	91,8	93	97,9	
NBI 3 Hogares en viviendas sin acceso a agua potable y sin conexión a desagüe							
Sí	31	19,9	15	24,6	16	16,8	0,237
No	125	80,1	46	75,4	79	83,2	
NBI 4 Hogares con niños de 6 a 12 años que no asisten a la escuela							
Sí	2	1,3	2	3,3	-	-	0,151
No	154	98,7	59	96,7	95	100,0	
NBI 5 Hogares con alta dependencia económica							
Sí	66	42,3	33	54,1	33	34,7	0,336
No	90	57,7	28	45,9	62	65,3	

* Media (DE)

Tabla 3. Promedio de IMC, ICT, CC e IC de la muestra de mujeres adultas provenientes de Huancavelica y San Juan de Lurigancho, Lima de acuerdo a las características sociodemográficas. (n=156)

Variables	IMC	Valor p	CC	Valor p	ICT	Valor p	FMI*	Valor p	IC*	Valor p
	Media (DE)		Media (DE)		Media (DE)		Media (DE)		Media (DE)	
Edad (años)										
18 - 20	22,5 (2,3)	0,001	75,4 (6,6)	<0,001	0,49 (0,0)	<0,001	6,7 (1,9)	0,003	53,8 (1,1)	0,5776
21 – 24	23,0 (2,8)		76,0 (6,2)		0,50 (0,0)		6,7 (2,3)		54,1 (1,2)	
25 - 29	24,6 (3,1)		80,0 (5,9)		0,52 (0,0)		7,8 (2,5)		53,8 (1,0)	
30 - 39	24,9 (3,1)		81,9 (7,0)		0,54 (0,1)		8,4 (2,5)		53,8 (1,1)	
Lugar de nacimiento										
Lima	22,9 (2,8)	0,034	77,3 (6,2)	0,199	0,50 (0,0)	0,112	6,9 (2,3)	0,129	54,0 (0,8)	0,132
Costa	24,1 (0,8)		81,6 (5,6)		0,54 (0,0)		6,9 (0,7)		53,5 (1,4)	
Huancavelica	24,6 (3,2)		78,1 (7,3)		0,52 (0,1)		7,9 (2,7)		53,7 (1,4)	
Sierra/Selva	23,7 (2,9)		80,1 (7,3)		0,53 (0,1)		7,6 (2,1)		54,3 (1,0)	
Estado Civil										
Casada o conviviente	25,2 (3,3)	<0,001	81,7 (6,9)	<0,001	0,54 (0,1)	<0,001	8,4 (2,6)	<0,001	53,9 (1,1)	0,887
Separada o divorciada	24,2 (3,0)		80,4 (6,3)		0,53 (0,0)		7,6 (2,7)		54,0 (0,7)	
Soltera	23,0 (2,6)		76,5 (6,3)		0,50 (0,0)		6,8 (2,1)		53,8 (1,2)	
Grado de estudios										
Secundaria incompleta o menor	25,9 (4,0)	0,251	82,2 (6,4)	0,337	0,56 (0,0)	0,083	9,2 (2,2)	0,145	54,2 (1,2)	0,070
Secundaria completa	23,6 (3,0)		78,0 (7,0)		0,51 (0,0)		7,4 (2,4)		54,0 (1,1)	
Superior técnico o universitario	23,6 (3,0)		78,5 (6,6)		0,52 (0,0)		7,2 (2,3)		53,6 (1,1)	
Situación laboral actual										
Estudiante	22,9 (2,6)	<0,001	75,9 (5,9)	0,002	0,50 (0,0)	<0,001	6,6 (2,1)	<0,001	53,9 (1,1)	0,017
Trabaja	24,0 (3,1)		79,1 (7,2)		0,52 (0,1)		7,3 (2,4)		53,5 (1,0)	
Estudia y trabaja	22,2 (2,4)		76,4 (6,3)		0,50 (0,1)		6,7 (2,1)		54,0 (1,4)	
Ama de casa	25,6 (2,8)		82,2 (5,7)		0,55 (0,0)		8,9 (2,2)		54,4 (0,9)	
Desempleada	24,5 (3,3)		77,0 (9,0)		0,51 (0,1)		8,0 (2,8)		53,9 (1,6)	

Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)										
Ninguna	22,8 (2,9)		76,4 (6,4)		0,50 (0,0)		6,9 (2,7)		53,7 (1,1)	
1 NBI	23,6 (2,9)	0,014	78,2 (6,6)	0,028	0,51 (0,1)	0,020	7,3 (2,3)	0,121	54,1 (1,1)	0,122
Más de 2 NBI	23,7 (3,0)		80,1 (7,3)		0,53 (0,1)		7,9 (2,4)		53,8 (1,1)	
Indicadores y medidas antropométricas										
Índice de masa corporal										
Bajo peso	17,8 (0,3)		67,7 (2,0)		0,45 (0,0)		3,4 (0,8)		54,2 (0,9)	
Peso normal	22,3 (1,8)	-	75,7 (5,5)	<0,001	0,50 (0,0)	<0,001	6,4 (1,7)	<0,001	53,8 (1,2)	0,178
Sobrepeso	26,8 (1,3)		84,1 (4,1)		0,56 (0,0)		9,6 (1,4)		54,0 (1,1)	
Obesidad	32,4 (1,7)		93,8 (6,6)		0,63 (0,1)		14,3 (1,8)		55,0 (1,0)	
Circunferencia de cintura										
Bajo riesgo	22,0 (2,2)		73,7 (4,5)		0,48 (0,0)		6,0 (1,8)		53,9 (1,2)	
Riesgo Alto	25,4 (1,5)	<0,001	83,1 (2,1)	-	0,55(0,0)	<0,001	8,8 (1,2)	<0,001	53,7 (1,1)	0,295
Riesgo muy alto	29,1 (2,3)		90,9 (3,4)		0,61 (0,0)		11,1 (2,5)		54,3 (0,9)	
Índice cintura altura										
ICT normal	21,0 (1,8)	<0,001	71,7 (4,1)	<0,001	0,47 (0,0)	-	5,4 (1,6)	<0,001	53,8 (1,3)	0,711
ICT elevado	25,5 (2,3)		82,6 (4,6)		0,55 (0,0)		8,7 (1,9)		53,9 (1,0)	
Índice de masa grasa										
FMI Normal	22,1 (2,1)	<0,001	74,9 (5,6)	<0,001	0,49 (0,4)	<0,001	5,9 (1,5)	-	0,49 (0,4)	0,521
FMI Alto	26,6 (2,4)		85,2 (6,9)		0,56 (0,4)		9,9 (1,4)		0,56 (0,4)	
Proporcionalidad corporal – Índice Córmino*										
Clasificación según la literatura										
Braquicórmino ($IC \leq 52,0$)	24,0 (2,9)		79,6 (5,9)		0,51 (0,0)		8,0 (2,7)		51,3 (0,4)	
Mesocórmino ($IC \geq 52,1$ a $54,0$)	23,1 (2,6)	0,028	77,2 (6,7)	0,143	0,51 (0,1)	0,073	6,9 (2,1)	0,009	53,4 (0,6)	-
Macrocórmino ($IC \geq 54,1$)	24,5 (3,2)		79,6 (7,3)		0,53 (0,1)		8,2 (2,6)		54,9 (0,7)	
Clasificación según percentiles										
Braquicórmino ($\leq 53,2$)	23,4 (2,5)		78,4 (6,4)		0,51 (0,0)		7,1 (2,1)		52,5 (0,6)	
Mesocórmino ($IC \geq 53,2$ a $54,5$)	23,6 (3,0)	0,591	78,3 (7,3)	0,991	0,51 (0,1)	0,878	7,3 (2,5)	0,544	53,9 (0,4)	-
Macrocórmino ($IC > 54,5$)	24,1 (3,3)		78,1 (7,1)		0,52 (0,0)		8,1 (2,6)		55,3 (0,7)	

* Para el caso de la variable de Índice Córmino se consideró una muestra de 134 debido a la cantidad de datos

Tabla 4a. Análisis de Sensibilidad y especificidad para determinar exceso de peso según Índice de Masa Corporal (IMC) a partir del Índice de Masa Grasa (FMI), estratificado por lugar de procedencia (Huancavelica y San Juan de Lurigancho, Lima) e Índice Córmino (IC) como indicador de proporcionalidad corporal.

