

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERÍA
CARRERA DE NUTRICIÓN HUMANA**

**DISERTACIÓN DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN HUMANA**

**“RELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE ANTROPOMETRÍA Y LA
TÉCNICA DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA PARA CONTRIBUIR A
ESTABLECER EL ESTADO NUTRICIONAL DE ADULTOS
MAYORES EN QUITO”**

ELABORADO POR: ANTÓN IGNATOV

QUITO, ABRIL 2015

RESUMEN

La presente investigación se efectuó en el Centro de la Experiencia del Adulto Mayor (CEAM) de Quito, la cual tuvo como objetivo comparar los métodos de antropometría y el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) para establecer la condición nutricional según el compartimento graso de adultos mayores. Para esto, se realizó un estudio observacional transversal con un nivel de investigación descriptivo, de correlación y explicativo. Se evaluaron las variaciones del compartimento graso establecidas por: índice de masa corporal, pliegues cutáneos, circunferencia de cintura y BIA en 59 mujeres entre los 60 a 65 años de edad. Los resultados se analizaron en los programas SAS/STAT® y Microsoft Excel® obteniendo la prevalencia del exceso de grasa, además de la correlación lineal y concordancia entre BIA y las diferentes técnicas antropométricas. Los resultados expresaron una correlación positiva moderada y alta entre las dos metodologías (BIA y antropometría). Mientras que el análisis de concordancia entre el IMC y BIA mostró un nivel de aceptación insignificante (coeficiente de Kappa: 0,1118) con sólo un 41% de analogía en los puntos de corte. Por otro lado, el coeficiente de Kappa fue discreto (0,2693) con pliegues cutáneos, donde un 27 % de resultados no coinciden. El nivel de concordancia entre BIA y la circunferencia de la cintura también fue discreto (coeficiente de Kappa = 0,2494). Se concluyó que la antropometría tiene limitaciones para establecer la condición nutricional según el compartimento graso en la población de estudio.

ABSTRACT

This research was conducted at the Centre for the Elderly Experience (CEAM) in Quito, which aimed to compare the methods of anthropometry and bioelectrical impedance analysis (BIA) to establish the nutritional status according to the fat compartment in elderly. For this, a cross-sectional study was conducted with a research level of descriptive, correlation and explanatory. Changes in body fat were evaluated set by: BMI, skinfold thickness, waist circumference and BIA in 59 women aged between 60-65 years old. The results were analyzed in SAS / STAT ® and Microsoft Excel® programs obtaining the prevalence of excess fat, besides the linear correlation and the concordance between different anthropometry techniques and BIA. The results show a moderate and high positive correlation between the two methodologies (BIA and anthropometry). While the concordance analysis between body fat index and BIA showed an insignificant level of agreement (Kappa coefficient: 0.1118) with only 41% of analogy cut points. On the other hand, the Kappa coefficient was discrete (0.2693) with skinfolds, where 27% of results do not match. The level of agreement between BIA and waist circumference was also discrete (Kappa coefficient = 0.2494). It is concluded that anthropometry has limitations to establish nutritional status according to the fat compartment in the study population.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación y toda mi formación universitaria lo dedico a Dios por iluminar siempre mi camino. A mi familia, a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y a todos mis maestros y profesores por intervenir directa o indirectamente en el logro de esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la vida y todo lo que tengo, por guiarme e incentivar-me en los momentos más difíciles. A mi familia por su apoyo incondicional y comprensión. Al Dr. Pablo López por su orientación, sus enseñanzas y su paciencia. A la Lic. Andrea Estrella y Mg. Gabriela Suárez por permitirme ver y realizar el presente trabajo de una manera más realista y objetiva. Quisiera también gratificar a mis profesores de la Carrera de Nutrición Humana, por sus conocimientos, consejos, valores y experiencias que han enriquecido mis saberes y han generado en mí aptitudes y destrezas que me servirán para ejercer adecuadamente mi profesión. Además quiero resaltar la influencia de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador para que sea un profesional humanista y ético. Reconozco mucho la apertura que me dio el CEAM para realizar el estudio en sus instalaciones. Por último quiero agradecer a todas las personas que participaron en la investigación realizada ya que invirtieron su tiempo y conocimientos.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo General:.....	7
1.3.2. Objetivos específicos:.....	7
1.4. Metodología.....	8
1.4.1. Tipo de Estudio.....	8
1.4.2. Población y Muestra.....	8
1.4.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos.....	9
1.4.4. Plan de Recolección y Análisis de Información.....	11
1.4.5. Operacionalización de Variables.....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Situación Demográfica, de Salud y Nutricional del Adulto Mayor.....	14
2.1.1 Situación Demográfica del Adulto Mayor.....	14
2.1.2 Situación de Salud del Adulto Mayor.....	19
2.1.3 Situación Nutricional del Adulto Mayor.....	23
2.2 Composición Corporal y Métodos de Valoración.....	26
2.2.1 Evaluación de la composición corporal.....	26
2.3 Bioimpedanciometría.....	47
2.3.1 Historia de la Impedancia Bioeléctrica.....	47
2.3.2 Principios Generales de la Impedancia Bioeléctrica.....	50
2.3.3 Clasificación de los Métodos de BIA.....	54
2.3.4 Ventajas, Desventajas del BIA y directrices a considera para su aplicación.....	68
HIPÓTESIS.....	70
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71
3.1 Características de la población de estudio y composición corporal según antropometría e impedancia bioeléctrica.....	71
3.2 Prevalencia de exceso de grasa según IMC, BIA, pliegues cutáneos y circunferencia de la cintura.....	72
3.3 Correlación entre la impedancia bioeléctrica y técnicas antropométricas: IMC, pliegues cutáneos y circunferencia de la cintura.....	76
3.3.1 Correlación entre impedancia bioeléctrica e IMC.....	76
3.3.2 Correlación entre impedancia bioeléctrica y pliegues cutáneos.....	77
3.3.3 Correlación entre impedancia bioeléctrica y circunferencia de la cintura.....	78
3.4 Concordancia entre la impedancia bioeléctrica y técnicas antropométricas.....	79
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: RELACIÓN DIRECTA E INDIRECTA DE LAS MEDICIONES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL ORGANIZADAS POR EL MODELO DE CINCO NIVELES.....	31
Tabla 2: CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL SEGÚN EL IMC: DESNUTRICIÓN, SOBREPESO Y OBESIDAD.....	46
Tabla 3: CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE ESTUDIO Y COMPOSICIÓN CORPORAL SEGÚN ANTROPOMETRÍA E IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA.....	72
Tabla 4: CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LAS VARIABLES DE GRASA CORPORAL OBTENIDAS POR BIA FRENTE AL IMC.....	77
Tabla 5: CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LAS VARIABLES DE GRASA CORPORAL OBTENIDAS POR BIA FRENTE A LAS OBTENIDAS POR PLIEGUES CUTÁNEOS.....	78
Tabla 6: CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LAS VARIABLES DE GRASA CORPORAL OBTENIDAS POR BIA FRENTE A LA MEDIDA DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA.....	79
Tabla 7: CONCORDANCIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN NUTRICIONAL SEGÚN MÉTODOS DE BIOIMEDANCIOMETRÍA E IMC	80
Tabla 8: CONCORDANCIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN NUTRICIONAL SEGÚN EL PORCENTAJE DE GRASA OBTENIDO A TRAVÉS DE LOS MÉTODOS DE BIOIMEDANCIOMETRÍA Y PLIEGUES CUTÁNEOS.....	81
Tabla 9: CONCORDANCIA DE LA CLASIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN NUTRICIONAL Y RIESGOS CARDIOVASCULARES Y METABÓLICOS SEGÚN EL MÉTODO DE LA IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA Y LA MEDICIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA.....	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: TASA GLOBAL DE FECUNDIDAD (ESTIMACIONES APROXIMADAS NIÑOS POR MUJER DESDE 1950 HASTA EL 2050).....	15
Gráfico 2: ESPERANZA DE VIDA AL NACER (ESTIMACIONES APROXIMADAS EN AÑOS, DESDE 1950 HASTA EL 2050).....	15
Gráfico 3: PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN >60 AÑOS (ESTIMACIONES APROXIMADAS EN PORCENTAJE, DESDE 1975 HASTA EL 2050).....	16
Gráfico 4: PIRÁMIDES POBLACIONALES DE PAÍSES DESARROLLADOS Y EN VÍAS DE DESARROLLO: 1970, 2013 Y 2050.....	17
Gráfico 5: DISTRIBUCIÓN RELATIVA DE LA POBLACIÓN POR EDADES Y SEXO DE AMÉRICA LATINA 1975-2050.....	18
Gráfico 6: PIRÁMIDES POBLACIONALES. ECUADOR 1960, 2010, 2060.....	18
Gráfico 7: 10 PRINCIPALES CAUSAS DE DEFUNCIÓN EN LOS ADULTOS MAYORES DE PAÍSES LATINOAMERICANOS Y CARIBEÑOS PARA EL 2010.....	20
Gráfico 8: 10 PRINCIPALES CAUSAS DE DEFUNCIÓN EN LOS ADULTOS MAYORES EN ECUADOR PARA EL 2010.....	21
Gráfico 9: PREVALENCIA DE PRINCIPALES ENFERMEDADES EN ADULTOS MAYORES SEGÚN LA SABE I 2010.....	22
Gráfico 10: ESTADO NUTRICIONAL SEGÚN EL IMC EN LOS ADULTOS MAYORES ECUATORIANOS SEGÚN LA SABE I 2010.....	25
Gráfico 11: CAMBIOS PROPORCIONALES DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL DURANTE EL CICLO DE VIDA.....	26
Gráfico 12: CONDUCTIVIDAD APROXIMADA $\sigma \Sigma$ (S X M ⁻¹) A UNA FRECUENCIA DE 50 KHZ DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TEJIDO.....	53
Gráfico 13: PROPORCIÓN SEGÚN LOS PUNTOS DE CORTE DEL IMC DE MUJERES ENTRE 60 A 65 AÑOS QUE ACUDEN AL CEAM EN QUITO, DICIEMBRE 2014.....	74

Gráfico 14: PROPORCIÓN SEGÚN LOS PUNTOS DE CORTE DEL IMC DE MUJERES ENTRE 60 A 64 AÑOS ENCUESTADAS POR LA SABE I 2010.....	74
Gráfico 15: PROPORCIÓN SEGÚN SU PORCENTAJE GRASA OBTENIDO POR IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA DE MUJERES ENTRE 60 A 65 AÑOS QUE ACUDEN AL CEAM EN QUITO, DICIEMBRE 2014.....	75
Gráfico 16: PROPORCIÓN SEGÚN SU PORCENTAJE GRASA OBTENIDO POR SUMATORIA DE PLIEGUES CUTÁNEOS DE MUJERES ENTRE 60 A 65 AÑOS QUE ACUDEN AL CEAM EN QUITO, DICIEMBRE 2014.....	75
Gráfico 17: PROPORCIÓN SEGÚN EL RIESGO CARDIOVASCULAR Y METABÓLICO ESTABLECIDO POR LA MEDICIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA DE MUJERES ENTRE 60 A 65 AÑOS QUE ACUDEN AL CEAM EN QUITO, DICIEMBRE 2014.....	76
Gráfico 18: DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CORRELACIÓN DE PEARSON PARA EL PORCENTAJE Y MASA EN KILOS DE GRASA CORPORAL OBTENIDO POR BIA FRENTE AL IMC.....	77
Gráfico 19: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN DE LA CORRELACIÓN DE PEARSON PARA EL PORCENTAJE Y MASA EN KILOS DE GRASA CORPORAL OBTENIDO POR BIA FRENTE AL OBTENIDO POR PLIEGUES CUTÁNEOS.....	78
Gráfico 20: DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CORRELACIÓN DE PEARSON PARA EL PORCENTAJE Y MASA EN KILOS DE GRASA CORPORAL OBTENIDO POR BIA FRENTE AL VALOR EN CM DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: NIVELES Y COMPARTIMENTOS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	30
Figura 2: MODELO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL NIVEL MOLECULAR TOMANDO EN CUENTA AL AGUA Y A COMPONENTES ANHÍDRICOS.....	34
Figura 3: MODELO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL NIVEL MOLECULAR TOMANDO EN CUENTA AL AGUA Y COMPONENTES ANHÍDRIDOS.....	35
Figura 4: RELACIÓN ENTRE LOS FLUIDOS CORPORALES.....	40
Figura 5: ONDA SENOIDAL DE CORRIENTE ALTERNA.....	51
Figura 6: CAMBIOS EN UNA ONDA DE CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA DEBIDO AL AUMENTO DE TENSIÓN POR LA OPOSICIÓN DEL CIRCUITO Y UN DESFASE POR LA PRESENCIA DE CAPACITORES O INDUCTORES.....	51
Figura 7: RELACIÓN GEOMÉTRICA ENTRE LOS COMPONENTES DE LA IMPEDANCIA: RESISTENCIA Y REACTANCIA.....	52
Figura 8: BASES FÍSICAS DE LA IMPEDANCIA A TRAVÉS DEL MODELO DE CILINDRO QUE RELACIONA A LA IMPEDANCIA Y LA GEOMETRÍA.....	54
Figura 9: USO DE CUATRO ELECTRODOS COLOCADOS TANTO EN PIE Y BRAZO DERECHOS PARA REALIZAR UNA MEDIDA DE IMPEDANCIA EN EL CUERPO ENTERO.....	55
Figura 10: TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL BIA DISTAL.....	56
Figura 11: IMPENDANCIA APORTADA POR LOS DIFERENTES SEGMENTOS CORPORALES Y SU RELACIÓN CON EL PESO CORPORAL.....	57
Figura 12: ÁREA DE MEDICIÓN DEL BIA DEL ARCO INFERIOR.....	58
Figura 13: REPRESENTACIÓN DEL CUERPO HUMANO POR VARIOS CILINDROS, CON SU RESISTENCIA RELATIVA RESPECTO AL TRONCO.....	59
Figura 14: UBICACIÓN DE LOS ELECTRODOS DEL BIA SEGMENTARIO EN UNA DE SUS PRESENTACIONES.....	60

Figura 15: COLOCACIÓN DE LOS ELECTRODOS DEL BIA SEGMENTARIO DIRECTO Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS DE CADA SEGMENTO A TRAVÉS DE DIVERSAS COMBINACIONES.....	61
Figura 16: UBICACIÓN DE LOS ELECTRODOS Y SU ESPACIAMIENTO PARA DETECTAR GRASA ABDOMINAL SUBCUTÁNEA.....	62
Figura 17: BIA SEGMENTARIO LOCALIZADO QUE PUEDE ESTIMAR GRASA VISCERAL.....	63
Figura 18: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA IMPEDANCIA MULTIFRECUENCIA, DONDE CADA PUNTO REPRESENTA A UNA FRECUENCIA DIFERENTE (MODELO COLE-COLE).....	64
Figura 19: COMPORTAMIENTO EN EL ORGANISMO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA AL VARIAR LA FRECUENCIA.....	64
Figura 20: BIA VECTORIAL CON GRAFO RXC.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	96
Anexo 2: HOJA DE INGRESO DE DATOS DEL PROGRAMA SECA ANALYTICS 115.....	97
Anexo 3: CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	98
Anexo 4: FOTOS DE VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL MEDIANTE BIA EN EL CEAM DE QUITO, DICIEMBRE 2014.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

- AAN:** Análisis de activación de neutrones
- AEC:** Agua extracelular
- AIC:** Agua intracelular
- BIA:** Análisis de impedancia bioeléctrica
- BIVA:** Análisis vectorial de impedancia bioeléctrica
- CaCT:** Calcio corporal total
- CB:** Circunferencia del brazo
- CCT:** Carbono corporal total
- CEAM:** Centro de la Experiencia del Adulto Mayor perteneciente al Patronato Municipal San José de Quito.
- CELADE:** Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía
- CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- CICT:** Cloro corporal total
- DXA:** Absorciometría dual de rayos X
- HCT:** Hidrógeno corporal total
- HDL:** Lipoproteína de alta densidad
- IMC:** Índice de masa corporal
- INIGER:** Instituto Nacional de Investigaciones Gerontológicas (Ecuador)
- KCT:** Potasio corporal total
- Le:** Lípidos esenciales
- LEC:** Líquido extracelular
- Ln:** Lípidos no esenciales
- MC:** Masa celular
- MCC:** Masa celular corporal
- ME:** Músculo esquelético
- MG:** Masa grasa
- MLG:** Masa libre de grasa
- MLL:** Masa libre de lípidos
- MO:** Masa ósea
- MSC:** Masa seca corporal
- MSP:** Ministerio de Salud Pública (Ecuador)
- NaCT:** Sodio corporal total
- NCT:** Nitrógeno corporal total
- OCT:** Oxígeno corporal total

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

OPS: Organización Panamericana de la Salud

Pct: Peso corporal total

PCT: Fósforo corporal total

SABE I: Encuesta de Salud, Bienestar y Envejecimiento 2009 (Ecuador)

SEC: Sólidos extracelulares

SINAIS: Sistema Nacional de Información en Salud (México)

UN: United Nations (Organización de las Naciones Unidas)

WHO: World Health Organization (Organización Mundial de la Salud)

INTRODUCCIÓN

El problema del envejecimiento de la población en el Ecuador y en el mundo entero, ha generado la necesidad de abordar varios aspectos como la salud del adulto mayor. En lo que se refiere al campo de la nutrición, se requiere de un manejo nutricional adecuado, para ello, en el proceso de asistencia nutricional se necesita contar con métodos e instrumentos precisos y efectivos para establecer la condición nutricia de las personas y poder generar intervenciones positivas. Dentro de los apartados que contribuyen a determinar y monitorear el estado nutricional se encuentra la valoración de la composición corporal.

Los métodos más apropiados para establecer la composición corporal en la práctica clínica, epidemiológica y de campo son la antropometría y la impedanciometría por su practicidad, su bajo costo y por no ser invasivos. Tradicionalmente en el Ecuador se ha utilizado la antropometría para cumplir con este objetivo, no obstante esta técnica presenta limitaciones especialmente de carencia de acierto y validez más aún en las personas mayores.

Por otro lado los avances científicos y tecnológicos han generado equipos que estiman la composición corporal mediante la técnica de impedancia bioeléctrica determinando los compartimentos corporales con una precisión y exactitud cercana a los métodos de referencia "gold estándar". Siendo así que este método puede superar a la antropometría no sólo por generar resultados más veraces, sino también por su rapidez de aplicación y comodidad tanto para el paciente como el evaluador.

Con estos antecedentes, se decidió realizar un estudio observacional y transversal para determinar la composición corporal en mujeres entre los 60 a 65 años de edad, según los criterios de selección necesarios para aplicar el BIA, con la finalidad de comparar a las metodologías de antropometría e impedancia bioeléctrica y establecer el grado de correlación y concordancia en la valoración de la composición corporal especialmente de adultos mayores, debido a una mayor vulnerabilidad y susceptibilidad a presentar problemas a la salud. De esta manera, se puede proponer el método más adecuado en la valoración de la composición corporal que a su vez contribuirá a generar

un mejor diagnóstico y por lo tanto establecer adecuadas estrategias de intervención beneficiando a la salud de las personas mayores.

CAPÍTULO I. ASPECTOS BÁSICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Durante el siglo XX e inicios del siglo XXI, se ha generado un incremento del envejecimiento de la población en nuestro país, Latinoamérica y a nivel mundial. Lo que ha provocado una mayor atención en los aspectos: socioeconómico, político y científico, para poder afrontar las consecuencias que conlleva una población envejecida (SINAIS, et al., 2011; ONU, 2009 y Freire, et al., 2010).

En el ámbito de la salud, es indispensable la adaptación de los sistemas sanitarios a los cambios surgidos por variaciones demográficas, epidemiológicas y tecnológicas. Se necesita ofrecer acceso a servicios de salud oportunos y de calidad enfocados a la prevención de enfermedades crónicas además de brindar prestaciones de salud efectivas y adecuadas para las necesidades del adulto mayor (Navarro, 2009 y Huenchuán, 2009).

Como profesionales de las ciencias de la nutrición, se hace evidente la necesidad de poder realizar intervenciones nutricionales apropiadas y pertinentes tanto en la prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento, evitando el empeoramiento del estado nutricional y sus consecuencias sanitarias y económicas en las personas mayores. La valoración de la composición corporal contribuye al manejo y cuidado del estado nutricional de los individuos y conjuntamente con la evaluación clínica, bioquímica y la ingesta de nutrientes, permitirán llevar asistencias nutricionales óptimas para el adulto mayor (Thibault, et al., 2012 y Mataix, 2013).

Se debe tomar en cuenta que las personas presentan grandes cambios en su composición corporal conforme van envejeciendo como el aumento de masa grasa y variación de su distribución; disminución de tejido muscular y esquelético, además del acortamiento de su estatura (Chicharro & López, 2008; Bechard, et al., 2008; Gómez-Cabello, et al., 2012 y Evans & Campbell, 1993). En donde índices antropométricos (como el índice de masa corporal (IMC)), pliegues cutáneos y circunferencias no necesariamente reflejarán valores correctos de la composición corporal especialmente del contenido de masa grasa (Gil, 2010 y Lukaski, 1987).

Algunos estudios realizados en varias poblaciones que comparan el compartimento graso obtenido por la antropometría con el estimado por técnicas de referencia como: absorciometría dual de rayos x (DXA), pletismografía por desplazamiento de aire, densitometría hidrostática, diluciones isotópicas entre otras; han encontrado que la antropometría a pesar de ser una metodología de bajo costo, de fácil aplicación, y de alta correlación con esos métodos, carece de validez y acierto (Lukaski, 1987; Ball, et al., 2004; Flegal, et al., 2009).