Categoría	IMC $\geq$ 25 kg/m ²													
	Sensibilidad (%)		Especificidad (%)		AUC		VPP (%)		VPN (%)		LR (+)		LR (-)	
	IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%	
Total	71,9	58,5 - 83,0	92,9	86,0 - 97,1	0,82	0,76 - 0,89	85,4	72,2 - 93,9	85,2	77,1 - 91,3	10,2	4,9 - 21,2	0,30	0,20 - 0,46
Lugar de procedencia														
<i>Huancavelica (n=61)</i>	88,0	68,8 - 97,5	88,9	73,9 - 96,9	0,88	0,80 - 0,97	84,6	65,1 - 95,6	91,4	76,9 - 98,2	7,9	3,1 - 20,2	0,14	0,05 - 0,39
<i>SJL - Lima (n=95)</i>	59,4	40,6 - 73,6	95,2	86,7 - 99,0	0,77	0,68 - 0,86	86,4	65,1 - 97,1	82,2	71,5 - 90,2	12,5	4,0 - 39,0	0,43	0,28 - 0,65
Proporcionalidad corporal – Índice Córmino*														
Clasificación según la literatura														
<i>Braquicórmino (n=7)</i>	50,0	6,8 - 93,2	100,0	29,2 - 100,0	0,75	0,47 - 1,00	100,0	15,8 - 100,0	60,0	14,7 - 94,7	-	-	0,50	0,19 - 1,33
<i>Mesocórmino (n=74)</i>	61,9	38,4 - 81,9	94,3	84,3 - 98,8	0,78	0,67 - 0,89	81,2	54,4 - 96,1	86,2	74,6 - 93,9	10,9	3,5 - 34,5	0,40	0,23 - 0,70
<i>Macrocórmino (n=53)</i>	76,0	54,9 - 90,6	89,3	71,8 - 97,7	0,83	0,72 - 0,93	86,4	65,1 - 97,1	80,6	62,5 - 92,5	7,1	2,4 - 21,1	0,27	0,13 - 0,55
Clasificación según percentiles														
<i>Braquicórmino (n=33)</i>	50,0	18,7 - 81,3	95,7	78,1 - 99,9	0,73	0,56 - 0,90	83,3	35,9 - 99,6	81,5	61,9 - 93,7	11,5	1,5 - 86,2	0,52	0,28 - 0,98
<i>Mesocórmino (n=68)</i>	65,4	44,3 - 82,8	90,5	77,4 - 97,3	0,78	0,68 - 0,88	81,0	58,1 - 94,6	80,9	66,7 - 90,9	6,9	2,6 - 18,2	0,38	0,22 - 0,65
<i>Macrocórmino (n=33)</i>	85,7	57,2 - 98,2	94,7	64,0 - 99,9	0,90	0,79 - 1,00	92,3	64,0 - 99,8	90,0	68,3,3 - 98,8	16,3	2,4 - 59,4	0,15	0,04 - 0,55

* Para el caso de la variable de Índice Córmino (IC) se consideró una muestra de 134 debido a la cantidad de datos.

- VPP: Valor predictivo positivo
- VPN: Valor predictivo negativo
- AUC: Área bajo la curva
- LR (+): Razón de verosimilitud positiva
- LR (-): Razón de verosimilitud negativa

Tabla 4b. Análisis de Sensibilidad y especificidad para determinar exceso de peso según Circunferencia de cintura (CC) a partir del Índice de Masa Grasa (FMI), estratificado por lugar de procedencia (Huancavelica y San Juan de Lurigancho, Lima) e Índice Córmino (IC) como indicador de proporcionalidad corporal.

Categoría	(CC ≥ 80 cm) mujeres													
	Sensibilidad (%)		Especificidad (%)		AUC		VPP (%)		VPN (%)		LR (+)		LR (-)	
	IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%	
Total	84,2	72,1 – 92,5	81,8	72,8 – 88,9	0,83	0,77 - 0,89	72,7	60,4 - 83,0	90,0	81,9 - 95,3	4,6	3,0 - 7,1	0,19	0,11 - 0,35
Lugar de procedencia														
Huancavelica (n=61)	76,0	54,9 - 90,6	94,4	81,3 - 99,3	0,85	0,76 - 0,95	90,5	69,6 - 98,8	85,0	70,2 - 94,3	13,7	3,5 - 53,6	0,25	0,13 - 0,51
SJL - Lima (n=95)	90,6	75,0 - 98,0	74,6	62,1 - 84,7	0,83	0,75 - 0,90	64,4	48,8 - 78,1	94,0	83,5 - 98,7	3,6	2,3 - 5,5	0,13	0,04 - 0,37
Proporcionalidad corporal – Índice Córmino*														
Clasificación según la literatura														
Braquicórmino (n=7)	75,0	19,4 - 99,4	100,0	29,2 - 100,0	0,88	0,63 - 1,00	100,0	29,2 - 100,0	75,0	19,4 - 99,4	-	-	0,25	0,05 - 1,36
Mesocórmino (n=74)	85,7	63,7 - 97,0	81,1	68,0 - 90,6	0,83	0,74 - 0,93	64,3	44,1 - 81,4	93,5	82,1 - 98,6	4,5	2,5 - 8,2	0,18	0,06 - 0,51
Macrocórmino (n=53)	80,0	59,3 - 93,2	82,1	63,1 - 93,9	0,81	0,70 - 0,92	80,0	59,3 - 93,2	82,1	63,1 - 93,9	4,5	2,0 - 10,2	0,24	0,11 - 0,54
Clasificación según percentiles														
Braquicórmino (n=33)	90,0	55,5 - 99,7	78,3	56,3 - 92,5	0,84	0,71 - 0,97	64,3	35,1 - 87,2	94,7	74,0 - 99,9	4,1	1,9 - 9,2	0,13	0,02 - 0,83
Mesocórmino (n=68)	80,8	60,6 - 93,4	78,6	63,2 - 89,7	0,80	0,70 - 0,90	70,0	50,6 - 85,3	86,8	71,9 - 95,6	3,8	2,1 - 6,9	0,24	0,11 - 0,55
Macrocórmino (n=33)	78,6	49,2 - 95,3	94,7	74,0 - 99,9	0,87	0,74 - 0,98	91,7	61,5 - 99,8	85,7	63,7 - 97,0	14,9	2,2 - 18,6	0,23	0,08 - 0,62

* Para el caso de la variable de Índice Córmino (IC) se consideró una muestra de 134 debido a la cantidad de datos.

- VPP: Valor predictivo positivo
- VPN: Valor predictivo negativo
- AUC: Área bajo la curva
- LR (+): Razón de verosimilitud positiva
- LR (-): Razón de verosimilitud negativa

Tabla 4c. Análisis de Sensibilidad y especificidad para determinar exceso de peso según Índice cintura-altura (ICT) a partir del Índice de Masa Grasa (FMI), estratificado por lugar de procedencia (Huancavelica y San Juan de Lurigancho, Lima) e Índice Córmico (IC) como indicador de proporcionalidad corporal