Otras investigaciones que contrastan al IMC con DXA para valorar el exceso de grasa en varias poblaciones han establecido que el IMC es un índice inexacto y que puede generar un sesgo en la determinación de la obesidad especialmente en mujeres adultas mayores. Esto es debido a que el IMC no diferencia el compartimento graso y no graso; no considera los cambios en la composición corporal debido a la edad y la cantidad de grasa que difiere según la etnicidad (Rothman, 2009; Shah & Braverman, 2012 y Gil, 2010).

Es importante conocer que actualmente en el país se cuenta con la Encuesta de Salud, Bienestar y Envejecimiento (SABE I) (2010) (Freire, et al., 2010), cuyos resultados indican la situación nutricional de las personas mayores ecuatorianas; para dicho estudio se utilizaron medidas antropométricas (IMC y circunferencias) (Freire, et al., 2010). Estos resultados son de gran utilidad y podrían ser considerados para la generación de políticas, programas y actividades a nivel nacional debido a la importancia, magnitud, y cobertura de esta encuesta. En este contexto se puede comprobar que tradicionalmente en el Ecuador se ha utilizado de manera exclusiva a la antropometría clásica para valorar la composición corporal, siendo de utilidad en estudios epidemiológicos, no obstante, esta técnica presenta varias limitaciones mencionadas anteriormente, por lo que ha surgido la necesidad de evaluar diferentes métodos de valoración corporal.

1.2. Justificación

En la actualidad el uso de técnicas más efectivas para aportar a la estimación del estado nutricional de los individuos van tomando lugar con más frecuencia en la práctica médica, nutricional y ciencias del deporte. Por otro lado, existe la necesidad de utilizar técnicas de valoración corporal que unifiquen a la precisión y exactitud de las evaluaciones con la facilidad de aplicación, manejo y traslado para ser aplicadas en cualquier población y poder generar políticas, programas y asistencias nutricionales positivas especialmente en la población adulta mayor.

En efecto, los últimos avances de la impedancia bioeléctrica (desarrollo de equipos multifrecuencia segmentaria de ocho electrodos con ecuaciones de predicción basadas en el modelo de cuatro compartimentos validadas en una población multiétnica) permiten estimar con un alto grado de confiabilidad y de manera práctica la composición corporal, reflejando la cantidad de agua corporal total, líquidos intra-extracelulares, masa muscular y masa grasa de las personas (Bosy-Westphal, et al., 2013).

Al disponer un equipo de impedancia bioeléctrica con las características mencionadas anteriormente, surge la necesidad de realizar un estudio pionero en el país para superar las limitaciones de la antropometría clásica (método más utilizado en el campo investigativo, clínico y epidemiológico a nivel nacional) que se centra básicamente en el tamaño de diferentes medidas corporales, sin discriminar el compartimento corporal afectado; generando una interpretación insuficiente del estado nutricional de los individuos y afectando muchas veces la selección de procesos de intervención adecuados.

Para esta investigación se ha escogido la población de adultos mayores ya que es una población vulnerable en el ámbito nutricional, además de que su composición corporal presenta grandes cambios. Se analizará a la masa grasa estimada tanto por técnicas antropométricas como por la impedancia bioeléctrica ya que este compartimento aumenta en cantidad, cambia su distribución y se altera en volumen considerablemente en las personas mayores; siendo de difícil determinación y mayor probabilidad de error con métodos antropométricos. Se conoce que el exceso de grasa está relacionado con el riesgo de complicar o padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas además de comorbilidades, siendo estas la mayor causa de morbi-mortalidad en la población adulta mayor.

El estudio beneficiará directamente a los adultos mayores, familias y a la comunidad en general al tener la posibilidad de que estas personas reciban un manejo nutricional adecuado, previniendo enfermedades, mejorando o manteniendo su estado de salud, generándose menos gastos económicos para ellas, sus familias y la sociedad. De esta manera se favorecerá a la adaptación de los sistemas sanitarios a los cambios surgidos por el envejecimiento de la población evitando sus consecuencias. Adicionalmente en la parte científica académica, se beneficiarán los estudiantes, profesionales sanitarios y de nutrición, instituciones públicas y privadas vinculadas a la salud, educación y el deporte; al generarse un estudio innovador sobre el cuidado nutricional de los adultos mayores y la población adulta.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

- Comparar los métodos de antropometría y la técnica de impedancia bioeléctrica para contribuir al establecimiento de la condición nutricional según el compartimento graso de los adultos mayores en Quito.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Detallar los diferentes métodos de evaluación de la composición corporal: antropometría e impedancia bioeléctrica.
- Establecer el compartimento graso por medio de la bioimpedanciometría y técnicas antropométricas.
- Determinar la efectividad entre los métodos de antropometría y bioimpedanciometría en la valoración de la grasa corporal del adulto mayor.

1.4. Metodología

1.4.1. Tipo de Estudio

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo ya que se analizaron y compararon los valores proporcionados por las diferentes técnicas además de ser observacional al no controlarse ninguna variable. También fue un estudio transversal porque en un periodo determinado de tiempo se estableció el compartimento graso por las diferentes metodologías. El nivel de investigación fue descriptivo, ya que se detalló la información necesaria sobre la población adulta mayor, la composición corporal y las metodologías utilizadas en la valoración corporal. Fue de correlación porque se relacionaron los resultados de la masa grasa de las dos técnicas: la antropometría y la impedancia bioeléctrica y explicativo ya que se expuso la superioridad de la impedancia bioeléctrica y las limitaciones de la antropometría en la determinación de la grasa corporal.

1.4.2. Población y Muestra

El universo fue conformado por 160 mujeres entre los 60 a 65 años de edad que acudían al CEAM perteneciente al Municipio de Quito. Este Centro acoge a la población adulta sobre los 55 años, predominantemente del sexo femenino (98 %). El tipo de muestreo que se aplicó en la investigación fue no probabilístico, obtenido por invitación y participación voluntaria de las personas. A pesar de que se planificó realizar el estudio tanto en mujeres como en hombres, la respuesta del sexo masculino a la invitación fue muy baja. Se seleccionó a 59 adultas mayores resultando un valor suficiente para poder hacer los análisis de correlación. Para ello se asumió que el nivel de correlación entre las dos variables fue al menos moderada, es decir $r = 0.36$, con un nivel de confianza del 95 %. Para el cálculo se utilizó la siguiente expresión:

$$n = \left(\frac{z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta}}{\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+r}{1-r} \right)} \right)^2 + 3$$

Donde los valores $z_{1-\alpha/2}$ y $z_{1-\beta}$ se obtienen de la distribución normal estándar en función del nivel de confianza (95 %), elegido para el estudio. El valor de r correspondió

al coeficiente de correlación lineal de Pearson que resultó entre las dos variables de análisis (Díaz & Fernández, 2001).

Al tener el presente estudio datos que emplean variables de tipo categórica, se emplea para su análisis el grado de concordancia mediante el coeficiente de Kappa. El nivel de confianza establecido fue del 90%, aplicando la siguiente fórmula para su obtención. (Landis y Koch, 1977):

$$K = \frac{[(\sum \text{concordancias observadas}) - (\sum \text{concordancias atribuibles al azar})]}{[(\text{total de observaciones}) - (\sum \text{concordancias atribuibles al azar})]}$$

Previo a la recolección de datos, se realizó la convocatoria de los adultos mayores por parte de la directiva del CEAM, aplicando los siguientes criterios de exclusión, indispensables para una correcta valoración por el equipo de impedanciometría: amputación de miembros, implantes electrónicos como marcapasos, implantes metálicos a excepción de los dentales, presencia marcada de alteraciones hidroelectrolíticas por: insuficiencia cardiaca no controlada, hipertensión arterial no controlada, falla hepática con ascitis o edema y falla renal con edema.

1.4.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos

- **Fuentes**

- Fuentes primarias: Datos obtenidos directamente de las participantes.
- Fuentes secundarias: Libros, revistas científicas, documentos oficiales de instituciones públicas.

- **Técnica e instrumentos**

Todas las valoraciones fueron realizadas por técnicos entrenados en una habitación perteneciente al CEAM de Quito. Se informó a las participantes sobre la investigación que se iba a llevar a cabo y se solicitó la autorización a través de una firma en una hoja de consentimiento informado.

- **Antropometría:**

La medición de la talla se obtuvo por un estadiómetro sólido móvil (marca SECA, modelo 201) y el peso fue valorado por el equipo de BIA, en donde las

personas se encontraban con ropa ligera, sin medias y zapatos siendo evaluadas bajo procedimientos estándar.

La circunferencia de la cintura se la realizó con una cinta ergonómica (marca SECA, modelo 201). Esta fue determinada entre la última costilla y la parte superior de la cresta iliaca después de una expiración normal.

Los pliegues cutáneos considerados en el estudio fueron: tricipital, bicipital, subescapular y supra iliaco. Se detectaron a través de un plicómetro mecánico (marca GIMA). El pliegue tricipital se estableció en el punto medio de la parte posterior del brazo, entre el acromion y el olecranon, por encima del tríceps donde se lo marco con un punto. El pliegue bicipital se obtuvo en la cara anterior del brazo, en el punto medio frente a la medición del pliegue tricipital. Ambas medidas fueron realizadas en el brazo dominante. El pliegue subescapular se obtuvo agarrando el borde vertebral de la escápula, situado en el ángulo inferior de esta, a un centímetro por debajo de su vértice con una inclinación de 45 grados. El pliegue supra iliaco se localizó por encima de la cresta iliaca y una línea imaginaria que es la prolongación de la línea axilar anterior.

Los técnicos realizaron estas medidas utilizando su mano izquierda para agarrar a la grasa subcutánea a un centímetro del punto establecido, el plicómetro sujetó al pliegue por 2 segundos.

El paciente permaneció en posición estándar erecta y relajado. Los datos obtenidos fueron organizados en una hoja de registro.

- **Impedancia Bioeléctrica:**

El equipo de análisis de impedancia bioeléctrica (marca SECA, modelo mBCA 515/514) consiste en una plataforma con balanza incluida, un sistema de agarraderas, una pantalla y una unidad de operación.

El aparato utiliza cuatro pares de electrodos que están colocados en cada pie y mano, en donde un electrodo emite la corriente eléctrica y el otro detecta las variaciones de esta. Los pies fueron colocados encima de los electrodos de tal manera que el talón tocaba al electrodo pequeño posterior, y el ante pie se contactaba con el electrodo anterior que es mas grande.

Cada lado de la ascendente agarradera posee seis electrodos, de los cuales dos son utilizados dependiendo de la altura del individuo. Según las instrucciones del fabricante, el ángulo de apertura de los brazos con el cuerpo debe formar un ángulo de 30 grados. Para obtener una correcta posición de agarre, el sujeto se encontró de pie con sus brazos extendidos. La manos hicieron contacto con los electrodos de tal manera que el separador de electrodos se encontró entre los dedos medio y anular.

El aparato comenzó automáticamente la valoración una vez que la persona se contactó correctamente con todos los electrodos. Se utilizó una computadora portátil (marca ACER, modelo E1) para interpretar los resultados del equipo de impedancia bioeléctrica con su software (SECA analytics mBCA 115).

1.4.4. Plan de Recolección y Análisis de Información

Una vez determinada la muestra, se generó un cronograma con los respectivos días y horarios para citar a las mujeres mayores. Las pacientes se presentaron de 8:00 a 10:00 de la mañana en ayunas, vaciada la vejiga, sin haber realizado ejercicio previo las anteriores 12 horas.

Los datos de las pacientes como sus nombres, código asignado, fecha de nacimiento, grupo étnico, y teléfono de contacto se introdujeron en el software SECA analytics mBCA 115 del equipo (Anexo 2). Por otro lado, toda la información generada por las técnicas antropométricas y los resultados del compartimento graso estimada por BIA se tabularon con el programa Microsoft Excel ® y se compararon mediante el programa estadístico SAS/STAT ®. En primer lugar se analizó la prevalencia del exceso de grasa según los métodos antropométricos y BIA, además de la correlación lineal de Pearson y la concordancia de Kappa. El plan de análisis de información de correlación y concordancia se encuentra detallado en la siguiente tabla:

Variables obtenidas mediante el equipo SECA MBCA 514	Variables obtenidas mediante antropometría	Análisis estadístico
Porcentaje de grasa y masa en kilogramos de grasa corporal corporal mediante BIA	Kg/m ² del IMC	Determinación de la correlación de Pearson (Vila, 2004): <ul style="list-style-type: none"> • Correlación nula: 0 • Correlación positiva muy baja: 0,01 – 0,19 • Correlación positiva baja: 0,2 – 0,39 • Correlación positiva moderada: 0,4 – 0,69 • Correlación positiva alta: 0,7 – 0,89 • Correlación positiva muy alta: 0,9 – 0,99
Porcentaje de grasa y masa en kilogramos de grasa corporal corporal mediante BIA	Porcentaje grasa corporal mediante pliegues cutáneos	Determinación de la correlación de Pearson (Vila, 2004): <ul style="list-style-type: none"> • Correlación nula: 0 • Correlación positiva muy baja: 0,01 – 0,19 • Correlación positiva baja: 0,2 – 0,39 • Correlación positiva moderada: 0,4 – 0,69 • Correlación positiva alta: 0,7 – 0,89 • Correlación positiva muy alta: 0,9 – 0,99
Porcentaje de grasa y masa en kilogramos de grasa corporal corporal mediante BIA	Circunferencia de la cintura en centímetros.	Determinación de la correlación de Pearson (Vila, 2004): <ul style="list-style-type: none"> • Correlación nula: 0 • Correlación positiva muy baja: 0,01 – 0,19 • Correlación positiva baja: 0,2 – 0,39 • Correlación positiva moderada: 0,4 – 0,69 • Correlación positiva alta: 0,7 – 0,89 • Correlación positiva muy alta: 0,9 – 0,99
Situación nutricional según impedanciometría (Gallagher, et al., 2004): <ul style="list-style-type: none"> • Déficit de grasa: % de grasa < 21,99 % • Normal en grasa: % de grasa ≥ 22 % - 35,99 % • Preobesidad: % de grasa ≥ 36 % - 40,99 % • Obesidad: % de grasa ≥ 41 % 	Situación nutricional según IMC (WHO, 2014): <ul style="list-style-type: none"> • Bajo peso: IMC <18,5 • Peso normal: IMC entre 18,5 - 24,99 • Preobesidad: IMC entre 25 - 29,99 • Obesidad: IMC ≥30 	Concordancia según el coeficiente de Kappa (Landis y Koch, 1977; Cerda y Villarreal, 2008) : <ul style="list-style-type: none"> • Pobre: 0,00 • Leve o insignificante: 0,01 – 0,20 • Aceptable o discreta: 0,21 – 0,40 • Moderada: 0,41 – 0,60 • Considerable: 0,61 – 0,80 • Casi perfecta: 0,81 – 1,00

<p>Situación nutricional según impedanciometría (Gallagher, et al., 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déficit de grasa: % de grasa < 21,99 % • Normal en grasa: % de grasa ≥ 22 % - 35,99 % • Preobesidad: % de grasa ≥ 36 % - 40,99 % • Obesidad: % de grasa ≥ 41 % 	<p>Situación nutricional según sumatoria de pliegues cutáneos (Gallagher, et al., 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déficit de grasa: % de grasa < 21,99 % • Normal en grasa: % de grasa ≥ 22 % - 35,99 % • Preobesidad: % de grasa ≥ 36 % - 40,99 % • Obesidad: % de grasa ≥ 41 % 	<p>Concordancia según el coeficiente de Kappa (Landis y Koch, 1977; Cerda y Villarroel, 2008) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pobre: 0,00 • Leve o insignificante: 0,01 – 0,20 • Aceptable o discreta: 0,21 – 0,40 • Moderada: 0,41 – 0,60 • Considerable: 0,61 – 0,80 • Casi perfecta: 0,81 – 1,00
<p>Estado nutricional según impedanciometría (Gallagher, et al., 2004):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saludable: % de grasa ≤ 35,99 % • Exceso de grasa: % de grasa ≥ 36 % 	<p>Estado nutricional y riesgos cardiovasculares y metabólicos según la circunferencia de la cintura (Lear, et al., 2010):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Saludable: circunferencia de cintura < 84 cm • Riesgo a sufrir enf. Cardiovasculares y metabólicas: circunferencia ≥ 84 cm 	<p>Concordancia según el coeficiente de Kappa (Landis y Koch, 1977; Cerda y Villarroel, 2008) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pobre: 0,00 • Leve o insignificante: 0,01 – 0,20 • Aceptable o discreta: 0,21 – 0,40 • Moderada: 0,41 – 0,60 • Considerable: 0,61 – 0,80 • Casi perfecta: 0,81 – 1,00

Elaborada por: Antón Ignatov

1.4.5. Operacionalización de Variables (Matriz en Anexo 1)

Las variables de estudio fueron las siguientes:

- Índice de masa corporal (kg/m²)
- Masa grasa corporal
- Circunferencia de la cintura

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Situación Demográfica, de Salud y Nutricional del Adulto Mayor

2.1.1 Situación Demográfica del Adulto Mayor

Existen varias definiciones de envejecimiento, pero la más apropiada según Gil (2010), indica que es la suma de todas las alteraciones que se producen en un organismo con el paso del tiempo y que conducen a pérdidas funcionales y a la muerte. Los términos utilizados para designar a la población de edad avanzada han sufrido modificaciones con el tiempo y en la actualidad los más apropiados son: “persona mayor” o “adulto mayor”. Según el Sistema Nacional de Información en Salud de México (SINAIS), et al. (2011) la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1985) considera adulto mayor a las personas mayores de 60 años en países en desarrollo y mayores de 65 en países desarrollados.

El hecho de que la esperanza de vida crezca paulatinamente y que existan cambios fisiológicos, psicológicos y sociales muy marcados, hace que se subdivida a este grupo. Son varias subdivisiones como por ejemplo: ancianos jóvenes y ancianos mayores (con diferentes rangos de edad); mayores jóvenes (60-69 años), de mediana edad (70-79 años), mayor mayor (80-89 años) y mayor muy mayor (>90 años); tercera edad (si es activo e independiente) y cuarta edad (periodo final de vida y dependencia). (Hamilton 2002). Las últimas encuestas en la población adulta mayor realizadas en el Ecuador (SABE I) (Freire, et al., 2010), dividen a las personas mayores en tres grupos: de 60 a 64 años, de 65 a 74 años y de 75 años y más.

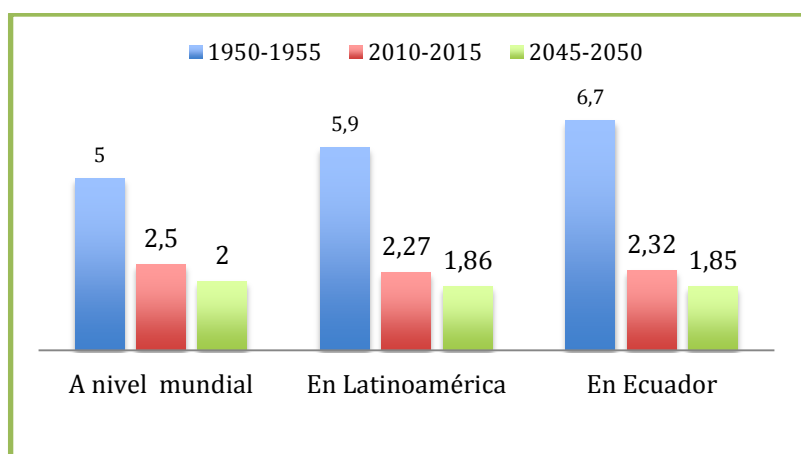
En los últimos años, el problema del envejecimiento se ha percibido a gran escala, lo que ha generado una directa atención a las cuestiones socioeconómicas, políticas y científicas en el mundo entero. A inicios del siglo XX, un número reducido de personas alcanzaban etapas avanzadas de vida, su número y proporción no eran significativas. Ya a finales del siglo XX, en varios países se evidencian progresos en el control de la mortalidad perinatal e infantil, así como una disminución de la tasa de fecundidad, se

mejoró la alimentación, la atención sanitaria básica, el control de varias enfermedades infecciosas y se aumentó la esperanza de vida al nacer. Este conjunto de factores ha generado un incremento en velocidad e intensidad del número y proporción (frente a otras edades) de personas en edad avanzada en Latinoamérica y a nivel mundial (SINAIS, et al., 2011; ONU, 2009 y Freire, et al., 2010).

En los siguientes Gráficos 1, 2 y 3, se revelan valores estadísticos y proyecciones de los principales cambios demográficos que están vigentes en la población mundial, Latinoamérica y en Ecuador.