<i>Categoría</i>	ICT ≥ 0,5													
	Sensibilidad (%)		Especificidad (%)		AUC		VPP (%)		VPN (%)		LR (+)		LR (-)	
	IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%		IC 95%	
Total	94,7	85,4 - 98,9	58,6	48,2 - 68,4	0,77	0,71 - 0,82	56,8	46,3 - 67,0	95,1	86,3 - 99,0	2,3	1,8 - 2,9	0,09	0,03 - 0,27
Lugar de procedencia														
<i>Huancavelica (n=61)</i>	96,0	79,6 - 99,9	61,1	43,5 - 76,9	0,79	0,70 - 0,88	63,2	46,0 - 78,2	95,7	78,1 - 99,9	2,5	1,6 - 3,8	0,07	0,01 - 0,45
<i>SJL - Lima (n=95)</i>	93,8	79,2 - 99,2	57,1	44,0 - 69,5	0,75	0,68 - 0,83	52,6	39,0 - 66,0	94,7	82,3 - 99,4	2,2	1,6 - 3,0	0,11	0,03 - 0,43
Proporcionalidad corporal – Índice Córmico*														
Clasificación según la literatura														
<i>Braquicórmico (n=7)</i>	75,0	19,4 - 99,4	100,0	29,2 - 100,0	0,88	0,63 - 1,00	100,0	29,2 - 100,0	75,0	19,4 - 99,4	-	-	0,25	0,05 - 1,36
<i>Mesocórmico (n=74)</i>	95,2	76,2 - 99,9	54,7	40,4 - 68,4	0,75	0,67 - 0,83	45,5	30,4 - 61,2	96,7	82,8 - 99,9	2,1	1,5 - 2,9	0,09	0,01 - 0,60
<i>Macrocórmico (n=53)</i>	96,0	79,6 - 99,9	57,1	37,2 - 75,5	0,77	0,66 - 0,87	66,7	49,0 - 81,4	94,1	71,3 - 99,9	2,2	1,5 - 3,5	0,07	0,01 - 0,49
Clasificación según percentiles														
<i>Braquicórmico (n=33)</i>	90,0	55,5 - 99,7	60,9	38,5 - 80,3	0,75	0,61 - 0,90	50,0	26,0 - 74,0	93,3	68,1 - 99,8	2,3	1,3 - 4,0	0,16	0,02 - 1,09
<i>Mesocórmico (n=68)</i>	96,2	80,4 - 99,9	52,4	36,4 - 68,0	0,74	0,66 - 0,83	55,6	40,0 - 70,4	95,7	78,1 - 99,9	2,0	1,5 - 2,8	0,07	0,01 - 0,51
<i>Macrocórmico (n=33)</i>	92,9	66,1 - 99,8	63,2	38,4 - 83,7	0,78	0,65 - 0,91	65,0	40,8 - 84,6	92,3	64,0 - 99,8	2,5	1,4 - 4,63	0,11	0,02 - 0,77

* Para el caso de la variable de Índice Córmico (IC) se consideró una muestra de 134 debido a la cantidad de datos.

- VPP: Valor predictivo positivo
- VPN: Valor predictivo negativo
- AUC: Área bajo la curva
- LR (+): Razón de verosimilitud positiva
- LR (-): Razón de verosimilitud negativo

Figuras

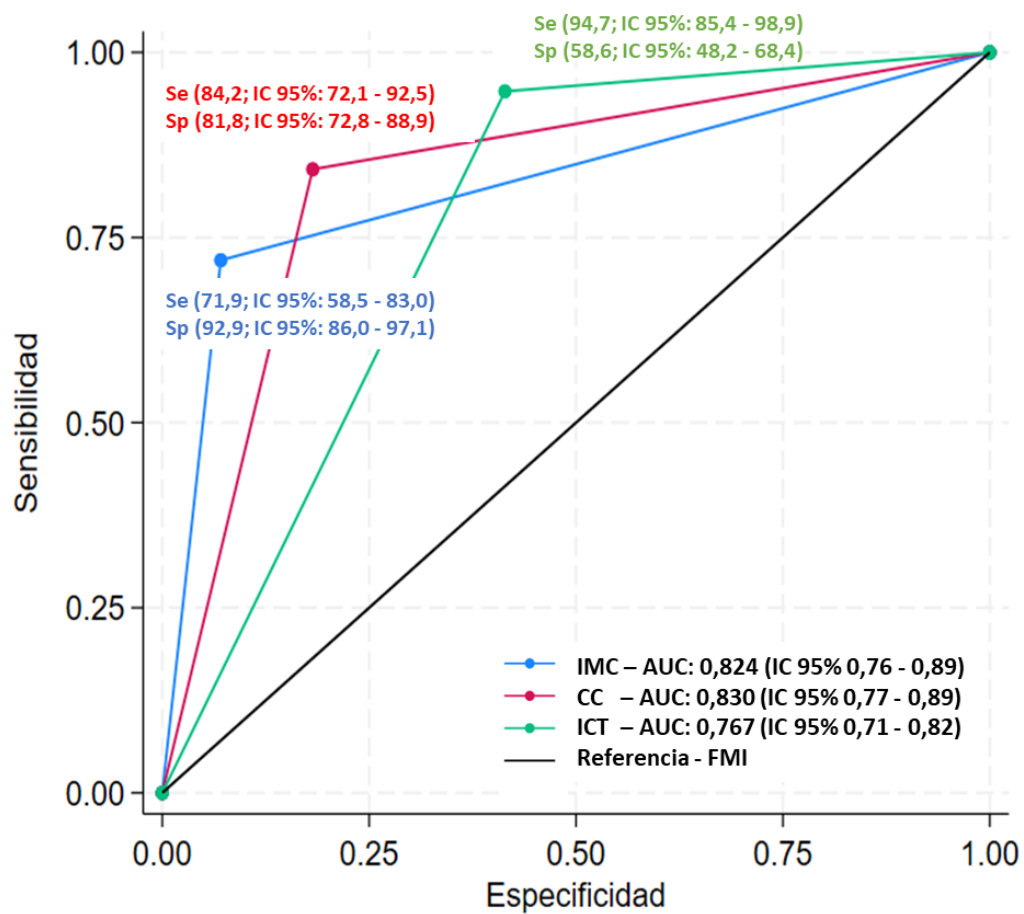


Figura 2. Curvas ROC determinadas a partir del FMI (bioimpedancia) y exceso de peso (IMC, CC e ICT).