GRÁFICO 1

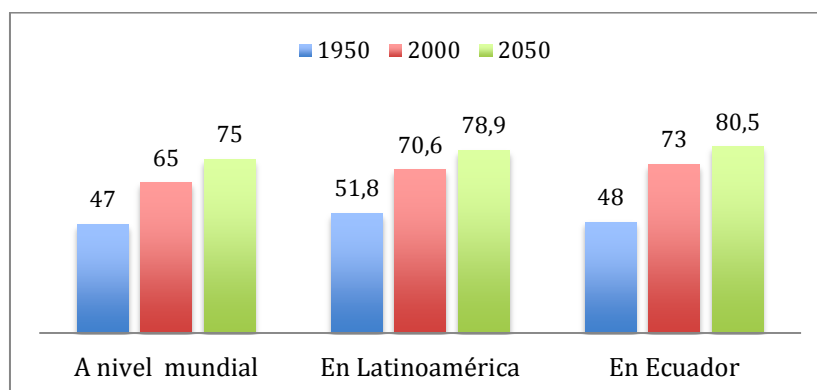
Tasa global de fecundidad (estimaciones aproximadas niños por mujer desde 1950 hasta el 2050)



Fuente: United Nations (UN), 2013 y Macadar, 2003
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 2

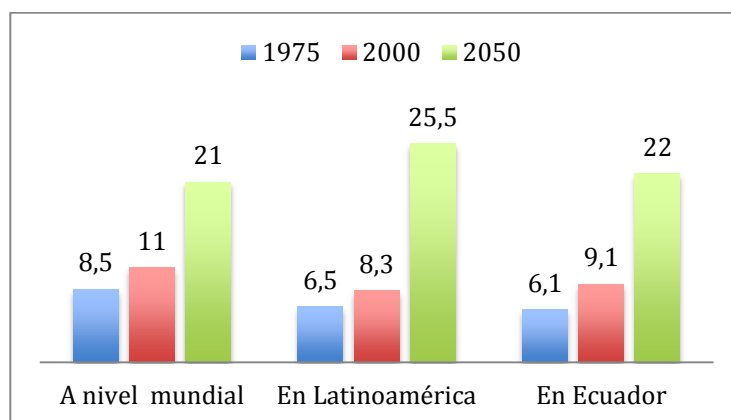
Esperanza de vida al nacer (estimaciones aproximadas en años, desde 1950 hasta el 2050)



Fuente: UN, 2013 y Macadar, 2003
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 3

Proporción de la población >60 años (estimaciones aproximadas en porcentaje, desde 1975 hasta el 2050)

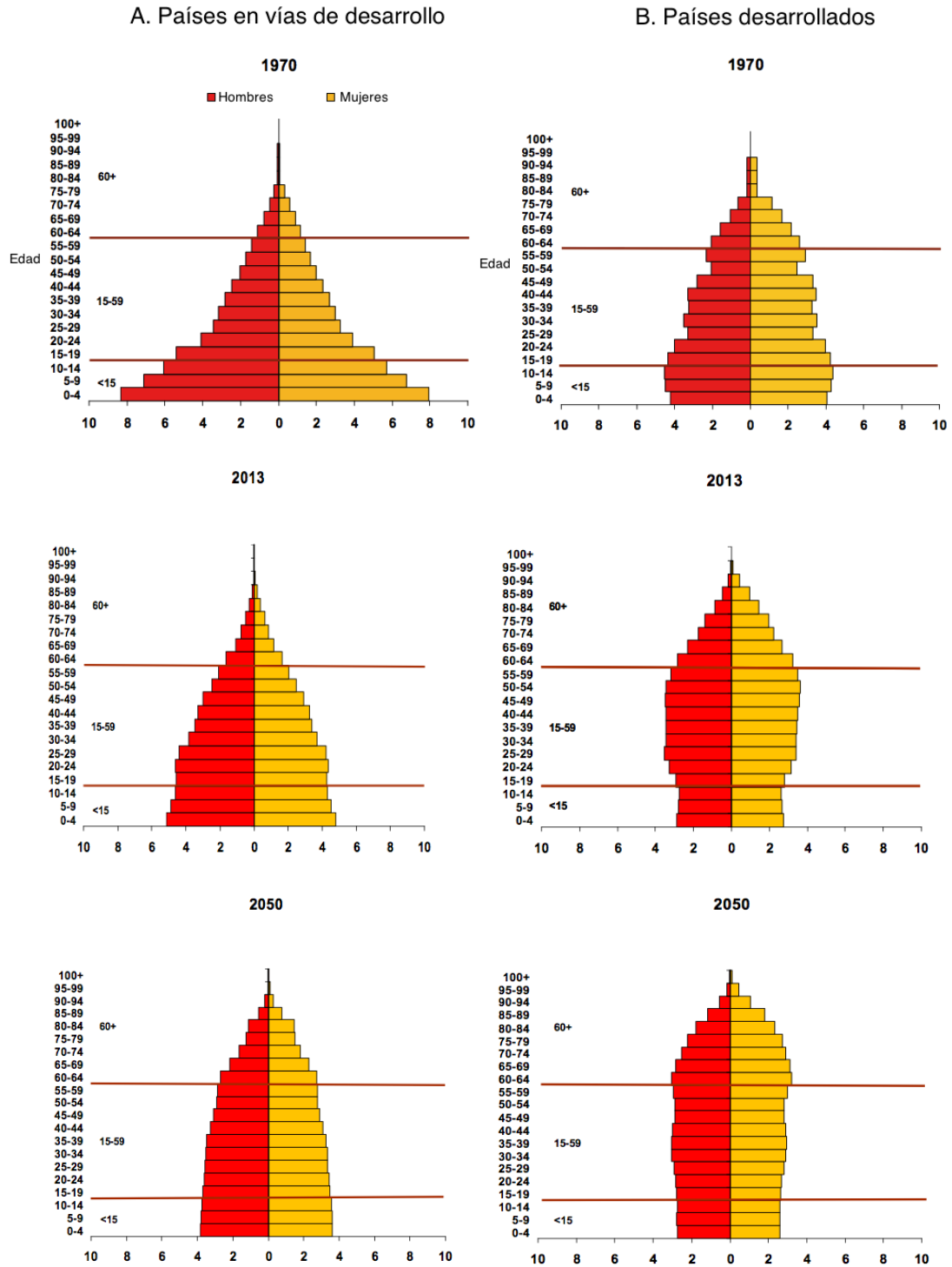


Fuente: UN, et al., 2013 y Macadar, 2003
Elaborado por: Antón Ignatov

Los datos expuestos demuestran un envejecimiento demográfico a nivel global, al generarse una disminución en la proporción de niños recién nacidos en relación al incremento del porcentaje de personas mayores; creando una gradual alteración del perfil de la estructura por edades, caracterizado por una pirámide poblacional inicial con base amplia y cúspide angosta que va cambiando a una forma rectangular y tiende a culminar con la inversión de su forma inicial (SINAIS, et al., 2011). Los siguientes gráficos representan las pirámides poblacionales del mundo, América Latina y Ecuador (Gráficos 4, 5 y 6).

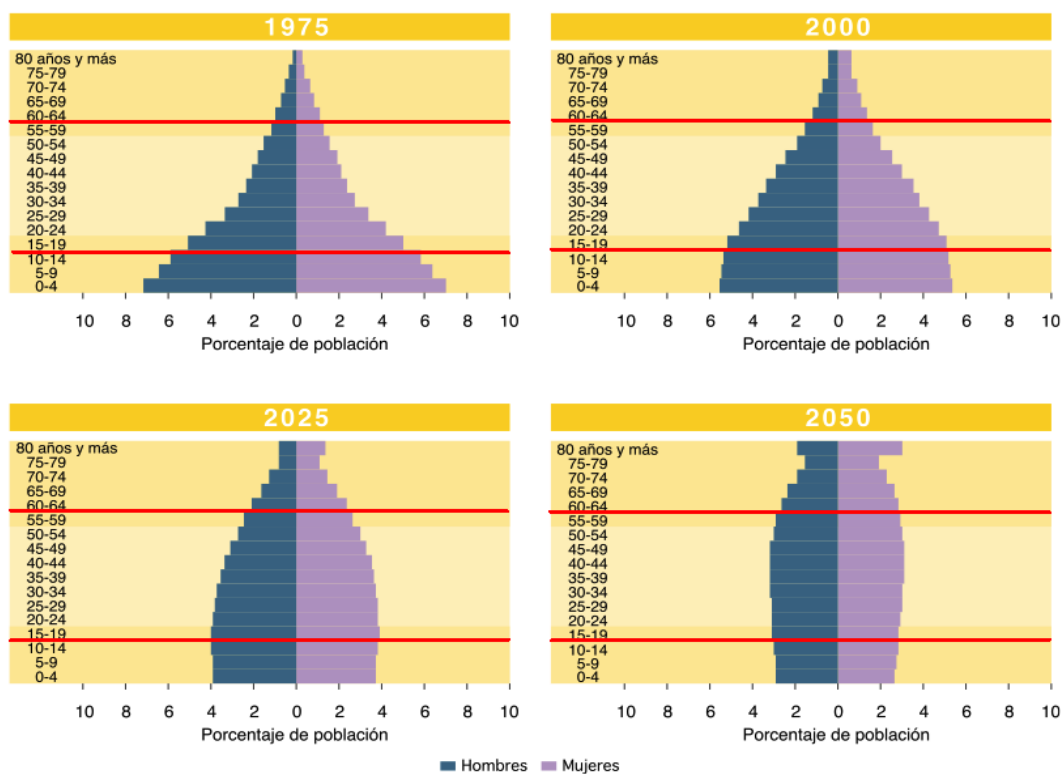
GRÁFICO 4

Pirámides poblacionales de países desarrollados y en vías de desarrollo: 1970, 2013 y 2050



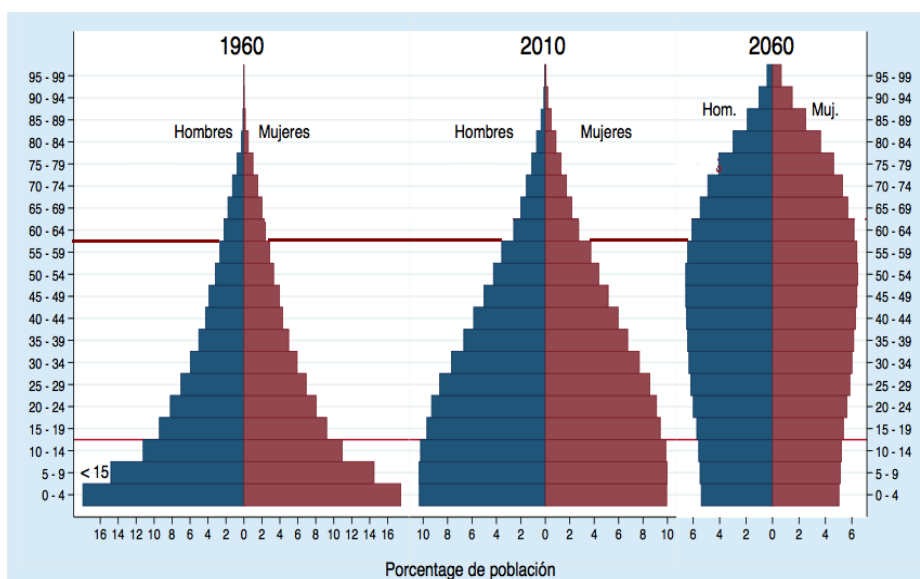
Fuente: UN, et al., 2013
Elaborado por: UN, et al.

GRÁFICO 5
Distribución relativa de la población por edades y sexo de América Latina 1975-2050



Fuente: CELADE, 2009
 Elaborado por: Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)

GRÁFICO 6
Pirámides poblacionales. Ecuador 1960, 2010, 2060



Fuente: INIGER, 2012
 Elaborado por: Instituto Nacional de Investigaciones Gerontológicas de Ecuador (INIGER)

El envejecimiento en sí no es un problema, sino su velocidad e intensidad. Para resolver este inconveniente en Latinoamérica y Ecuador, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en el 2009 dirige estrategias que enfocan su atención en asegurar la integridad y la dignidad de las personas mayores, ampliando la protección de sus derechos humanos y evitando la discriminación, así como el fortalecimiento de su autonomía y la ética solidaria (Navarro, 2009).

Para lograr estas metas, aparecen retos y desafíos como (Huenchuán, 2009):

- Generar pensiones de vejez que garanticen protección frente a la pérdida de ingresos en la edad avanzada.
- Brindar una cobertura justa de seguridad social laboral.
- Mejorar la adaptación de los sistemas de salud a los cambios surgidos a raíz de las variaciones demográficas, epidemiológicas y tecnológicas.
- Ofrecer el acceso a servicios de salud oportunos y de calidad para toda la población enfocados a la prevención de enfermedades crónicas.
- Optimizar la cobertura de atención sanitaria.
- Brindar prestaciones sanitarias efectivas y adecuadas para las necesidades de la persona mayor.
- Respetar los derechos y libertades fundamentales cuando aumenta la dependencia.
- Fomentar la participación social constante de los adultos mayores.

2.1.2 Situación de Salud del Adulto Mayor

El envejecimiento conlleva a una serie de cambios fisiológicos (variaciones en la composición corporal, pérdidas sensoriales, disminución de la función digestiva y renal, inmunodeficiencia, alteraciones del sistema cardiovascular y musculoesquelético, cambios metabólicos, y deterioro del sistema nervioso), psicológicos (cambios cognitivos y de la conducta siendo más propensos a desarrollar depresión y demencia) y sociales (cambio del grado de dependencia de su entorno) en mayor o menor medida que condicionan el estado de salud y nutricional del adulto mayor (Gil, 2010).

Para poder establecer la situación de salud del adulto mayor es necesario analizar componentes importantes, como son: estudios de mortalidad, al considerarse una de las mejores estimaciones de la condición de salud en los individuos (Ham-Chande, 1996).

Prevalencia de las enfermedades más comunes en las personas mayores de nuestro país y el uso y acceso a los servicios de salud.

En el Gráfico 7, se pueden observar las 10 principales causas de defunción en los adultos mayores de algunos países latinoamericanos y caribeños para el 2010.

GRÁFICO 7
10 principales causas de defunción en los adultos mayores de países latinoamericanos y caribeños para el 2010



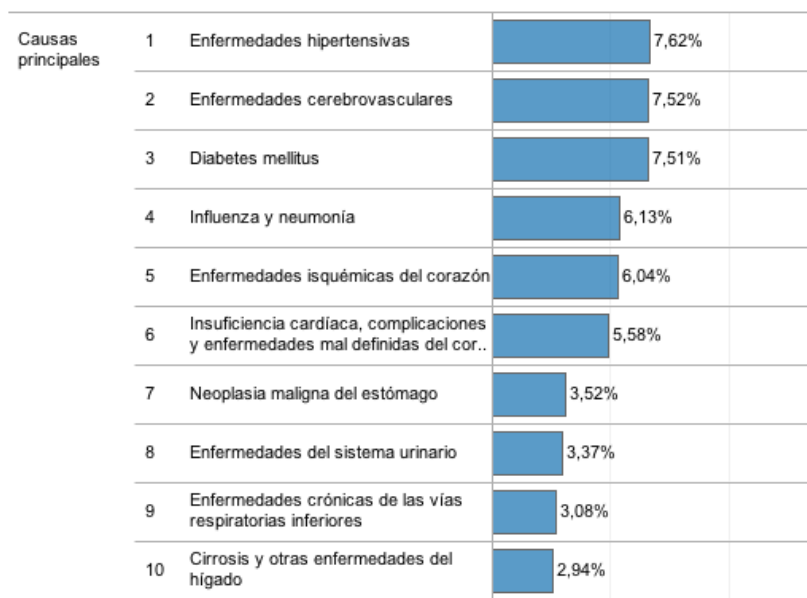
Fuente: OPS, 2010
Elaborado por: Organización Panamericana de la Salud (OPS)

En donde encontramos varias enfermedades crónicas como: cardíacas, diabetes, cerebrovasculares, pulmonares e hipertensivas. Todas estas tienen sus orígenes en estilos de vida no saludables (malos hábitos alimentarios, tabaquismo, abuso de alcohol, sedentarismo), entorno físico, socioeconómico y cultural en el que viven, la edad y la genética (Kuk, et al., 2006; Brenner, et al., 2011 y Mahfoud, et al., 2011).

En nuestro país, también predominan las enfermedades crónicas no transmisibles como causas de defunción en las personas mayores, prevaleciendo las hipertensivas, las cerebrovasculares y la diabetes (Gráfico 8).

GRÁFICO 8

10 principales causas de defunción en los adultos mayores en Ecuador para el 2010



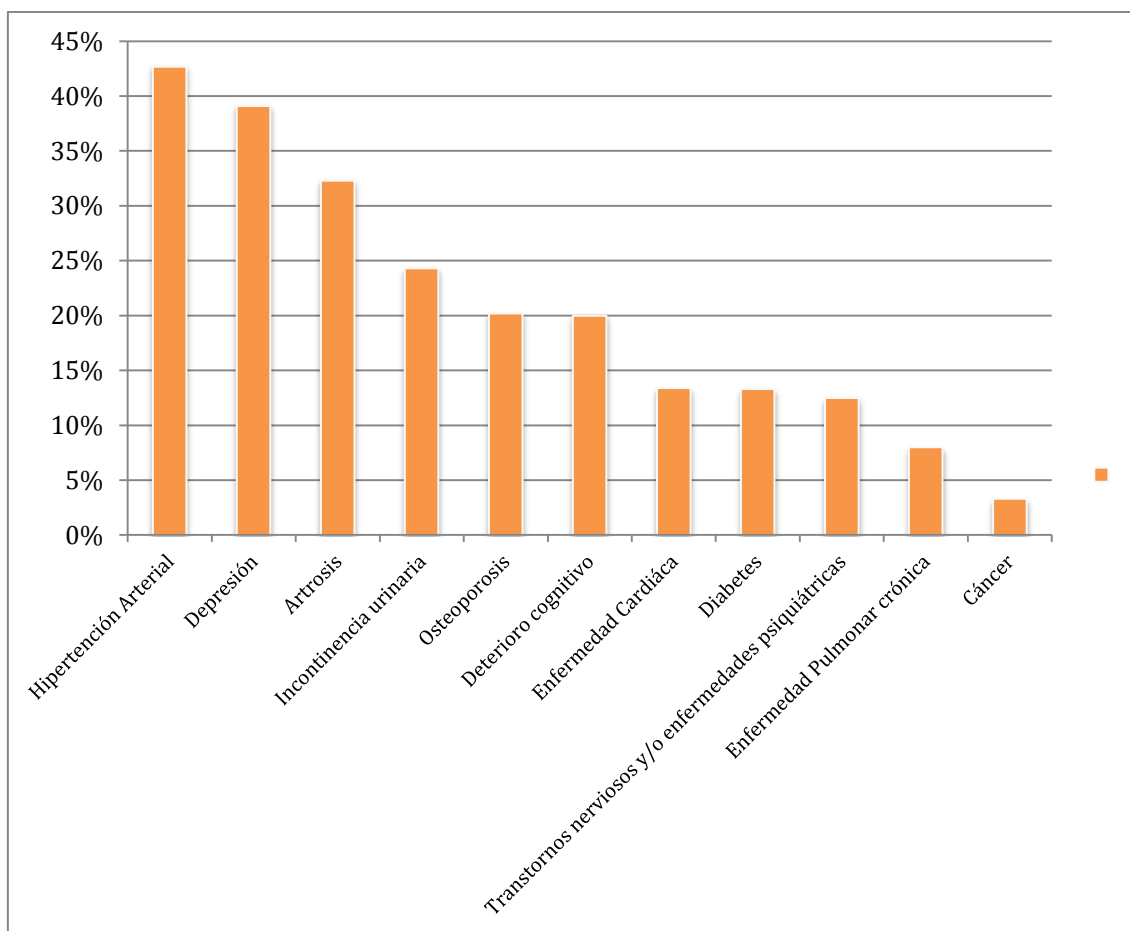
Fuente: OPS, 2010
Elaborado por: OPS

Cabe aclarar que varias de éstas causas presentan comorbilidad y se asocian con el síndrome metabólico, que generalmente comprende los siguientes factores: obesidad, presión arterial alta, hipertrigliceridemia, lipoproteína de alta densidad (HDL) baja y glicemia elevada (Pineda, 2013). Por lo tanto, se están tomando medidas como programas o políticas para fomentar estilos de vida saludables y la creación de entornos que favorezcan a toda la población para mejorar su calidad de vida, de igual manera se han establecido protocolos clínicos y terapéuticos para atender estas enfermedades, brindando mejor calidad en la atención de la salud (MSP, 2011).

La Encuesta de Salud, Bienestar del Adulto Mayor (SABE I) (Freire, et al., 2010) realizada en nuestro país, indica que la hipertensión arterial es la enfermedad de mayor prevalencia (42,7 %) en las personas mayores. Entre otras enfermedades frecuentes que implican riesgos en la salud de este grupo poblacional se encuentran: la depresión, artrosis, incontinencia urinaria, osteoporosis, deterioro cognitivo, enfermedades cardíacas, diabetes (menor en grupos de condiciones socioeconómicas malas e indigentes), trastornos nerviosos y otras enfermedades psiquiátricas, enfermedad pulmonar crónica y el cáncer (Gráfico 9).

GRÁFICO 9

Prevalencia de principales enfermedades en adultos mayores según la SABE I 2010



Fuente: Freire, et al., 2010
Elaborado por: Antón Ignatov

Los datos expuestos por la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010), señalan que en la mayoría de estas enfermedades, la prevalencia es mayor en el sexo femenino y aumenta conforme la edad. Estas patologías fueron establecidas por auto percepción, por lo que los datos pueden distorsionarse dependiendo del nivel de educación y del acceso a los sistemas de salud. Asimismo se reveló, la existencia de segmentos importantes en la población mayor a los 60 años que viven en condiciones de vulnerabilidad.

Según la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010), existe la necesidad de generar políticas públicas que garanticen el acceso a servicios de salud de calidad, y que se eliminen las barreras económicas en las personas de edad avanzada. Ecuador en comparación con otros países de Latinoamérica, presentan bajas coberturas en seguros de salud y de seguridad social, provocando gastos directos a los bolsillos del adulto mayor o de sus familiares, limitando la accesibilidad a éstos medios.