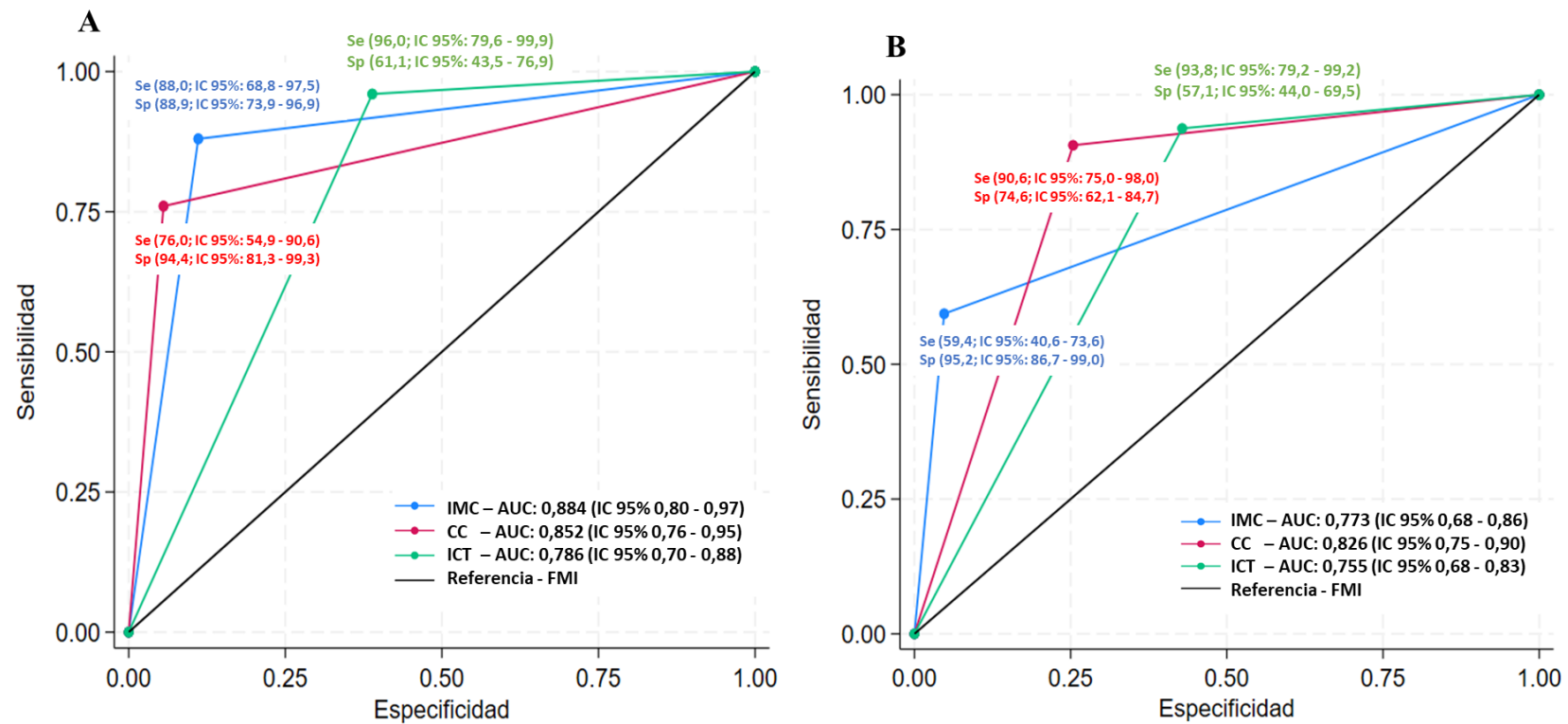


Figura 3. Curvas ROC determinadas a partir del FMI (bioimpedancia) y exceso de peso (IMC, CC e ICT) en la muestra de Huancavelica (A) y de San Juan de Lurigancho, Lima (B).

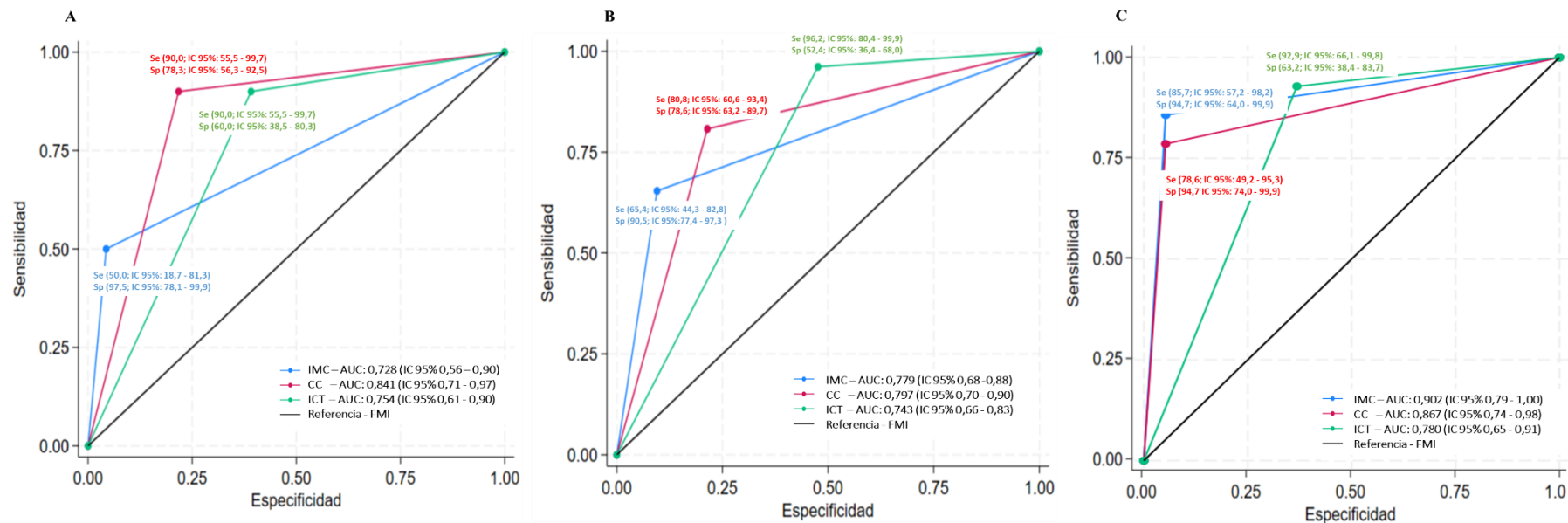


Figura 4. Curvas ROC determinadas a partir del FMI (bioimpedancia) y exceso de peso (IMC, CC e ICT) en mujeres según clasificación del IC por percentiles: Braquicórmico (A), Mesocórmico (B) y Macrocórmico (C).