La mayoría de personas mayores de 60 años, utilizan los servicios de primer nivel de atención, generándose un proceso de medicalización con sobreprescripción de medicamentos y exagerada solicitud de exámenes complementarios. Existen inequidades en los servicios de consulta ambulatoria especialmente para los pobladores mayores de la Sierra rural, siendo el acceso geográfico, el género femenino, la disposición de pocas unidades que prestan servicios de salud y la situación económica, dificultades para acceder a los servicios sanitarios.

Se han generado programas públicos de salud con poca cobertura, por ejemplo en vacunación de los adultos mayores, en los cuales más del 50 % de los adultos mayores no lo hicieron. Otra limitación en la prestación de servicios de salud para las personas mayores es el tiempo de traslado y espera, que es superior al de la población en general.

2.1.3 Situación Nutricional del Adulto Mayor

El envejecimiento deteriora paulatinamente el estado nutricional de una persona (SINAIS, et al., 2011). El adulto mayor es sensible a presentar trastornos nutricionales como: sobrepeso y obesidad, siendo propensos a desarrollar enfermedades cardio-metabólicas; enfermedades por déficit de nutrientes como anemias; enfermedades óseas; la desnutrición calórica proteica y la sarcopenia (Nuñez, 2008 y Villareal, et al., 2005).

Una mala nutrición en el adulto mayor comprometerá su calidad de vida, la evolución de enfermedades, estancias hospitalarias más prolongadas y reingresos hospitalarios regulares, generando mayores gastos económicos para él, la familia y la sociedad (Valverde, 2005). Si consideramos el aumento en velocidad e intensidad del envejecimiento, en un futuro cercano, si no se toman acciones preventivas y de planificación para afrontar este problema, el país y el mundo estarían en una grave crisis.

La situación nutricional actual del adulto mayor presenta datos alarmantes. En el Ecuador la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010) reflejó la condición nutricional de esta población, en la que reveló que un gran porcentaje de adultos mayores (46 %) comen menos que antes en el último año por problemas digestivos o falta de apetito. Esta percepción es mayor en mujeres que en hombres (52 % vs. 38 %). La causa puede ser la presencia de enfermedades crónicas, la disminución de la sensación del sabor, problemas dentales y la soledad al comer (Freire, et al., 2010). El hecho de disminuir la ingesta alimentaria puede traer graves consecuencias como: déficit de micronutrientes,

desnutrición calórica proteica y anemia; alcanzando a evolucionar a complicaciones graves de salud e incluso la muerte (Arbonés, et al., 2003).

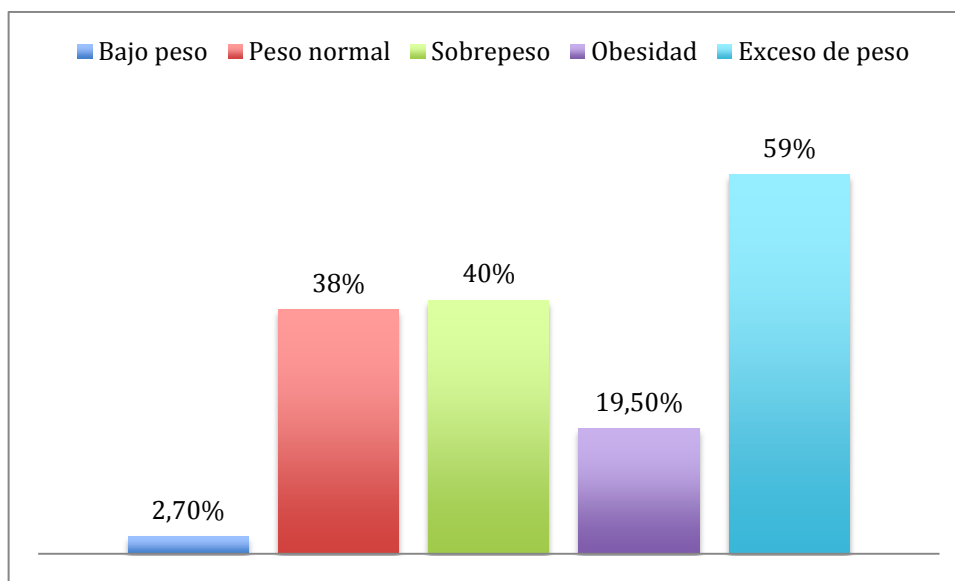
Otro factor que condiciona el estado nutricional del adulto mayor es la pérdida de peso voluntaria o involuntaria, no forma parte del envejecimiento normal pero conlleva al aumento de la morbimortalidad y la dependencia funcional (Martínez, 2014). En Ecuador, el porcentaje de personas mayores que han bajado de peso en el último año sin hacer dieta para ello, ha sido de un 37 % (15 % más de 3 kilos y 22 % entre 1 y 3 kilos).

Para obtener una aproximación de la condición nutricional de los ecuatorianos de 60 años y más, la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010) utilizó los puntos de corte del IMC establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2004). Hay que tomar en cuenta que existe una amplia evidencia de que estos puntos de corte no son adecuados para una población, si se considera las características específicas como la edad, género y la etnia; además que el IMC sólo toma en cuenta los cambios anatómicos del individuo y no especifica los diferentes compartimentos corporales (Gallagher, et al., 1996; Deurenberg, et al., 2002; Deurenberg, 2001 y Muralidhara, 2007). Por lo que los valores presentados no necesariamente reflejan la realidad sanitaria y nutricional de las personas mayores de nuestro país.

El Gráfico 10 muestra que un pequeño porcentaje (2,7 %) de adultos mayores según el IMC presentan bajo peso. Un 38 % presenta peso normal, mientras que un 59 % se encuentra con exceso de peso (sobrepeso 39,5 + obesidad 19,5 %). También este estudio evidencia que el exceso de peso disminuye conforme aumenta la edad de los adultos mayores.

GRÁFICO 10

Estado nutricional según el IMC en los adultos mayores ecuatorianos según la SABE I 2010



Fuente: Freire, et al., 2010
Elaborado por: Antón Ignatov

Es importante destacar según los datos de la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010), que las proporciones más bajas de exceso de peso se encuentra en la Sierra y Costa rural (43 y 52 % respectivamente), mientras que Quito y Guayaquil tienen proporciones más altas (72 y 62 % respectivamente) lo que supone que la urbanidad favorece al exceso de peso en los adultos mayores.

Por otro lado, el exceso de tejido adiposo visceral está reconocido como uno de los mayores riesgos cardio-metabólicos. Una manera para detectar indirectamente la grasa visceral es a través de la medición de circunferencia de la cintura (Janssen, et al., 2002). Los resultados del SABE I (2010) (Freire, et al., 2010) sobre esta medición, afirmaron que en mujeres mayores, el 17,9 % presenta sobrepeso y el 69,3 % obesidad; mientras que en los hombres, el 28,3 % tienen sobrepeso y el 20,4 % obesidad. Valores preocupantes especialmente en mujeres, ya que la mayoría (87,2 %) presentan riesgos cardio-metabólicos según este indicador. Es necesario indicar que la circunferencia de la cintura refleja las medidas anatómicas corporales, y a pesar de tener un alto grado de correlación con la técnica de referencia de tomografía computarizada, presenta resultados muy variables. Por lo que no logra diferenciar los compartimentos corporales y los tipos de grasas (subcutánea y visceral), pudiendo subestimar la grasa visceral en las valoraciones (Ryo, et al., 2005).

2.2 Composición Corporal y Métodos de Valoración

2.2.1 Evaluación de la composición corporal

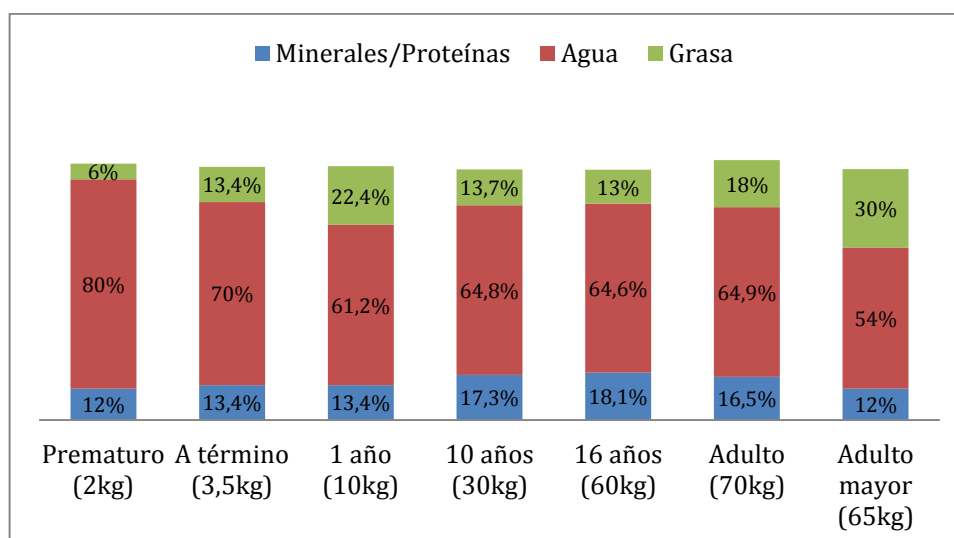
La evaluación de la composición corporal contribuye a la determinación del estado nutricional de las personas al reflejar las ingestas, deficiencias, excesos, y necesidades nutricionales (Thibault, et al., 2012). Conjuntamente con la evaluación clínica, bioquímica y la ingesta de nutrientes; ayuda de manera oportuna a diagnosticar problemas por malnutrición y a generar intervenciones en la prevención, tratamiento y seguimiento para mejorar o mantener el estado nutricional del individuo (Mataix, 2013). En la valoración de la composición corporal es necesario considerar las siguientes variables que pueden influir en los valores de los diferentes componentes de la composición corporal: el género, edad, etnicidad, genética, estado fisiológico, enfermedad y actividad física (Sampei, et al., 2003).

2.2.1.1. Composición Corporal Durante el Ciclo de Vida

Se puede observar que los diferentes compartimentos corporales sufren grandes cambios desde el nacimiento hasta la muerte (Gráfico 11).

GRÁFICO 11

Cambios proporcionales de la composición corporal durante el ciclo de vida



Fuente: Bechard, et al., 2008
Elaborado por: Antón Ignatov

Al ser nuestra población objeto de estudio los adultos mayores, a continuación se expondrán los diferentes cambios tanto en masa grasa, como en agua corporal total, contenido mineral corporal y masa muscular esquelética que experimenta esta población.

I. Cambios en la Masa Grasa

La grasa es el compartimento que durante el ciclo de vida experimenta más variaciones, oscilando entre el 5 % al 50 % del peso corporal, siendo el rango normal más estrecho entre el 10 % al 30 % (Bechard, et al., 2008).

En la edad adulta, aproximadamente a los 18 – 25 años, la grasa en los hombres aumenta lentamente a un 18 % del peso corporal total; mientras que a los 65 – 85 años, esta llegará a un promedio de 35 %. En las mujeres, en los mismos rangos de edad, el incremento será del 33 % al 45 % respectivamente (Bechard, et al., 2008). El predominio de la masa grasa en mujeres de todas las edades y con una ubicación más en la parte inferior corporal, está dada por la presencia de estrógenos y enzimas como la lipoproteinlipasa (Wilmore & Costill, 2007).

Como se puede observar en el Gráfico 11, el mayor porcentaje de grasa en los diferentes grupos de edad lo tienen los adultos mayores. Esto puede estar atribuido a la decreciente actividad física por una disminución de la fuerza muscular a esa edad. En las personas mayores de sexo femenino, existen cambios hormonales que favorecen el aumento de masa grasa y su variación, especialmente de la parte inferior a la parte superior central (Lobo, 2000).

La personas mayores presentan cambios en la distribución de la grasa como el descenso de la grasa subcutánea por la disminución de la capacidad del tejido adiposo subcutáneo de almacenar lípidos; incremento de la grasa visceral, intramuscular y a nivel de la médula ósea (Gómez-Cabello, et al., 2012 y Evans & Campbell, 1993).

El exceso de masa grasa (sobrepeso u obesidad) está relacionado con problemas de salud y más aún dependiendo de su localización. La grasa visceral excesiva está vinculada con el riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión, dislipidemias, entre otras, pudiendo llegar a la muerte (Rosito, 2008).

Por otro lado, los bajos niveles de grasa aparecen en individuos con insuficientes ingestas calóricas y en deportistas que requieren un traslado vertical del peso corporal

como en varias modalidades del atletismo. Asimismo en actividades donde el peso es un factor, como la gimnasia, el ballet y el fisicoculturismo. Los niveles bajos de grasa corporal pueden afectar el rendimiento de la persona y la correcta función hormonal (Bean, 2009). Además en las mujeres, puede producir problemas del sistema reproductor llegando a generar una disminución de la densidad ósea por la baja producción de estrógenos (Benardot, 2001).

II. Cambios en el Agua Corporal

Un niño a término nace con aproximadamente 75 % del peso corporal de agua. Después del nacimiento el porcentaje baja hasta un 60 % en la edad de 4 meses. Desde ese periodo hasta la adolescencia, el agua corporal varía entre 60 % al 65 %. (Bechard, et al., 2008) En la edad adulta (18 a 40 años) tiene un valor promedio de 55% y este valor disminuye conforme envejece la persona, llegando a 50 % aproximadamente en la persona mayor de 60 años. (Rhoades & Bell, 2012)

Con respecto a los cambios de los fluidos intra y extracelulares, durante los primeros años de vida, el volumen de agua extracelular (AEC) comprende un 40 % del peso corporal, siendo mayor que el porcentaje del agua intracelular (AIC) que tiene 25 – 30 %. Conforme avanza el crecimiento, esta relación se invierte y ya en la adolescencia el AEC tiene 20-25 % mientras que el AIC un 35 – 40 %. Esto se debe a que la masa muscular va incrementándose constantemente durante la niñez y adolescencia. En la vejez ocurre lo contrario al disminuir la masa muscular, el AEC aumenta y baja el contenido de AIC. (Bechard, et al., 2008)

En estados patológicos como: malnutrición, cáncer, sepsis y en cirugías, existe un aumento del AEC. La relación AEC / AIC, en nuestro organismo parece ser un buen predictor de los resultados clínicos y la mortalidad (Robert, et al.,1993). También existe alta correlación entre los cambios generados entre el AEC y el AIC con las ingestas proteicas energéticas (Bechard, et al., 2008).

III. Cambios en el Contenido Mineral Corporal

El esqueleto se desarrolla desde el nacimiento llegando a su madurez a finales de la adolescencia. Sólo en el primer año de vida, la masa esquelética de los infantes logra ser el doble y aproximadamente el 37 % de la masa esquelética total en adultos es

acumulada durante la adolescencia (Bechard, et al., 2008). En la edad adulta cuando se ha concluido el crecimiento esquelético, el tejido óseo, dentro de la existente estructura esquelética, es formado y reabsorbido continuamente con un balance óseo negativo, en donde existe una pérdida anual de masa ósea del 0,5 al 1 % (Chicharro & López, 2008).

Mientras el cuerpo humano va envejeciendo, conjuntamente con la pérdida de masa muscular y la falta de actividad física; la masa ósea va reduciéndose en el esqueleto apendicular y vertebral, generando la pérdida de estatura. La pérdida de masa ósea se denomina osteopenia y en un grado avanzado osteoporosis, siendo un factor para el desarrollo de fracturas e incluso la muerte (Flores, 2009). Para evitar la progresiva pérdida de masa ósea se recomienda una apropiada ingesta de calcio más actividad física de fuerza practicada regularmente (Myoung, et al., 2014).

IV. Cambios en la masa muscular esquelética

El recién nacido tiene una masa muscular que representa el 22 – 25 % de la masa corporal, mientras que una persona adulta tiene aproximadamente una masa muscular que conforma el 30 % - 45 % del peso corporal, variando muy significativamente (Bechard, et al., 2008).

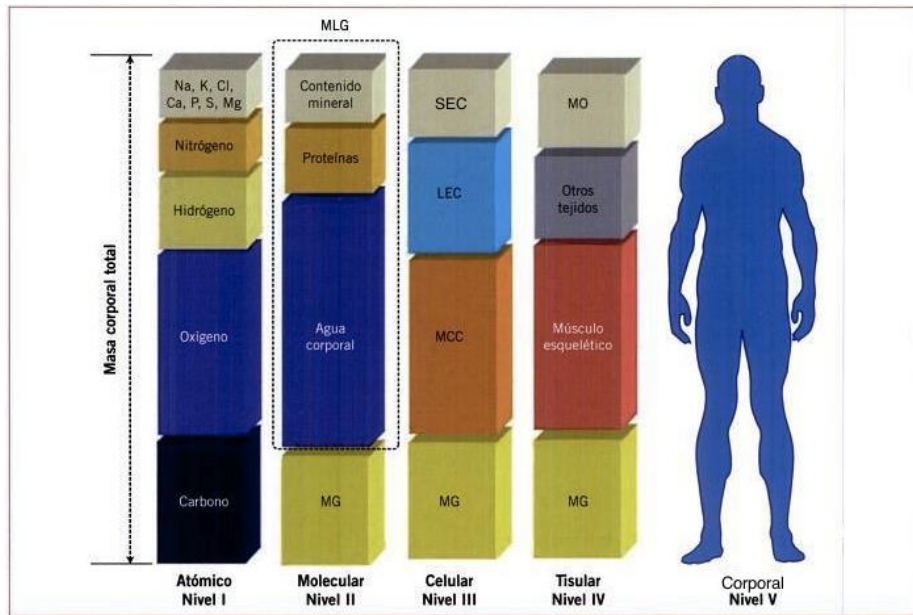
Después de los 60 años de edad, existe una baja sustancial de la masa muscular. La falta de actividad física, el tabaco y los bajos valores de testosterona son posibles factores de riesgo para el desarrollo de sarcopenia en esta población (Iannuzzi-Sucich, et al., 2002). Un entrenamiento físico, especialmente con ejercicios de fuerza con apropiada intensidad, frecuencia y duración; pueden retardar la pérdida de masa muscular que está asociada a la desmineralización ósea y al aumento de masa grasa. Por lo tanto también se reducirán los problemas relacionados con la diabetes, enfermedad coronaria, osteoporosis y fracturas (Evans & Campbell, 1993).

2.2.1.2 Métodos de Valoración de la Composición Corporal

Para comprender mejor el estudio de la composición corporal y en especial las diferentes técnicas y metodologías, se utiliza el modelo de 5 niveles, en donde cada nivel está conformado por componentes claramente definidos. La suma de estos reflejarán la masa corporal total (Figura 1).

Figura 1

Niveles y compartimentos de la composición corporal



Fuente: Gil, A. (2010)
Elaborada por: Gil

Con este modelo, se podrá clasificar a cada método en su respectivo nivel según el objetivo de análisis, se identificará la relación entre las valoraciones directas e indirectas de la composición corporal en diferentes niveles y nos ayudará a aclarar algunos términos utilizados en estudios sobre este tema; contribuyendo a la correcta relación cuantitativa entre los diferentes niveles, compartimentos y componentes del organismo (Gil, 2010 y Wang, et al., 1992).

2.2.1.2.1 Niveles, Compartimentos y Técnicas de Valoración de la Composición Corporal

I. Primer Nivel: Atómico

Los componentes estructurales más pequeños del cuerpo humano son los átomos. Nuestro organismo contiene alrededor de 50 elementos de los 106 totales, distribuidos en tejidos y órganos. En nuestro cuerpo, más del 98 % del peso corporal está formado por solo 6 elementos (oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio y fósforo) y únicamente el oxígeno comprende el 60 % de la masa corporal total (Wang, et al., 1992).

En este nivel, la composición corporal estaría dada por la siguiente ecuación: $\text{Peso corporal total} = \text{O} + \text{C} + \text{H} + \text{N} + \text{Ca} + \text{P} + \text{R}$, en donde R es el 2% restante de los 44 elementos que también forman parte de la composición corporal (Wickramasinghe, 2011).

Con el desarrollo tecnológico y los avances científicos, en la actualidad es posible determinar *in vivo* a casi todos estos elementos utilizando el análisis de activación de neutrones (AAN) y el recuento de potasio corporal total (KCT) (Gil, 2010). En el nivel atómico, se puede estimar directamente a la mayoría de elementos (Ca, N, K, Na, Cl, C) e indirectamente al fósforo a través de fórmulas matemáticas (Tabla 1).

Tabla 1: Relación directa e indirecta de las mediciones de la composición corporal organizadas por el modelo de cinco niveles*

Directa	Indirecta			Nivel Sistema de Tejidos	Nivel Corporal
	Nivel Atómico	Nivel Molecular	Nivel Celular		
Nivel Atómico OCT, CCT, HCT, NCT, KCT, CaCT, NaCT, PCT, ClCT, Nae, Ke	$PCT = (0,456 \times CaCT) + (0,555 \times KCT)$	$Pro = 6,25 \times NCT$; $MLG = KCT / 68,1$	$MCC = 0,00833 \times KCT$; $SEC = CaCT / 0,177$; $LEC = (0,9 \times ClCT) / Cl \text{ plasma}$	$ME = 0,0196 \times KCT - 0,0261 \times NCT$	$Pct = O + C + H + N + Ca + P + K + Na + Cl + R$
Nivel Molecular ACT, Mineral óseo		$MLG = ACT / 0,732$; $MLG = 24,1 \times Cr + 20,7$		$ME = 11,8 \times Cr + 10,1$	$Pct = L + A + Pro + M + G + R$
Nivel Celular LEC, volumen del plasma					$Pct = MC + SEC + LEC$
Nivel Sistema de Tejidos Volumen de tejido adiposo subcutáneo y visceral					$Pct = \text{Tejidos adiposo} + \text{del musculo esquelético} + \text{huesos} + \text{visceras} + \text{sangre} + R$
Nivel Corporal Pct, talla, volumen cororal, circunferencias, pliegues	$KCT = (27,3 \times Pct) + (11,5 \times \text{talla (cm)}) - (21,9 \times \text{Edad}) + 77,8$	$\% \text{ Grasa} = (4,95 \times \text{Volumen corporal (L)} / Pct - 4,5) \times 100$	$LEC = 0,135 \times Pct + 7,35$	$ME = \text{talla (cm)} (0,0553 \times CM^2 + 0,0987 \times CB^2 + 0,0331 \times CP^2) - 2445$	$\text{Superficie Corporal} = 0,007184 \times \text{talla}^{0,725} \times Pct^{0,421}$

Nota: A, (kg); ACT, agua corporal total (kg); CB, circunferencia del brazo (cm); Cl Plasma (mmol/L); CM, circunferencia del muslo (cm); CP, circunferencia de la pantorrilla (cm); Cr, creatinina urinaria 24 horas (g); G, glucógeno (kg); Ke, potasio intercambiable; L, lípidos (kg); LEC, líquidos extracelulares (kg) M, minerales (kg); MC, masa celular (kg); ME, músculo esquelético (kg); MLG, masa libre de grasa (kg); Nae, sodio intercambiable; Pct, peso corporal total (kg); Pro, proteínas (kg); R, residuo (kg); SEC, sólidos extracelulares (kg).

Fuente: Wang, et al., 1992
Elaborada por: Antón Ignatov

A. Análisis de Activación de Neutrones

Técnica que a través del bombardeo de neutrones por una fuente externa hacia diferentes átomos constituyentes del cuerpo humano, generan isótopos inestables, que para volver a su estado de estabilidad anterior desprenden radiación gamma (Gil, 2010). Esta radiación es analizada espectrograficamente, en donde el nivel energético determina a los átomos de origen y la actividad establece la cantidad del elemento (Lukaski, 1987).

Según Gil (2010), el AAN, dependiendo del elemento que se desee valorar, puede dividirse en:

- Análisis de activación neutrónica de rayos gamma instantáneos, utilizada para evaluar el nitrógeno corporal total.
- Análisis de activación neutrónica de rayos gamma retardados, empleado para medir calcio, cloro y sodio corporal.
- Choque inelástico de neutrones, utilizado para establecer la cantidad de carbono total en nuestro organismo.

A pesar de que esta técnica (en comparación con otras) proporciona resultados precisos de cada elemento en la valoración de la composición corporal, no es de gran utilidad en el campo nutricional. Aunque estos datos se utilizan para estimar diferentes compartimentos en el siguiente nivel molecular por medio de ecuaciones matemáticas (Gil, 2010) (Tabla 1).

El AAN tiene algunos inconvenientes en el campo de investigación como: un costo demasiado elevado, la necesidad de manejo por personal especializado, falta de portabilidad, exposición a radiación ionizante y la necesidad de una infraestructura específica. Por lo tanto este método no podrá ser utilizado en forma sistemática en la evaluación de la composición corporal (Lukaski, 1987).

B. Potasio Corporal Total (KCT)

Gil (2010) menciona que esta técnica, para calcular la cantidad total de potasio en el organismo utiliza un isótopo radioactivo natural: el potasio-40 (^{40}K), que emite radiación gamma espontánea, determinada y cuantificada por equipos con contadores de alta sensibilidad. Si se considera que el potasio en nuestro cuerpo se localiza sólo en la MLG, a través de ecuaciones se obtiene el KCT (0,0118 % del KCT es ^{40}K) y con este valor podemos estimar la masa libre de grasa ($\text{MLG} = \text{KCT} / 68,1$) (Gil, 2010) (Tabla 1).

Este método alcanza cierta variabilidad ya que una fracción de potasio se encuentra en el tejido adiposo, además el contenido de potasio varía con la edad, etnia, y el grado de adiposidad (Wickramasinghe, 2011). Al ser la radiación gamma emitida por el ^{40}K muy baja y espontánea, en individuos muy obesos esta radiación puede ser opacada por el tejido adiposo y dar valores falsamente bajos de KCT (Hall & Nieman, 2003). También no

existe un consenso de qué valor relativo de $^{40}\text{K}/\text{MLG}$ utilizar ya que hay diferentes estudios con diferentes propuestas (Gil, 2010). El KCT a pesar de ser una técnica que no presenta riesgo para la salud y es de fácil operación, los costos de la infraestructura y los equipos la convierten en un método de uso sólo en laboratorios específicos sin la posibilidad de aplicarlos en la práctica clínica y estudios en campo (Eckel, 2003).

II. Segundo Nivel: Molecular

En el nivel molecular los diferentes compuestos químicos se dividen en categorías de especies moleculares estrechamente relacionadas: Agua (A); Lípidos (L); Proteínas (Pro); Minerales (M); y Glucógeno (G) (Wang, et al., 1992).

El agua es el compuesto químico más abundante del cuerpo humano, siendo aproximadamente el 60 % del peso corporal total en un adulto de referencia (Moreno, 2013). Las proteínas incluyen a la mayoría de compuestos que tienen nitrógeno desde aminoácidos simples hasta nucleoproteínas. El glucógeno se encuentra en el citoplasma de la mayoría de células especialmente las musculares y del hígado. En un hombre adulto de 70 kg como referencia, el peso total del glucógeno equivaldría a 400 gr. aproximadamente. El término “mineral” engloba a compuestos inorgánicos dividiéndolos en dos categorías: óseos y extra óseos, siendo los minerales óseos los que se encuentran en mayor proporción (Wang, et al., 1992).

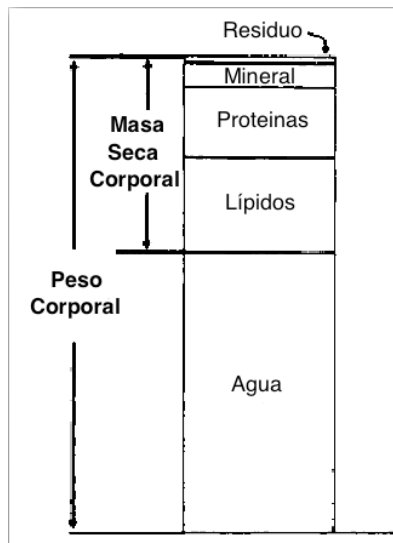
Según Wang, et al. (1992), existen más de 50 variedades de lípidos en los humanos, agrupados por la química orgánica en: simples (como los triglicéridos), compuestos lipídicos (ej. fosfolípidos), esteroides, ácidos grasos y terpenos. Los lípidos simples, que en su mayoría son los triglicéridos, forman parte de casi el 90 % de los lípidos totales del organismo. Es común que se confunda a la grasa que es sinónimo de triglicéridos con los lípidos totales, pero como se explicó anteriormente, son una subcategoría de éstos.

Los lípidos también pueden clasificarse fisiológicamente en esenciales y no esenciales. Los lípidos esenciales cumplen funciones importantes como formar parte de las membranas celulares, mientras que los no esenciales ayudan exclusivamente al aislamiento térmico y al depósito de combustible de movilización. Sólo un 10 % de los lípidos corporales son esenciales, el resto lo conforman los lípidos no esenciales.

El peso corporal total (Pct) en el nivel molecular estaría dado por la siguiente ecuación: $\text{Pct} = \text{L} + \text{A} + \text{Pro} + \text{M} + \text{G} + \text{R}$, donde R representa los residuos de

componentes químicos que no se incluyen en las categorías mencionadas y sólo aportan menos del 1 % al peso corporal total. También pueden establecerse otras ecuaciones tomando en cuenta al agua y a componentes anhidridos que serían la masa seca corporal (MSC). En este caso la ecuación sería la siguiente: $Pct = A + MSC$ (Figura 2).

Figura 2
Modelo de la composición corporal en el nivel molecular tomando en cuenta al agua y a componentes anhidridos

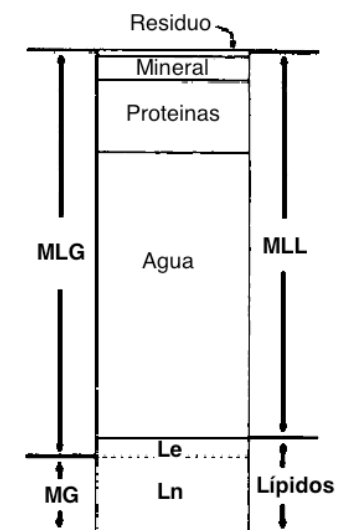


Fuente: Wang, et al., 1992
 Elaborada por: Wang, et al.

Si la grasa conforma casi en su totalidad a los lípidos no esenciales (L_n) tendríamos esta ecuación: $Pct = L_n + MLG (A + Pro + M + G + R)$ o Masa grasa (MG) + MLG (Figura 3).

Figura 3

Modelo de la composición corporal en el nivel molecular tomando en cuenta al agua y componentes anhidridos



Nota: MLG, masa libre de grasa; MG, masa grasa; MLL, masa libre de lípidos; Le, lípidos esenciales y Ln, lípidos no esenciales.

Fuente: Wang, et al., 1992
Elaborada por: Wang, et al.

Si se utiliza a los lípidos corporales totales, el otro componente sería la masa libre de lípidos (MLL), donde $Pct = L + MLL$ (Figura 3), pero se emplearía sólo en estudios *in vitro* con disolventes apropiados en condiciones óptimas ya que los lípidos esenciales son difíciles de separar de otras sustancias aun con disolventes adecuados.

La masa libre de grasa es utilizada por muchos autores como sinónimo de masa magra corporal; eso sería válido sólo si se considera que la masa magra corporal está compuesta por agua, proteínas, minerales, glucógeno y lípidos esenciales (Figura 3).

En la actualidad sólo dos componentes del nivel molecular se pueden medir directamente, el agua corporal total a través de técnicas de diluciones isotópicas y el mineral óseo por medio de la absorciometría con rayos x de doble energía (DXA). Los componentes restantes del nivel molecular se estiman indirectamente utilizando mediciones en otros niveles (Tabla 1). Por ejemplo, las proteínas corporales se obtendrían a través del nitrógeno corporal total (primer nivel), asumiendo que todo el nitrógeno corporal se encuentra en las proteínas y que el 16 % de éstas son nitrógeno. Otro ejemplo es la estimación de la grasa corporal total por medio de la densidad corporal que es una dimensión del quinto nivel, aceptando que la grasa y la MLG tienen densidades de 0,9 y 1,1 g/cm³ respectivamente. A continuación se describirán las

técnicas más utilizadas para medir los compartimentos del nivel molecular, tanto directamente como indirectamente.

A. Métodos de Dilución Isotópica

Técnica utilizada para determinar el ACT directamente a nivel molecular. Se basa en el supuesto de que los isótopos tienen el mismo volumen de distribución de los líquidos corporales, son intercambiados por el cuerpo de manera similar al agua, y la cantidad empleada de éstos no es tóxica para el organismo (Lukaski, 1987). Los isótopos más utilizados para cuantificar el volumen del ACT son: hidrógeno, deuterio y tritio. En los recientes años se ha utilizado más al deuterio al ser menos radioactivo que el tritio, presenta mejor detección por técnicas como la cromatografía de gases, espectrometría de masas y absorción infrarroja de filtro fijo (Lukaski, 1987).

El procedimiento para utilizar al deuterio comienza con la ingesta o la inserción del isótopo por vía intravenosa en una cantidad específica, después se espera a un periodo de equilibrio (donde se distribuye el trazador por todo el organismo) y termina con un periodo de muestreo (se determina la cantidad del trazador en fluidos corporales como saliva, plasma u orina). El tiempo requerido para el equilibrio del trazador (deuterio) en los fluidos biológicos será de 2 horas en hombres y mujeres sanos; en personas con problemas hidroelectrolíticos será de 4 a 6 horas (Maud & Foster, 2006).

La concentración del deuterio en saliva sería la manera más óptima para obtener los valores del trazador, ya que facilita la participación de la población estudiada. Para calcular el volumen del ACT se utiliza la siguiente relación: $C_1V_1 = C_2V_2$, donde C_1V_1 corresponde a la concentración y el volumen del trazador utilizado mientras que C_2 será la concentración final del trazador en un fluido biológico y V_2 reflejará el volumen del ACT (Lukaski, 1987).

Las desventajas de esta técnica frente a otras en la valoración de la composición corporal son: la necesidad de laboratorio, equipos y personal especializado además de que el tiempo gastado en la obtención de resultados por las valoraciones es extenso. (Lukaski, 1987 y Maud & Foster, 2006).

B. Densitometría Hidrostática (DH)

Método que determina indirectamente las masas: grasa y magra a través de la densidad corporal aplicando ecuaciones matemáticas. Se basa en el principio de Arquímedes, en donde al sumergir un cuerpo en agua, el volumen del cuerpo será igual al volumen del agua desplazada por este (Salas-Salvadó, et al., 2000).

En la práctica, el método consiste primero en pesar al individuo y luego volverlo a realizar sumergido completamente en un tanque de agua después de haber realizado una espiración máxima (McArdle & Katch, 2010). Utilizando la siguiente fórmula se podrá establecer la densidad corporal: $D = P_a / [(P_a - P_h / D_a] - VR - VGI$. Donde P_a es el peso fuera del agua; P_h es el peso sumergido; D_a es la densidad del agua (varia con su temperatura); VR es el volumen residual pulmonar (25% de la capacidad vital o estimando por métodos de dilución de oxígeno o helio), VGI es el volumen estimado de gas intestinal que se suele utilizar 100 ml, pero que en una persona varía entre 50 a 300 ml (Hernández & Sastre, 1999).

Con el valor de la densidad corporal, a través de fórmulas de referencia (de Siri o de Brozek) se obtiene el porcentaje de grasa corporal (Gil, 2010). Siri: $\% MG = ((4,95 / D) - 4,5) \times 100$; Brozek: $\% MG = ((4,57 / D) - 4,14) \times 100$. Estas ecuaciones son válidas si se considera lo siguiente: que la masa grasa y la masa magra tengan una densidad constante de 0,9 g/ml y 1,1 g/ml respectivamente y que los diferentes componentes corporales se mantengan relativamente constantes entre los individuos (Hernández & Sastre, 1999).

Esta técnica puede presentar varios errores en sus estimaciones debido a las variaciones existentes tanto en el VR y el VGI, además de la dificultad de aceptación del paciente ya que deberá ser sumergido en un tanque de agua, siendo de difícil implementación en niños, adultos mayores, personas discapacitadas y pacientes con enfermedades que se pueden complicar por el sumergimiento. Además de la necesidad de un laboratorio especializado con instalaciones apropiadas y personal calificado para llevar a cabo las valoraciones (Hernández & Sastre, 1999).

C. Pletismografía por Desplazamiento de Aire (PDA)

Técnica que surge con los principios físicos de la DH, pero utiliza al aire como medio en la determinación de la densidad corporal y con ésta estima indirectamente la cantidad

de grasa corporal. La PDA consiste en el ingreso de una persona a una cámara con un volumen de aire preestablecido, al cerrarse la cámara se mide el nuevo volumen de aire existente por medio de dispositivos que detectan cambios de presión dentro de la cámara. Estos cambios ayudarán a calcular el volumen corporal bajo los principios físicos de la relación volumen–presión de gases a determinada temperatura (ley de Poisson) (Fernández, 2009). Una vez obtenido el volumen corporal de la persona se calcula la densidad corporal y con la ayuda de ecuaciones validadas, y fórmulas como la de Siri o Brozeck, se estima la masa grasa corporal (Moreno, 2005).

Para aplicar este método el individuo deberá estar sentado dentro de la cámara, vestir con la mínima cantidad de ropa posible (traje de baño), ponerse gorro de nadador de licra, estar completamente seco y en estado de reposo (Gil, 2010).

La valoración de la composición corporal mediante esta técnica tiene ventajas como: puede aplicarse a un mayor rango de poblaciones (en comparación a DH) al no implicar un sumergimiento dentro de agua, requiriendo poca colaboración del paciente; puede realizarse en individuos con obesidad mórbida; es de rápida aplicación; no es invasiva y el proceso es seguro. Entre las desventajas están: el costo elevado del equipo y la falta de estudios de comparación con otras técnicas de referencia especialmente con poblaciones específicas (Casanueva, 2008).

D. Impedancia Bioeléctrica

La impedancia bioeléctrica analiza la composición corporal a nivel molecular, midiendo la propiedad física de nuestro cuerpo: su capacidad de conducir corriente eléctrica en función del contenido de agua y electrolitos (Gil, 2010). De esta manera puede estimar indirectamente la masa magra a partir del contenido líquido del organismo (Tabla 1) y a la masa grasa restando el valor de la MLG al peso corporal total (Aristizábal, et al., 2007).

Al igual que algunas técnicas expuestas anteriormente, el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) requiere de constantes preestablecidas en relación con las propiedades eléctricas y determinadas características físicas de los compartimentos. (Gil, 2010) Esta técnica se detallará en el siguiente subcapítulo al ser el método de interés en esta investigación.

E. Absorciometría

La técnica de absorciometría más moderna y de amplia utilización es la absorciometría dual de rayos X (DXA), al proporcionar mejor calidad de imágenes y reducir el tiempo de exposición del paciente a la radiación, en comparación con las otras técnicas (absorciometría de fotón único y de doble fotón) (Gil, 2010). Los rayos x al pasar a través de un objeto sufren una atenuación; el grado de atenuación estará relacionado con el espesor, la densidad y la composición química del material atravesado. La DXA permite una valoración sistemática de la densidad mineral ósea, proporciona también datos de la MG y la MLG (masa ósea + masa magra (equivalente a la MLG no ósea)) tanto a nivel corporal como segmentario (Wickramasinghe, 2011).

A pesar de que la DXA fue especializada para detectar pérdidas de la masa ósea por enfermedades, en la actualidad se ha extendido su uso para el análisis de la composición corporal de manera rápida y exacta. La DXA también es utilizada para el desarrollo de modelos matemáticos de la composición corporal al ser considerada como técnica de referencia en la valoración de la masa mineral ósea (Gil, 2010).

Este método estudia la composición corporal en un modelo de tres compartimentos: masa grasa, masa ósea y masa magra (compuesta por proteínas, grasa, glucógeno y minerales de los tejidos no grasos extra esqueléticos). El DXA puede medir directamente la masa mineral ósea, pero los otros componentes lo hace de manera indirecta con relaciones matemáticas (Gil, 2010). Factores como la obesidad mórbida (dependiendo del equipo), el tamaño del cuerpo, el procedimiento de calibración, la procedencia de los equipos y las versiones del software pueden afectar los resultados (Wickramasinghe, 2011).

Entre las desventajas de esta técnica para su uso en la valoración de la composición corporal están: la exposición a la radioactividad, la necesidad de una infraestructura adecuada para la aplicación de los rayos x, el alto costo del equipo, la presencia de personal especializado (Tonino,1998).

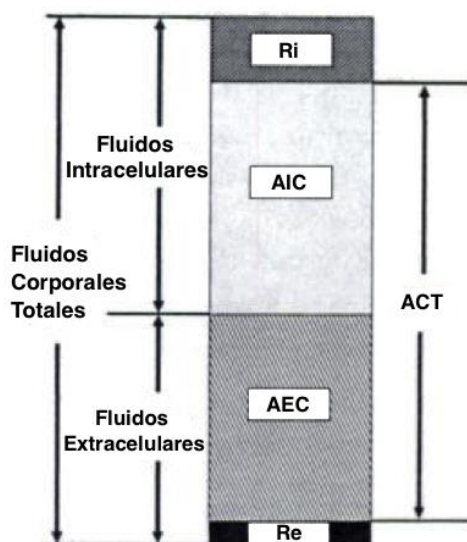
III. Tercer nivel: Celular

Las funciones coordinadas e interacciones entre las células son el eje central del estudio de la fisiología humana en situaciones patológicas y de salud. En la actualidad se utiliza el modelo de cuatro compartimentos propuesto por Moor, et al. (1963) en el estudio de la composición corporal a nivel celular por ser más funcional. Está conformado por los siguientes componentes: MG, MCC, LEC y SEC (Gil, 2010).

Para determinar a cada uno de estos componentes, se lo hace indirectamente con técnicas basándose en un modelo multicompartimental, en donde, la MCC puede ser apreciada por el ^{40}K , el LEC por técnicas de dilución o con DXA, el CaCT puede estimar los SEC por su relación con el contenido mineral óseo; la suma de éstos se resta del peso corporal total para obtener el valor de la masa grasa (Wickramasinghe, 2011 y Gil, 2010).

En este nivel también se puede estudiar los compartimentos líquidos, en donde el agua corporal total está representada por AEC, AIC, residuos extracelulares (R_e) y residuos intracelulares (R_i) (Figura 4).

Figura 4
Relación entre los fluidos corporales



Nota: AEC, agua extracelular; AIC, agua intracelular; R_e , residuos extracelulares y R_i , residuos intracelulares.

Fuente: Wang, et al., 1992
Elaborada por: Wang, et al.

IV. Cuarto Nivel: Sistema de Tejidos

El cuarto nivel está compuesto por tejidos, órganos y sistemas, en donde los tejidos corporales pueden ser agrupados en cuatro categorías: musculares, conectivos, epiteliales y nerviosos. El peso corporal en este nivel estaría definido como: $Pct = \text{Tejido muscular} + \text{Tejido conectivo} + \text{Tejido epitelial} + \text{Tejido nervioso}$. (Wang et al., 1992).

Según Wang, et al. (1992), los tejidos de mayor interés en el análisis de la composición corporal son: huesos, grasa y músculos. Éstos forman el 75 % del peso corporal en un hombre de referencia. Los huesos son parte del tejido conectivo y consisten en células óseas y materia inorgánica. El tejido adiposo es otro tipo de tejido conectivo compuesto por adipocitos con fibras elásticas y colágeno, capilares y fibroblastos. El tejido adiposo puede dividirse según su distribución en: subcutáneo, visceral, intersticial y la ósea amarilla. El tejido muscular se puede dividir en músculo estriado esquelético liso y tejidos cardiacos.

Los órganos están compuestos por dos o más combinaciones de tejidos para formar grandes unidades funcionales como la piel, el hígado y vasos sanguíneos. Varios órganos conforman un sistema como el digestivo que comprende diversos tejidos (muscular, conectivo, epitelial y nervioso). El peso corporal total tomando en cuenta a los sistemas de órganos estaría compuesto por: $\text{músculo esquelético} + \text{tegumentario} + \text{nervioso} + \text{respiratorio} + \text{digestivo} + \text{urinario} + \text{endócrino} + \text{reproductivo}$ (Gil, 2010).

Todavía es imposible medir la cantidad de cada sistema *in vivo*, por lo que se sugiere la siguiente ecuación como alternativa para facilitar la determinación de la composición corporal en este nivel: $Pct = \text{Tejido adiposo} + \text{músculo esquelético} + \text{huesos} + \text{vísceras} + \text{sangre} + R$, donde el 85 % serán los componentes expuestos y R equivaldrá al 15 % restante del Pct en un hombre de referencia (Wickramasinghe, 2011).

A pesar de existir gran información en este nivel, casi toda proviene de estudios de cadáveres o biopsias de tejidos. Existen técnicas que pueden ser usadas para estimar gran parte de éstos componentes en el cuarto nivel, como la tomografía computarizada, que determina directamente la masa grasa, ósea y muscular (Wang, et al., 1992). También se pueden establecer indirectamente a los componentes a través de la creatinina urinaria que estima al músculo esquelético. Aunque este método puede presentar grandes errores debido a que los resultados tienen gran variabilidad especialmente por las diferencias en las dietas de las personas (Lukaski, 1987).

A. Tomografía computarizada (TC)

Método radiográfico de determinación directa de la composición corporal a nivel regional o total. Relaciona las pequeñas diferencias de las atenuaciones producidas en los rayos x al traspasar los tejidos corporales que tienen diferente densidad física. Así con la ayuda de un software sofisticado construye una imagen bidimensional de la anatomía subyacente del área de escaneo (Lukaski, 1987). Esta técnica puede cuantificar a los tejidos: adiposo, óseo, muscular y a diferentes órganos con gran exactitud y precisión (<1 %) (Wickramasinghe, 2011).

A pesar de las cualidades de la TC para analizar la composición corporal, presenta desventajas frente a otras técnicas como: una alta exposición a la radiación ionizante (además de que la radiación se incrementa al ser necesarios varios escaneos en un individuo), la imposibilidad de aplicar en niños y embarazadas, el alto costo de la infraestructura y los equipos. Esto impide el uso rutinario de este método para ser utilizado en la práctica clínica (sólo para la evaluación de la composición corporal) y menos aún en estudios epidemiológicos o de campo (Lukaski, 1987).

V. Quinto Nivel: Corporal Total

Tomando en cuenta que muchos procesos biológicos, genéticos y patológicos no sólo se evidencian en los niveles anteriores, sino también en el cuerpo entero se puede analizar la composición corporal en este nivel, siendo posible estimar componentes de los cuatro niveles anteriores utilizando medidas del cuerpo en general. Para este fin se utiliza la antropometría, que realiza la medición del tamaño, forma y las características exteriores y físicas de nuestro cuerpo (Wang, et al., 1992).

Tanto las medidas, los índices (combinación de datos de medidas) y las magnitudes físicas que se obtienen a través de ecuaciones como la densidad, servirán para estimar la composición corporal de los individuos. Al ser de mayor facilidad de aplicación, la antropometría es la técnica más utilizada en estudios de largo plazo o trabajos de campo para la valoración de la composición corporal (Wang, et al., 1992). Existen variedad de medidas y/o datos antropométricos, los de mayor interés en esta investigación para la evaluación de la composición corporal son:

A. Circunferencias

Son indicadores útiles de la densidad corporal, MLG, MG, masa proteica corporal y reservas de energía. Las circunferencias más utilizadas son del brazo y de la cintura (Wang, et al., 1992).

La circunferencia del brazo (CB) o perímetro braquial se emplea correlacionando con la edad o estatura para determinar la disminución de la masa muscular, tejido adiposo o ambos; sólo refleja la malnutrición por déficit (Gómez & del Sol, 1998). Es una medida rápida, sin costo, y de fácil aplicación aunque sus resultados pueden variar según la presión que se ejerce con la cinta (Toral, 2007).

La circunferencia muscular media del brazo (CMMB) y el área muscular media del brazo (AMMB) utilizan las medidas de la CB y del pliegue tricúspital para a través de ecuaciones matemáticas poder estimar las proteínas somáticas del organismo, siendo una medición indirecta de la masa muscular corporal (Gil, 2010).

Pueden existir errores de estimación ya que las fórmulas consideran que el brazo tiene perímetro circular y morfológicamente no lo es. También no se toma en cuenta al componente del área ósea que varía entre individuos, además una medición en el brazo no refleja correctamente los niveles de masa muscular total (ej. un deportista con músculos bien desarrollados en piernas pero en brazos no). La presencia de edemas, factores como el error humano, la hidratación, el tono muscular, la edad entre otros favorecen a la imprecisión de estas técnicas al existir varias variables a considerar (Gil, 2010).

La circunferencia abdominal es una medición de la distancia alrededor del abdomen a nivel del ombligo. Debido a que el lugar de depósito y la distribución de la grasa en el cuerpo generan un riesgo diferente, una alta cantidad de tejido adiposo abdominal y más específicamente al tejido adiposo perivisceral, estarán asociados a riesgos de enfermedades cardio-metabólicas. Existe controversia en los diferentes valores propuestos como puntos de corte de la circunferencia de la cintura para clasificar a los individuos con un mayor riesgo, ya que este valor podría variar según el grupo étnico. Las recomendaciones de las Guías Clínicas para la Obesidad del Instituto Nacional de Salud de los EEUU (2001), consideran como punto de corte para los hombres los valores mayores a 102 cm y para las mujeres, mayores a 88 cm, siendo uno de los factores para establecer al Síndrome Metabólico (Moreno González, 2010). Los últimos estudios

realizados sobre los cortes apropiados considerando la etnicidad suramericana, han establecido para las mujeres los valores de circunferencia de la cintura mayores a 84 cm (Lear, et al., 2010).

B. Pliegues Cutáneos:

Método de bajo costo y no agresivo, utilizado ampliamente en estudios epidemiológicos y en la práctica clínica para analizar la composición corporal (Gil, 2010). Los pliegues cutáneos consisten en una capa de piel y otra de tejido adiposo en lugares anatómicos específicos. A partir de esta técnica se evalúa la grasa subcutánea de la cual se estima la masa grasa corporal.

Este método requiere de las siguientes suposiciones: el grosor del tejido adiposo subcutáneo refleja una proporción constante de la grasa corporal total y que los lugares selectos para la medición representan el promedio del grosor de la masa subcutánea (Hernández & Sastre, 1999). A pesar de que estos supuestos no han sido comprobados, existen varios estudios que han generado ecuaciones para poblaciones específicas que correlacionan con métodos de referencia como el DXA (Wohlfahrt-Veje, et al., 2014 y Kitano, et al., 2001).

La técnica de medición consiste en agarrar al pliegue cutáneo con los dedos pulgar e índice, masajeando suavemente para excluir el músculo subyacente y jalando de él fuera del cuerpo lo suficiente para permitir que las mordazas del plicómetro, que ejercen una presión constante, puedan sujetar al pliegue unos dos segundos para que se realice una correcta lectura (Lukaski, 1987).

En personas con tejido subcutáneo moderadamente firme esta medida es fácil de realizar, pero en individuos con tejido flácido que se comprime fácilmente o con tejidos muy firmes de difícil deformación, será un problema para la obtención de resultados correctos (Lukaski, 1987). Se conoce que pasado los 40 años aproximadamente, la grasa sufre una alteración progresiva en su consistencia haciéndose más compresible (reduce su volumen), lo que generaría una infravaloración de la masa grasa en estas personas (Gil, 2010). La precisión de la medida de los pliegues cutáneos dependerá mucho de la habilidad del antropometrista por lo anteriormente expuesto, además se ha evidenciado errores en los resultados cuando se agarra pliegues cutáneos muy grandes (>15 mm) o muy finos (<5 mm) (Gibson, 2005).

Entre las limitaciones de este método se encuentran: la variabilidad de los resultados de medición al realizarse por diferentes antropometristas; la imposibilidad de sujetar al pliegue cutáneo en personas con demasiada grasa subcutánea; si se realizan mediciones repetitivas en el mismo lugar puede aparecer un edema que interferirá en el resultado; el paciente puede presentar sensación de molestia por lo que es posible que se tense impidiendo una correcta medición; se necesita de personas especializadas para realizar este tipo de medidas (Gil, 2010). Para que exista mayor precisión en los resultados de los pliegues cutáneos en la estimación de masa grasa, las ecuaciones generadas deberán tomar en cuenta a la edad y al sexo y que hayan sido validadas en poblaciones específicas con métodos de referencia (Lukaski, 2010).

C. Índice de masa corporal (IMC):

La combinación del peso y la talla generan índices ponderales, el más utilizado para estimar la grasa corporal y establecer a personas con riesgos cardiovasculares y metabólicos es el IMC, que se obtiene relacionando al peso corporal total (kg) con la talla (m) elevada al cuadrado: $IMC = Pct / talla^2$ (Gil, 2010).

A pesar de ser un método ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos, de campo y en la práctica clínica, ya que medir la talla y el peso corporal es simple, seguro y práctico; esta técnica supone que todas las personas tienen la misma relatividad en su contenido de masa grasa sin tomar en cuenta la edad, el sexo y/o la etnicidad (Gallagher, et al., 1996).

Se han realizado varios estudios que indican que la composición corporal varía con estas tres variables, por lo que la OMS ha generado una nueva tabla con nuevos puntos de corte adaptados para las poblaciones asiáticas y del pacífico (Tabla 2) aceptando que los resultados del IMC serán interpretados de manera diferente en poblaciones específicas (WHO, 2004).

Tabla 2: Clasificación internacional según el IMC: desnutrición, sobrepeso y obesidad

Clasificación	IMC (kg/m ²)	
	Puntos de corte principales	Puntos de corte adicionales (para poblaciones asiáticas y del pacífico)
Bajo peso	<18,5	<18,5
Desnutrición severa	<16	<16
Desnutrición moderada	16 - 16,99	16 - 16,99
Desnutrición leve	17 - 18,49	17 - 18,49
Rango normal	18,5 - 24,99	18,5 - 22,99 23 - 24,99
Sobrepeso	≥25	≥25
Pre-obesidad	25 - 29,99	25 - 27,49 27,5 - 29,99
Obesidad	≥30	≥30
Obesidad grado 1	30 - 34,99	30 - 32,49 32,5 - 34,99
Obesidad grado 2	35 - 39,99	35 - 37,49 37,5 - 39,99
Obesidad grado 3	≥40	≥40

Fuente: WHO, 2014
Elaborada por: Antón Ignatov

Los puntos de corte generados por los expertos de la OMS sirven para la población adulta (18 a 60 o 65 años) y se ha puesto en debate su utilidad en la población de adultos mayores (Cook, et al., 2005). A partir de esto, la OMS (2004) sugiere utilizar los puntos de corte del IMC en conjunto con encuestas antropométricas y un monitoreo constante tanto de la salud como de la capacidad funcional de los adultos mayores (Bahat, et al., 2012). Mientras que Walker (1995), sugirió el uso de los pesos recomendados máximos y mínimos aceptables en la población adulta mayor.

A pesar de existir bibliografía que indica que el IMC tendrá utilidad sólo si se toma en cuenta tanto a la edad como a la etnicidad (Gallagher, et al., 1996; Deurenberg, et al., 2002; Deurenberg, 2001; Muralidhara, 2007), la encuesta SABE I (2010) de Ecuador (Freire, et al., 2010) utilizó puntos de corte que no consideraron estas variables. A partir de esos datos se generó un diagnóstico de la población adulta mayor para la elaboración de políticas de salud a nivel nacional.

El IMC es un índice de referencia rápido, práctico y de bajo costo para determinar el estado nutricional y establecer riesgos cardiovasculares, pero que sólo evalúa los cambios anatómicos del individuo y no se especifica en los diferentes compartimentos corporales. Necesita tomar en cuenta la variabilidad por factores como la edad, sexo y etnia, además de apoyarse en otros datos antropométricos como las circunferencias y encuestas antropométricas nutricionales (Gallagher, et al., 1996; Deurenberg, et al., 2002; Deurenberg, 2001; Muralidhara, 2007; Walker, 1995 y Cook, et al., 2005).

2.3 Bioimpedanciometría

2.3.1 Historia de la Impedancia Bioeléctrica

El método de la impedancia bioeléctrica tiene una larga historia, empezando con el descubrimiento de la influencia eléctrica en los tejidos biológicos con la relación de la electricidad y los movimientos musculares que apreció el físico italiano Galvani a finales del siglo XVIII, al insertar en una rana un gancho de cobre (González, 2012).

Esto provocó gran interés en investigar las propiedades eléctricas de los tejidos orgánicos y en el año de 1888 el psiquiatra francés Vigouroux abrió un nuevo campo de estudio con la suposición de que los resultados de la resistencia bioeléctrica podían proporcionar información muy interesante en el diagnóstico de enfermedades clínicas (Pierson & Symposia, 2000).

Durante finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, se realizaron varios experimentos especialmente en fibras nerviosas para determinar la conductividad de estas, encontrando también que los fluidos extracelulares cumplían la función de conductores (Tasaki, 1982).

En 1929, Lueg y Grassheim demostraron la primera aplicación clínica de análisis de resistencia bioeléctrica, al evidenciar cambios en el electrocardiograma de personas con mixedema, asociados a modificaciones de las propiedades eléctricas de la piel debido a la tasa metabólica basal en estados hipo e hipertiroideos (Preedy, 2012).

Entre 1933 y 1935, Brazier describe una nueva técnica que utiliza corriente eléctrica alterna en vez de corriente directa, ya que la corriente alterna genera no sólo resistencia

sino también reactancia (ambas conforman a la impedancia) formándose el ángulo fase. Según Brazier, el ángulo fase era una propiedad funcional de la actividad tiroidea. Este método consistía en la inmersión de los brazos hasta los codos en una solución salina. Horton y Vanravenswaay (1935), cuestionaban a esta técnica, porque según ellos, expresaba resultados alterados especialmente por los valores de impedancia generados por los tejidos superficiales; siendo sólo los valores de los tejidos internos los de interés (Horton, et al., 1936). En ese mismo año, ellos introducen la medición de la impedancia con la estructura tetrapolar de electrodos, la cual realiza mediciones por separado tanto en tejidos internos como externos (Barnett, 1938).

En los años siguientes la técnica de bioimpedancia es utilizada en varios campos, especialmente para la determinación de los cambios de volumen en los tejidos con el método del pletismógrafo de impedancia. Nyboer realizó varios estudios con esta técnica, midiendo los cambios fisiológicos y patológicos de volumen en los segmentos corporales con la monitorización continua de la impedancia (Stahn, et al., 2012).

En el año de 1960, el médico francés Thomasset es el primero que analiza en sus investigaciones los resultados de la impedancia bioeléctrica como un índice del ACT (Hoffer, et al., 1969). Además, en los siguientes años con su equipo de investigación logran diferenciar los volúmenes de los fluidos intra- y extracelulares usando varias frecuencias (Chumlea & Guo, 1997).

Por esos años, Hoffer también relaciona los valores de la impedancia bioeléctrica con el AEC, pero critica a la técnica de Thomasset (método de dos electrodos que consistía en la utilización de agujas de acero insertadas subcutáneamente en el dorso de la mano y del pie) al presentar problemas de reproductibilidad por las variaciones de profundidad de la inserción de las agujas, la posible causa de un trauma tisular y la no aceptación del paciente. Por tal razón utiliza el método de medición tetrapolar superficial a 50 kHz que además de evitar los inconvenientes mencionados, minimiza la resistencia de contacto (interacción de la piel con los electrodos) (Hoffer, et al., 1969).

Según Stahn, et al. (2012), este abordaje se extendió por Nyboer que a principios de los años 80 pudo cuantificar los porcentajes de MG y MLG. A finales de los 80 Lukaski, et al. (1985), utilizando el pletismógrafo de impedancia tetrapolar establecen que la impedancia bioeléctrica es un método válido para la valoración de la composición corporal, comparando los resultados con otras técnicas como hidrodensitometría e isótopos de deuterio y potasio.

El método de bioimpedanciometría se adentraba a ser uno de los métodos más convenientes para realizar análisis de la composición corporal en individuos y poblaciones al no ser invasiva, ser de fácil aplicación y ser portable. Es así que en los años 90, salen al mercado varios aparatos de bioimpedancia para la valoración de la composición corporal con una o varias frecuencias (Kyle, et al., 2004).

A mediados de los años noventa Piccoli, et al. (1994), crean un nuevo método para el monitoreo de las variaciones de los fluidos corporales llamado gráfico RXc, el cuál a través del vector de impedancia generado por los vectores de resistencia y reactancia, según su desplazamiento, sin considerar a la composición corporal puede identificar, monitorizar y planear un tratamiento a pacientes con alteración de fluidos corporales. A partir de este método, se crea el análisis vectorial de bioimpedancia, siendo una forma de interpretar los resultados de la impedancia bioeléctrica, además de pronosticar situaciones patológicas desde la evaluación de la función de la membrana celular (Barbosa-Silva & Barros, 2005). A la vez, puede evaluar la función muscular (Norman, et al., 2009) y ser utilizada para la rehabilitación de lesiones musculares en el ámbito de las ciencias del deporte (Selva, et al., 2012).

En esos años Organ, et al. (1994), pone en duda la validez de la técnica de impedancia utilizada hasta entonces, ya que esta considera al cuerpo humano como a un cilindro conductor con una resistencia uniforme, siendo que el cuerpo humano tiene una forma compleja y cada segmento (miembros superiores, inferiores y tronco) influirán en el valor real de la impedancia total, y por lo tanto, en los valores de la composición corporal; por lo que propone una nueva técnica de análisis de bioimpedancia eléctrica con 6 electrodos, produciéndose una medición segmentaria de la impedancia del cuerpo y generando valores más certeros de la composición corporal de los individuos.

El BIA segmentario abrió campo de estudio a la modalidad del BIA localizado, que puede estimar grasa abdominal y visceral (de más importancia en relación a toda la grasa corporal) (Scharfetter, et al., 2001) y también ayudar a la evaluación terapéutica de enfermedades neuromusculares de los miembros (Kyle, et al., 2004).

Uno de los inconvenientes del método BIA ha sido que los aparatos utilizados para la valoración de la composición corporal en individuos y colectividades han utilizado ecuaciones de predicción elaboradas para una población específica en condiciones específicas, por lo que la aplicación de esta técnica en poblaciones diferentes mostrará resultados inseguros (Deurenberg, et al., 2002). Para generar resultados de la

composición corporal lo más exactos y precisos posibles es necesario que la ecuación BIA de predicción tome en cuenta a la: edad, género, etnicidad, nivel de actividad física y al IMC (Dehghan & Merchant, 2008).

Considerando esta realidad, los últimos avances del BIA han producido equipos con la más alta tecnología tomando en cuenta al BIA segmentario y al de cuerpo entero; que utilizan ocho electrodos, con estructuras que ayudan a realizar las mediciones más precisas y cómodas para el paciente y el especialista; emplean el análisis de los vectores de impedancia bioeléctrica para determinar el estado de hidratación y detectar riesgos para la salud. Pero lo más importante es que permiten utilizar fórmulas de predicción específicas para la población en determinada situación, validadas con las técnicas de referencia “Gold estándar” en un modelo de cuatro compartimentos: técnicas de dilución de isótopos, densitometría, y DXA. Es necesario destacar la falta de investigaciones que amplíen la utilidad de esta técnica en más etnias, mayor rango de edad y en diferentes estados patológicos (Bosy-Westphal, et al., 2013).

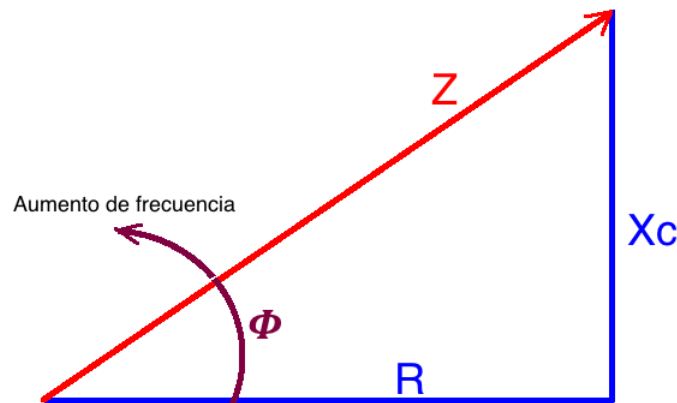
2.3.2 Principios Generales de la Impedancia Bioeléctrica

La impedancia (Z) es la medida de oposición que presenta un circuito (con capacitores o inductores) a una corriente eléctrica alterna cuando se aplica un voltaje. Está compuesta por 2 componentes o vectores: la resistencia (R) y la reactancia (X_c). La R es la fuerza de obstrucción que ejerce el conductor del circuito al paso de la corriente y es determinada por la variación de la magnitud de la tensión de la corriente emitida. La X_c , que además de oponerse a la corriente, genera un desfase debido a la presencia de capacitores o inductores que almacenan cargas eléctricas y las expulsan (Sociedad Comercial y Editorial Santiago, 2011).

La corriente alterna generalmente comprende una onda senoidal debido a que su intensidad cambia de dirección periódicamente en un conductor, así, alcanza un valor pico en su polaridad positiva, después desciende a cero y alcanza su valor pico en su polaridad negativa (o viceversa) y repite este ciclo tantas veces en un segundo, dependiendo de su medida en Hertz (frecuencia), 1 Hertz = un ciclo por segundo (Figura 5).

Esto se explica en la Ley de Ohm en la corriente eléctrica alterna: $I = V/Z$ donde I = intensidad, V = voltaje y Z = impedancia. La impedancia puede calcularse como: $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$, y su relación geométrica con sus componentes (Figura 7):

Figura 7
Relación geométrica entre los componentes de la impedancia: resistencia y reactancia



Nota: Z, impedancia; R, resistencia; Xc, reactancia

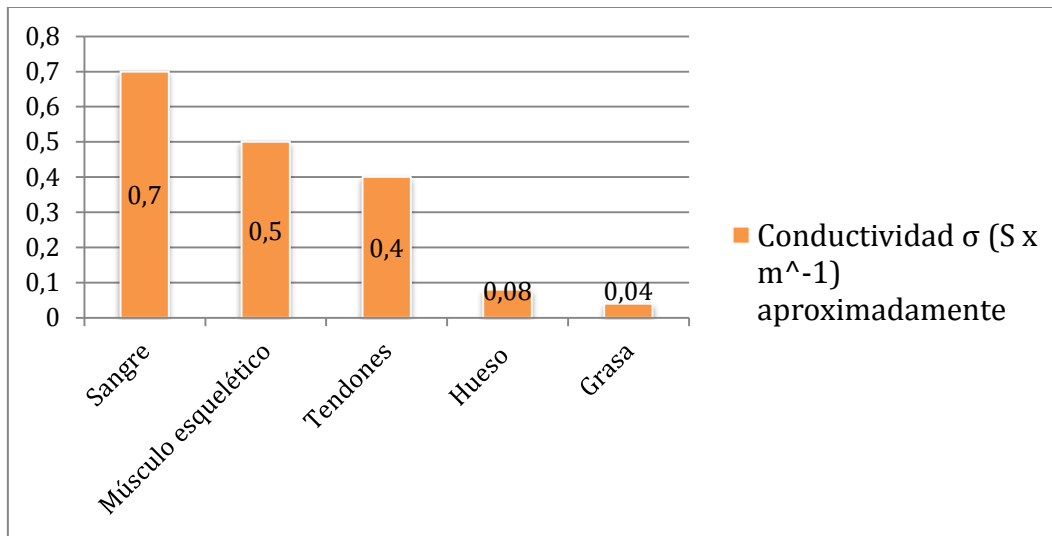
Fuente: Alvero-Cruz et al., 2011
Elaborada por: Antón Ignatov

En donde $\phi = \arctg(X_c/R)$, el valor del ángulo fase formado por los vectores de impedancia y resistencia será el valor resultante de la fórmula. En este gráfico se puede observar que con frecuencias muy bajas, la impedancia se igualaría a la resistencia, pero conforme va aumentando la frecuencia, aumentará el ángulo fase y la reactancia hasta llegar a un valor de frecuencia que atravesará el componente dieléctrico, la reactancia disminuirá progresivamente según aumente la frecuencia hasta que la impedancia se igualará otra vez a la resistencia.

Debido a que nuestro organismo contiene agua y minerales (soluciones hidroelectrolíticas) en mayor o menor proporción dependiendo el tipo de tejido, el cuerpo humano se convierte en un circuito bioeléctrico (Pullar, 2011). Si transmitimos corriente eléctrica alterna por él (en los BIA se utiliza esta corriente en vez de la directa ya que al pasar a través de nuestro organismo tendrá menos pérdidas de energía, es menos insensible e inofensiva frente a la corriente directa que genera mucho calor; evita la estimulación de tejidos eléctricamente excitables como músculo y nervio. Además gracias al incremento o disminución de su frecuencia (que solo es posible en la corriente eléctrica alterna) se puede generar ondas que traspasan las membranas celulares, logrando determinar el ACT), los tejidos biológicos se comportarán como conductores en mayor o

menor medida. Los tejidos con mayor conductividad presentarán menor resistencia y viceversa. En el Gráfico 12 se puede observar la conductividad en distintos tipos de tejido.

GRÁFICO 12
Conductividad aproximada σ (S x m⁻¹) a una frecuencia de 50 kHz de los diferentes tipos de tejido



Fuente: Stahn et al., 2012
 Elaborada por: Antón Ignatov

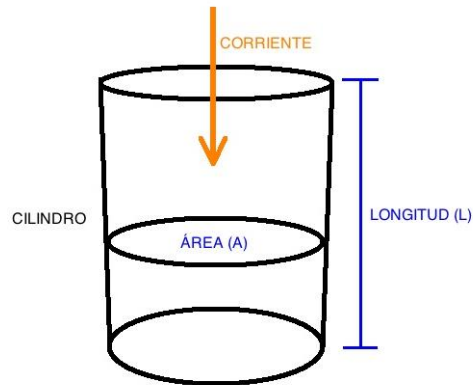
Nuestro cuerpo también presenta otra resistencia al paso de la corriente alterna que es la reactancia, Producida por la presencia de membranas celulares, tejidos de sostén y tejidos no iónicos que separan a las soluciones hidroelectrolíticas (que actuarían como placas cargadas) por su consistencia dieléctrica, comportándose como capacitores dentro del circuito bioeléctrico (Alvero-Cruz, et al., 2011).

La utilidad de la bioimpedanciometría es la posibilidad de determinar el volumen de agua de un organismo incluyendo al cuerpo humano. Si nos basamos en el modelo electro-físico de que la impedancia es directamente proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a la superficie de la sección A de dicho conductor, $Z = \rho L/A$ (Figura 8).

Donde ρ es la constante de resistividad que dependerá del tipo de conductor, L es la longitud y A es el área de la sección transversal de dicho conductor. Como $AL = V$, siendo V el volumen del conductor, sustituyendo y reemplazando en la fórmula anterior; se obtiene $V = \rho L^2/Z$.

Figura 8

Bases físicas de la impedancia a través del modelo de cilindro que relaciona a la impedancia y la geometría



Fuente: Kyle et al., 2004
Elaborada por: Antón Ignatov

En la práctica resulta más fácil utilizar L como la talla de la persona, estableciendo una relación empírica con el volumen o ACT o masa libre de grasa (contiene 73 % de agua) que será igual a la $talla^2$ sobre la impedancia.

La utilización de un coeficiente adecuado ayudará a igualar el volumen de la geometría real del cuerpo con el volumen del cilindro uniforme obtenido, además de considerar la variación de la conductividad del cuerpo que no es constante (Kyle, et al., 2004; Alvero-Cruz, et al., 2011; Piccoli, et al., 2002). Así, al disponer del valor de la masa libre de grasa, por diferencia con el peso corporal obtenemos el valor de la MG corporal, siendo este un modelo de dos compartimentos para el análisis de la composición corporal.

2.3.3 Clasificación de los Métodos de BIA

Actualmente, los métodos existentes pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes criterios: según la posición de los electrodos en la superficie cutánea, según los métodos de medida de la impedancia y según la interpretación del valor de la impedancia (Gil, 2010).

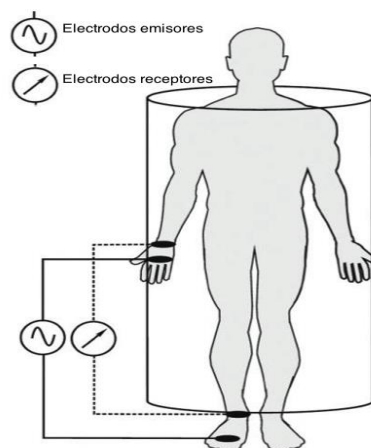
I. Según la Posición de los Electrodo

A. BIA Distal

Genera datos de la composición corporal a partir de las medidas de impedancia conocidas como de cuerpo entero. La metodología comúnmente utilizada involucra el uso de un pletismógrafo tetrapolar con los electrodos colocados en brazo y pie derechos (Figura 9).

Figura 9

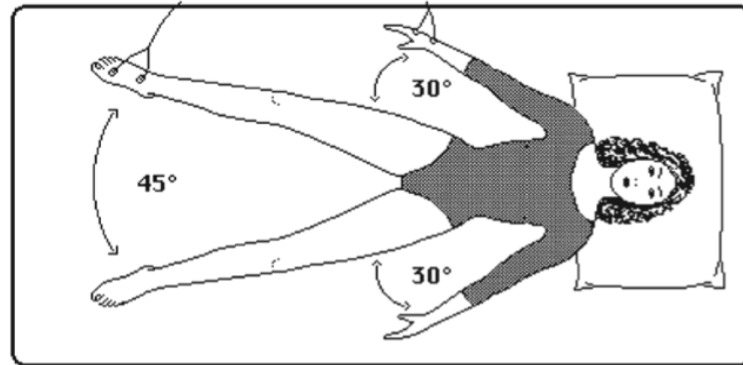
Uso de cuatro electrodos colocados tanto en pie y brazo derechos para realizar una medida de impedancia del cuerpo entero



Fuente: Stahn et al., 2012
Elaborada por: Stahn et al.

La posición de los brazos debe formar un ángulo de 30 grados con el tronco y las piernas deben estar abiertas con un ángulo de 45 grados para no causar interferencia entre los diferentes segmentos corporales. Esta técnica se realiza en posición decúbito supino para disminuir los efectos de la gravedad en la tendencia de retener el agua en las extremidades inferiores después de la bipedestación (Figura 10).

Figura 10
Técnica de aplicación del BIA distal



Fuente: Alvero-Cruz et al.,2011
Elaborada por: Alvero-Cruz, et al.

En la actualidad los avances tecnológicos han creado equipos octopolares que permiten obtener los valores de impedancia de todo el cuerpo, de pie y con el contacto de los electrodos en las palmas de las manos y en las plantas de los pies para mayor comodidad del paciente (Fotografía 1) (Bosy-Westphal, et al., 2013).

Fotografía 1
Equipo de análisis de impedancia bioelectrica SECA mbca 514



Fuente: SECA, 2013

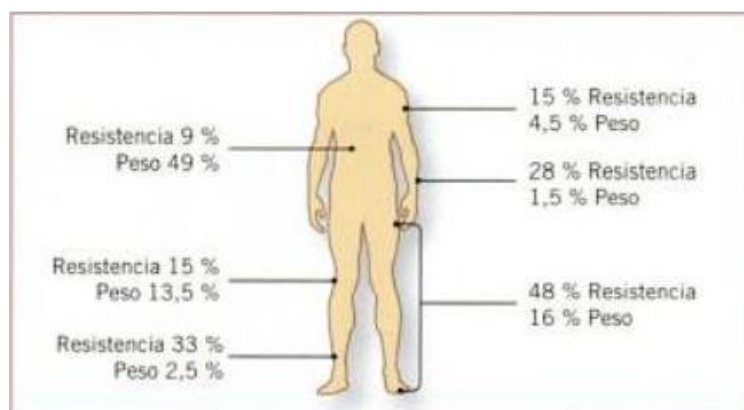
Estos equipos también pueden realizar un BIA segmentario directo sin la necesidad de ubicar electrodos en varias partes del cuerpo como si lo hace el BIA segmentario tradicional que se lo explicará más adelante. Generalmente todos estos equipos utilizan una corriente alterna de 50 kHz y 800 μ A (Lukaski, 1996).

B. BIA Proximal

Al establecer que los diferentes segmentos corporales no contribuyen por igual a la impedancia corporal total (principios del modelo electro físico de la impedancia de un conductor cilíndrico), siendo que los miembros inferiores y superiores reflejan el 50 % y 40 % de los valores de la impedancia total y sólo representan el 17 % y el 7 % del peso corporal respectivamente. Mientras que el tronco contribuye sólo al 10 % de la impedancia total y comprende el 53 % del peso corporal.

De igual manera, la impedancia aportada por el antebrazo y la pierna al valor de la impedancia total son de 28 % y 33 % y sólo contribuyen al 4 % del total del peso corporal (Figura 11) (Gil, 2010).

Figura 11
Impedancia aportada por los diferentes segmentos corporales y su relación con el peso corporal



Fuente: Gil, 2010
Elaborada por: Gil

Por tal razón, se vio la necesidad de realizar estudios cambiando la posición de los electrodos radiocubital y tibioperoneo, colocándolos en las fosas ante cubital y poplítea, así se contrarrestaría los valores incrementados de la impedancia de ciertos segmentos que no contribuyen considerablemente al peso corporal.

A pesar de que teóricamente la metodología del BIA proximal determinaría mejor las variaciones del compartimento líquido, los estudios realizados para verificar la superioridad del BIA proximal no han encontrado diferencias sustanciales frente al BIA distal (Deurenberg, et al., 2005).

C. BIA del Arco Superior e Inferior

El BIA del arco superior es un método que no necesita la colocación de electrodos ya que el paciente ejerce un contacto directo con los asideros. Los aparatos utilizados son pequeños y portátiles que miden la impedancia a lo largo de los brazos y en el arco escapular.

Al no poder analizar la impedancia corporal total, se convierte en un instrumento que no podrá reflejar la composición corporal adecuada del paciente, especialmente los valores de la grasa a nivel individual (Wheeler, 2012).

El BIA del arco inferior se basa en la misma razón de valoración, pero los electrodos se encuentran en la base del equipo, realizando su función por presión al momento en que el individuo se para correctamente sobre este. La técnica puede medir la impedancia generada en las piernas y parte del tronco (Figura 12).

Figura 12
Área de medición del BIA del arco inferior



Fuente: Shape up America, 2014
Elaborada por: Shape up America

Se han realizado estudios que han generado ecuaciones de impedancia validadas en poblaciones específicas sanas con resultados extrapolables a los del BIA distal (Jebb, et al., 2000). Pero a pesar de esto, también, se han realizado otras investigaciones comparando esta metodología con métodos de referencia como el DXA y no han encontrado resultados de composición corporal semejantes entre estas técnicas

(Hosking, et al., 2006) y puede ser debido a que la mayoría de estos equipos no consideran características de otras poblaciones específicas.

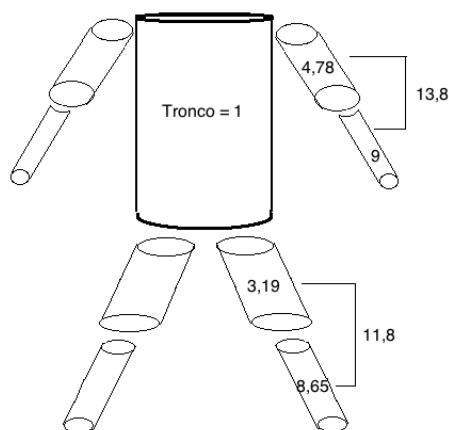
D. BIA Segmentario

a. BIA Segmentario Ordinal

El BIA Segmentario ordinal se origina con los mismos argumentos del BIA proximal (aproximación errónea del cuerpo humano a un cilindro uniforme con resistividad constante) pero en vez de cambiar la posición de los electrodos, aumenta la cantidad de estos en diferentes partes del organismo. Aquí el cuerpo es considerado como un conjunto de cinco cilindros con perímetros basados en las circunferencias de los percentiles 50, logrando así determinar la impedancia individual de cinco segmentos: miembros superiores, miembros inferiores y tronco. Cada miembro es dividido en 2 cilindros para mayor precisión (Organ, et al., 1994) (Figura 13).

Figura 13

Representación del cuerpo humano por varios cilindros, con su resistencia relativa respecto al tronco (=1)



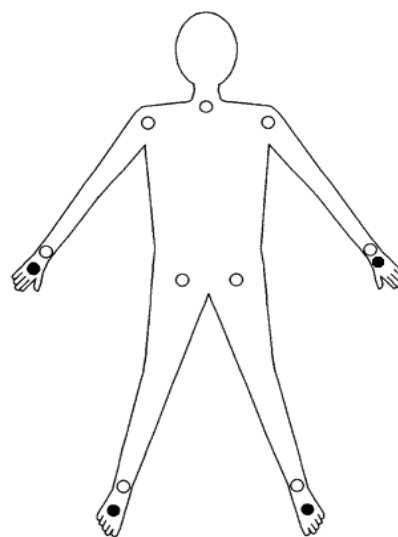
Fuente: Organ et al., 1994
Elaborada por: Antón Ignatov

Los electrodos se encuentran colocados en los extremos de los miembros superiores e inferiores y en el tronco según diferentes modelos de esta técnica. Se realizan varias medidas con emisión de corriente ipsilateral (desde la mano derecha al pie derecho) otras medidas con emisión de corriente contralateral (desde la mano derecha al pie izquierdo). Los electrodos receptores ubicados por todo el cuerpo medirán la impedancia

de cada segmento. La corriente utilizada varía desde 500 a 800 μA según el equipo, con una frecuencia de 50 kHz.

Esta metodología presenta dificultades al no existir un consenso del lugar de colocación de los electrodos, además de ser un técnica más complicada en su aplicación (al utilizar de varios electrodos) (Gil, 2010). En la Figura 14 podemos observar la ubicación de los electrodos del BIA segmentario en una de sus presentaciones.

Figura 14
Ubicación de los electrodos del BIA segmentario en una de sus presentaciones



- Electrodo receptor de voltaje
- Electrodo emisor de corriente

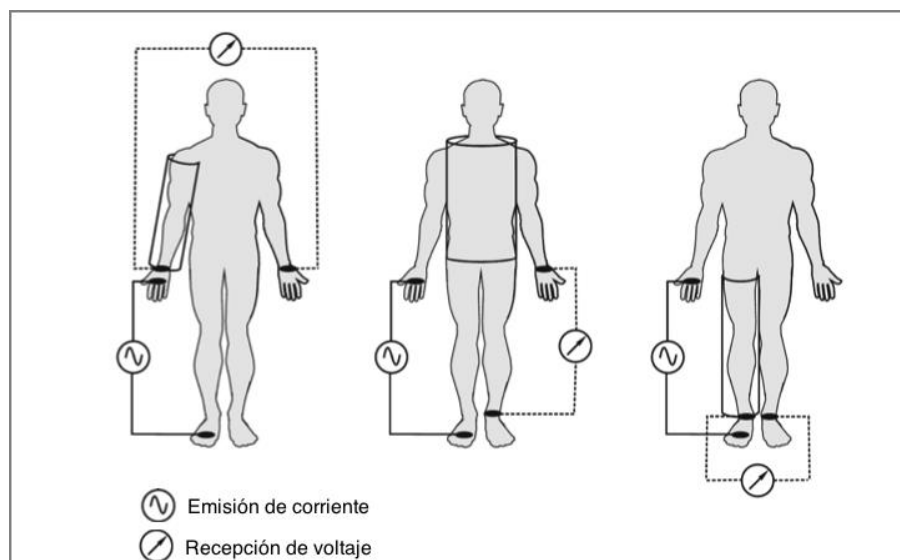
Fuente: Organ et al., 1994
Elaborada por: Organ et al

b. BIA Segmentario Directo:

Los últimos avances tecnológicos han modificado el uso de varios electrodos logrando realizar una medición segmentaria directa. Así, sólo es necesario que el paciente se ubique correctamente en el equipo (parado sobre la base en donde existen dos placas de metal las cuales contienen electrodos emisores y receptores (dos por cada pie) y agarre con las manos los asideros del aparato en donde también existen electrodos emisores y receptores (dos por cada mano). El uso de diversas combinaciones de emisión de corriente y la obtención de los voltajes en diferentes electrodos receptores ayudan a obtener los valores de impedancia de los diferentes segmentos (Figura 15

Figura 15

Colocación de los electrodos del BIA segmentario directo y obtención de resultados de cada segmento a través de diversas combinaciones

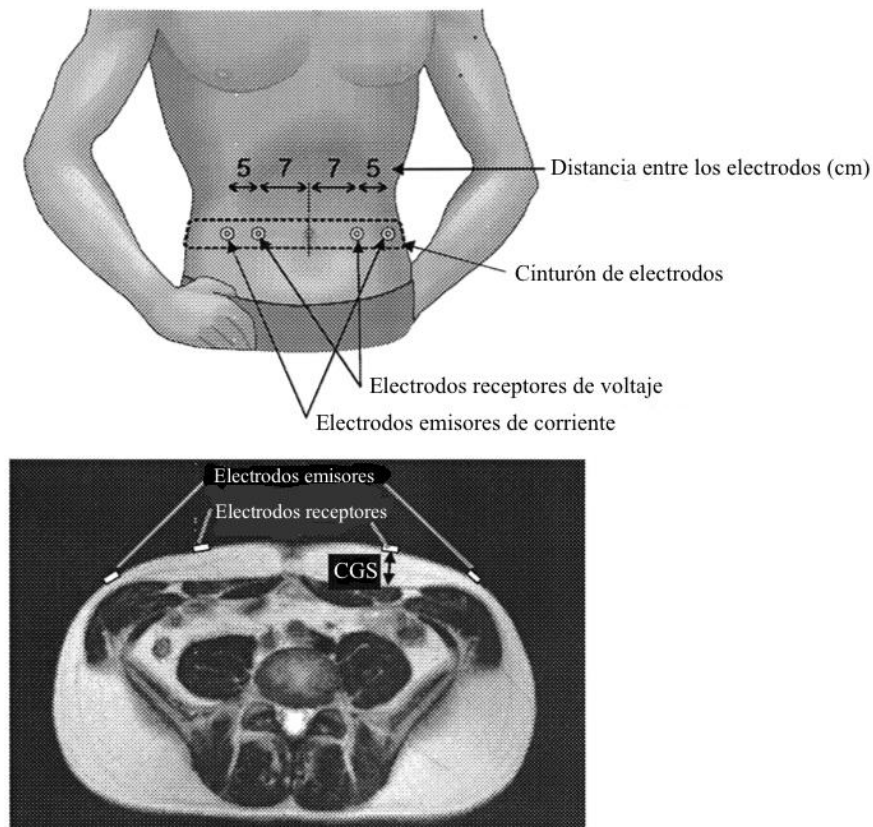


Fuente: Stahn et al., 2012
Elaborada por: Stahn et al.

c. BIA Segmentario Localizado:

Metodología que determina la composición corporal de una parte específica del organismo. El hecho de que una elevada grasa abdominal está asociado con complicaciones cardiovasculares ha provocado un énfasis en analizar la composición de esta región corporal (Krotkiewski, et al., 1983). Siendo el BIA segmentario un instrumento útil, rápido, de fácil aplicación, no invasivo y poco costoso para realizar este tipo de valoraciones (Ryo, et al., 2005). Se han creado varias opciones de esta técnica para determinar la grasa abdominal, basadas en la colocación de un cinturón con electrodos alrededor de la cintura. La técnica pionera en esta especialidad sólo media el espesor de la capa de grasa subcutánea a nivel abdominal. La configuración y aplicación de este método está detallado en la Figura 16.

Figura 16
Ubicación de los electrodos y su espaciamiento para detectar grasa abdominal subcutánea



Nota: Vista frontal (panel superior) y sección transversal de la imagen por resonancia magnética transversal con la definición de la capa grasa subcutánea (CGS) (panel inferior).

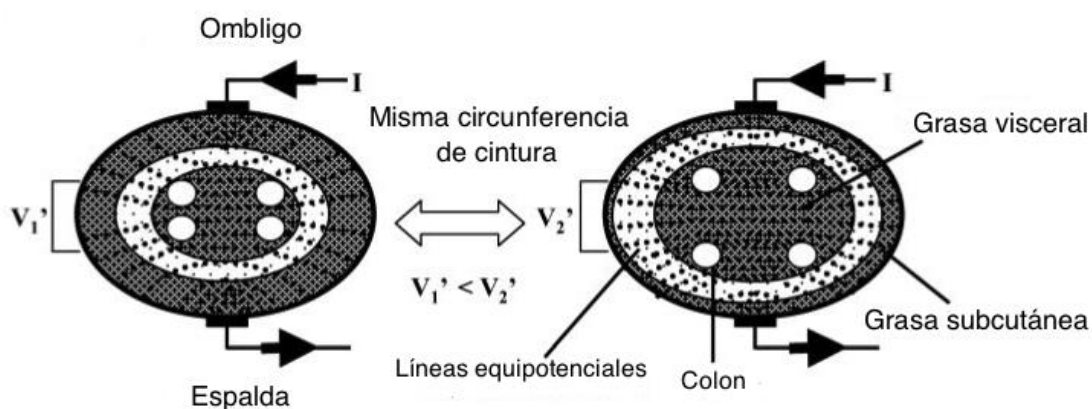
Fuente: Scharfetter et al., 2001
 Elaborada por: Scharfetter et al.

Aquí se utilizan varias frecuencias (5, 20, 50, 204 kHz a 250 μ A) y la investigación realizada ha encontrado una correlación altamente significativa con la resonancia magnética para la determinación de grasa abdominal subcutánea (Scharfetter, et al., 2001).

En vista de que la grasa de mayor interés no es la subcutánea, sino más bien la visceral que sí es un factor de riesgo de varias enfermedades metabólicas, (Atzmon, et al., 2002; Matsuura, et al., 1998 y Shimomura, et al., 1996) se desarrollaron otras técnicas, una de las cuales utiliza una configuración de un dipolo de líneas equipotenciales con electrodos en ombligo, espalda y flanco. En este método, al aplicar una corriente eléctrica, la diferencia del voltaje obtenido en el flanco se relacionará con la grasa visceral (mayor tensión, mayor cantidad de grasa visceral) (Figura 17).

Figura 17

BIA segmentario localizado que puede estimar grasa visceral



Nota: La corriente eléctrica (I) fluye a través del abdomen entre el ombligo y la espalda. Se forman líneas equipotenciales dentro de la cavidad peritoneal penetrando la grasa visceral y salen a la superficie del cuerpo por el flanco. La tensión (V_1 y V_2) medida en el flanco aumentará con la acumulación de grasa visceral.

Fuente: Ryo et al., 2005
Elaborada por: Ryo et al.

Esta metodología ha demostrado un alto grado de correlación comparado con la tomografía computarizada en la determinación de grasa visceral, convirtiéndose en un instrumento muy útil para la prevención, tratamiento y seguimiento en problemas cardiovasculares y metabólicos (Ryo, et al., 2005).

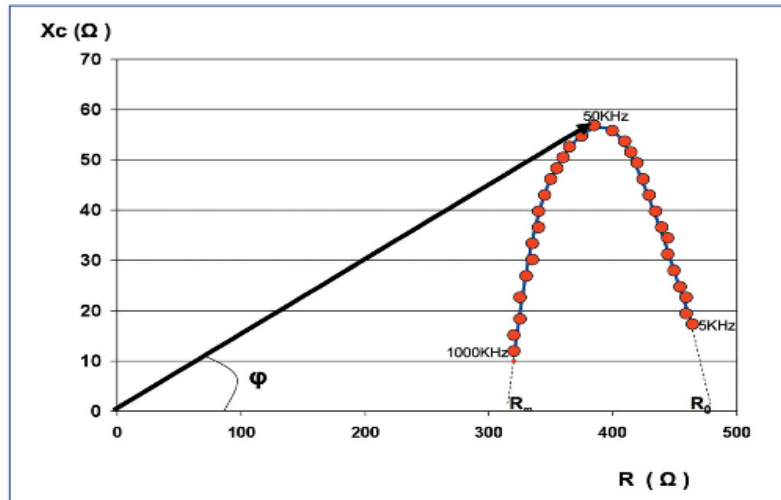
II. Según los métodos de medida de la impedancia

A. BIA monofrecuencia

Esta modalidad sólo utiliza una frecuencia generalmente de 50 kHz, ya que presenta propiedades óptimas al generar un vector de impedancia con un ángulo de fase máximo en el espectro de frecuencias de 1 a 1000 kHz (Figura 18).

Figura 18

Representación gráfica de la impedancia multifrecuencia, donde cada punto representa a una frecuencia diferente (modelo Cole-Cole).

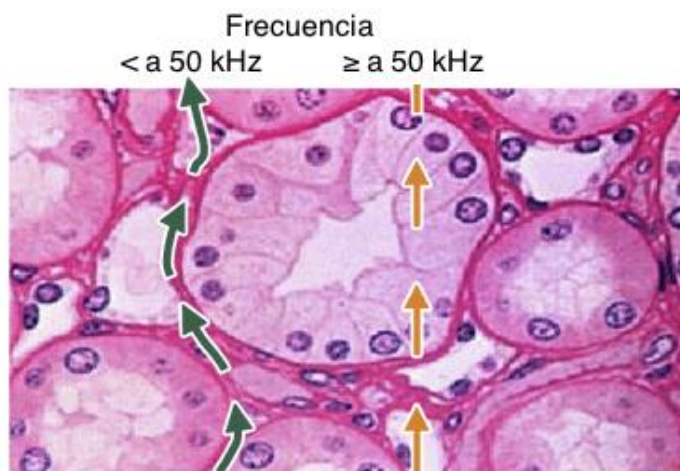


Fuente: Gómez, 2011
Elaborada por: Gómez

Así se desprecia el componente de reactancia y se considera que el componente de resistencia equivale a la impedancia total (Gómez, 2011). Dicho en otras palabras, a esta frecuencia, la corriente eléctrica logra traspasar las membranas celulares reduciendo las propiedades dieléctricas de los tejidos conforme aumenta la frecuencia, llegando a valorar los componentes extra e intracelulares equivalentes al ACT (Piccoli, et al., 2002) (Figura 19).

Figura 19

Comportamiento en el organismo de la corriente eléctrica alterna al variar la frecuencia



Fuente: Gil, 2010
Elaborada por: Antón Ignatov

Los sistemas basados en fórmulas empíricas (BIA distal, proximal, arco superior e inferior, segmentario, segmentario directo) y la impedancia vectorial, generalmente utilizan a la monofrecuencia para obtener sus interpretaciones. Existen también equipos más modernos y complejos que toman en cuenta tanto a la monofrecuencia como la multifrecuencia según el objetivo de medición como el equipo utilizado en este estudio.

B. BIA Multifrecuencia

La necesidad de utilizar más de una frecuencia para determinar las variables de los valores de impedancia, fue el conocimiento de que el uso de frecuencias específicas podía proveer resultados más precisos especialmente de los líquidos extra e intracelulares. Se realizaron varios estudios para determinar a qué frecuencias se podía obtener los mejores resultados del AEC y ACT (su diferencia da el AIC) encontrando que las frecuencias menores a 10 kHz son buenas prediciendo el agua extracelular, pero no se llegó a un consenso que determine las frecuencias más aptas para predecir correctamente el ACT. Esto es debido a que los valores de AEC también reflejan al ACT y determinar cuanta ACT está incluida en los valores del AEC, resultó muy problemático. Por esta razón se utilizó una estrategia de aplicar el modelo Cole Cole en la determinación de los diferentes compartimentos líquidos, apareciendo la espectroscopia bioeléctrica que ayudó al análisis de los resultados de la multifrecuencia (Lukaski, 1996).

C. Espectroscopia Bioeléctrica

La espectroscopia bioeléctrica mediante la multifrecuencia establece a la resistencia, a la reactancia, y al ángulo fase con frecuencias que oscilan entre 5 a 1000 kHz. La representación gráfica de estas determinaciones adquiere una forma de parábola reflejada en la Figura 18 y corresponde al modelo Cole Cole (Gómez, 2011).

En este modelo los valores Z de las frecuencias < 50 kHz, que son las que no atraviesan las membranas celulares, quedan establecidas a la derecha y se extrapola la curva hasta cortar el eje de las X . Es decir, con una reactancia igual a cero, obteniendo la resistencia correspondiente al AEC (R_0).

Las frecuencias ≥ 50 kHz, al atravesar las membranas extracelulares y el espacio extracelular, la resistencia generada manifestará tanto al AEC como al AIC. Estas frecuencias quedan establecidas a la izquierda de la curva y su extrapolación al eje de las

X indicará la resistencia correspondiente al ACT (R_{00}), donde $ACT = AIC + AEC$ (Figura 18). Considerando la curva de Cole Cole, para obtener los valores del AIC (R_1), se utiliza la siguiente ecuación: $R_1 = R_0 \times R_{00} / R_0 - R_{00}$ (Gómez, 2011).

III. Según la Interpretación del Valor de la Impedancia

A. BIA Convencional

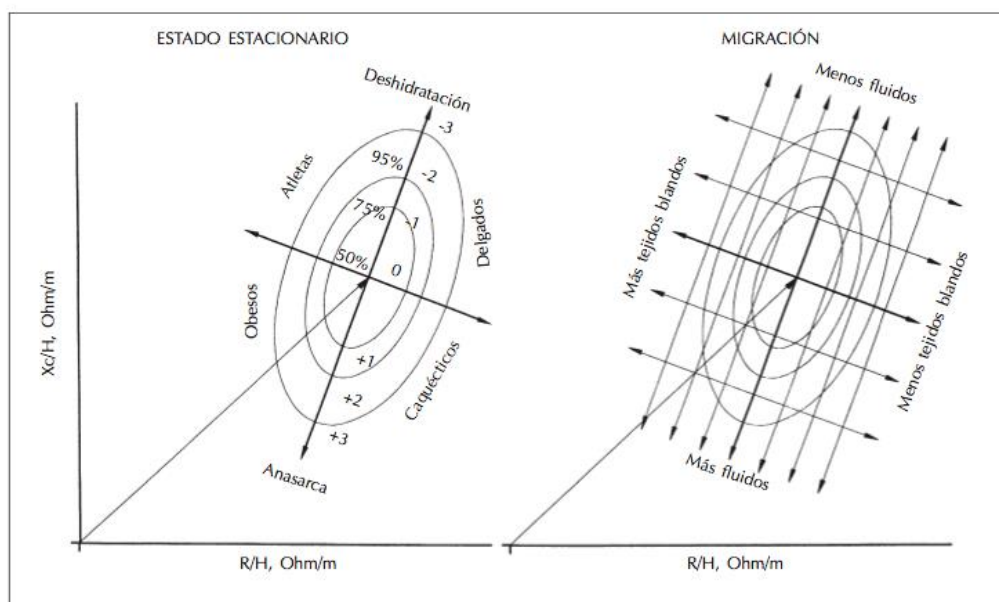
Corresponde a la modalidad del BIA que asume al cuerpo como un conductor cilíndrico uniforme de sección transversal constante. Mediante ecuaciones de regresión empíricas, validadas con métodos de referencia, con relaciones matemáticas preestablecidas se obtiene el ACT, y suponiendo una hidratación constante se obtiene la MLG. Su diferencia con el peso corporal nos dará el valor de la MG. Esta modalidad sólo considera el valor de la resistencia despreciando la reactancia (Gil, 2010 y Piccoli, et al., 2002).

B. Análisis Vectorial de Impedancia Bioeléctrica (BIVA)

Este análisis toma en cuenta a la resistencia y a la reactancia, siendo consideradas miembros del vector de impedancia. El vector generado del sujeto a evaluar, es estandarizado a su talla y comparado vía gráfica (Gráfico RXc) con la distribución de los vectores de la población sana de referencia, constituidos por elipses concéntricas que representan los percentiles 50, 75 y 95 de esa población. Así, según la posición del vector Z, se puede hacer inferencia sobre el estado de hidratación celular y sobre la masa celular corporal.

Una propiedad significativa de esta metodología es la de proporcionar resultados sin la necesidad del peso corporal, ya que solamente se valoran parámetros eléctricos del cuerpo para la talla, además de no utilizar ecuaciones de regresión y supuestos sobre los compartimentos corporales, siendo efectiva en la valoración de sujetos con alteraciones hídricas sin variaciones estructurales y en personas con variaciones de la masa y estructura de los tejidos debido a la obesidad o desnutrición marcadas (Figura 20) (Gil, 2010 y Piccoli, et al., 2002).

Figura 20
BIA Vectorial con Grafo RXc



Nota: Las dos direcciones del vector de impedancia; en la izquierda, variaciones de la masa-estructura de los tejidos blandos (delgados y adiposos) cuando ocurre una migración del vector del eje menor de las elipses, con aumento del ángulo fase (obesos o atletas) o con disminución del ángulo fase (malnutrición-caquexia, anorexia). A la derecha, variaciones de la hidratación sin alteración de la estructura tisular, se asocian a un acortamiento (hiperhidratación) o a un alargamiento (deshidratación) del vector en dirección del eje mayor de las elipses.

Fuente: Piccoli et al., 2002
Elaborada por: Piccoli et al.

Es importante señalar que el equipo utilizado en esta investigación realiza la valoración de la composición corporal a través de varios BIA según los objetivos de estudio como: BIA distal y segmentario directo; BIA mono frecuencia y multifrecuencia; y BIA convencional y vectorial.

Esta investigación específicamente se enfocará en la estimación de masa grasa corporal, donde para ello utiliza al BIA mono frecuencia, convencional y distal con ecuaciones de predicción generadas por un análisis de regresión múltiple que incluyen datos independientes de medidas obtenidas por BIA segmentario directo para una mejor precisión de los resultados tomando en cuenta las variaciones morfológicas del cuerpo atribuidas a la diferencia étnica.

2.3.4 Ventajas, Desventajas del BIA y directrices a considera para su aplicación

I. Ventajas del BIA

El método del BIA tiene varias ventajas frente a otros métodos de valoración de la composición corporal como (Stahn, et al., 2012; Bosy-Westphal, et al., 2013 y Gil, 2010)

- No es invasivo
- Relativamente barato
- Puede ser operado fácilmente
- Permite la monitorización continua
- Es rápido
- Es portable
- Ofrece mayor comodidad para el paciente y especialista
- Si se obtienen ecuaciones que consideren las características de poblaciones específicas y estén comparadas frente a otros métodos de referencia “Gold Estándar”, sus resultados serán de gran validez y precisión.

- Gracias a la interpretación de los resultados mediante el BIVA , además de establecer el estado nutricional, se puede determinar la condición hídrica en enfermedades renales, obesidad, pacientes críticos. El ángulo fase puede utilizarse cómo índice pronostico en VIH, enfermos críticos, hepatopatías, insuficiencia renal y neoplasias, también para la rehabilitación de lesiones musculares en el ámbito de las ciencias del deporte.

II. Desventajas del BIA:

El BIA tiene algunas desventajas como (Stahn, et al., 2012; Bosy-Westphal, et al., 2013; Gil, 2010 y Norman, et al., 2012):

- Falta de investigación para la generación de ecuaciones que tomen en cuenta las características de poblaciones específicas.
- Imposibilidad de implementar el método a ciertas poblaciones como personas con implantes metálicos en el cuerpo (a excepción de implantes dentales) o marcapasos y personas con miembros amputados (no se desarrollan ecuaciones específicas para la situación de ellos, por lo que en esta población sólo se podrá realizar monitorización).
- Falta de estandarización de las diferentes metodologías desarrolladas como en la colocación de los electrodos, el uso de las frecuencias, la ubicación de la persona para

realizar la medida (parada o acostada), el uso de modelos generadores de ecuaciones predictivas y las mismas ecuaciones, entre otros.

- No existen normas de fabricación de los equipos de bioimpedancia en los diferentes fabricantes, lo que genera dificultad en la comparación directa de resultados realizados por diferentes equipos.

III. Directrices a considerar para la aplicación del BIA:

Existen varias condiciones en una persona que pueden influir en los resultados determinados por el BIA, entre esas están (Lukaski, et al., 1994; Stahn, et al., 2012; Gil, 2010 y Bueno, et al., 2004):

- Pacientes con marcapasos o desfibriladores al poder existir una interferencia entre las corrientes generadas por el aparato y por el equipo de BIA.
- Pacientes con implantes metálicos como: articulaciones artificiales, placas, clavos, etc. que de igual manera pueden causar una interferencia con la corriente emitida.
- Se excluyen también a embarazadas y mujeres en periodo de lactancia considerando los grandes cambios fisiológicos en estos periodos, aunque si se desarrollan algoritmos para estas poblaciones específicas se podría utilizar.
- Condiciones considerables de alteraciones hidroelectrolíticas (si no se va a utilizar el BIVA).

También hay que tomar en cuenta, ciertos factores que pueden influenciar al momento de la valoración del BIA como:

- La posición del individuo
- Hidratación
- El reciente consumo de alimentos y/o bebidas
- La temperatura del ambiente
- El estado de repleción de la vejiga urinaria
- La actividad física

Por lo cual se recomienda las siguientes directrices para evitar falencias en la valoración del BIA:

- Las superficies corporales y los electrodos deberán estar limpios con alcohol
- El ángulo de separación entre el tronco y los brazos debe ser de 30° y el ángulo de la abertura de las piernas de 45° para evitar acoplamientos capacitivos
- Presentarse en ayunas

- No ingerir alcohol las anteriores 24 horas
- Se deben realizar las valoraciones a temperatura de ambiente entre 20 a 25 °C
- Vaciar la vejiga
- No realizar ejercicio físico las anteriores 12 horas

HIPÓTESIS

- El análisis de impedancia bioeléctrica empleado en la presente investigación es una técnica más efectiva que la antropometría para la valoración de grasa corporal en mujeres de 60 a 65 años de edad.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características de la población de estudio y composición corporal según antropometría e impedancia bioeléctrica.

En la tabla 3 se puede observar que en promedio, las 59 participantes tienen una edad de 63 años, un peso de 65 kilogramos y una estatura de 1 metro y 51 centímetros. El IMC es de 28,65 kg/m², lo que indica que prevalece la preobesidad según este índice; presentan un porcentaje de grasa obtenido por impedancia bioeléctrica de 44,47 % y por sumatoria de pliegues de 43,44 %, que son valores que indican obesidad por masa grasa para esta población (Gallagher, et al., 2004). La circunferencia de la cintura es de 96,1 cm; Al comparar este dato con la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010) en la población femenina de 60 a 64 años de edad, son muy similares (93,9 cm), valor que implica alto riesgo cardiovascular y metabólico según este indicador. Con estos resultados se puede distinguir que el IMC subestima la obesidad. Por otro lado los pliegues cutáneos demuestran valores similares a los de impedancia, pero existe mayor desviación estándar en los valores del BIA (+/- 5,08 frente a +/- 2,11 de los pliegues) esto indica que el porcentaje de grasa estimado por BIA oscilará entre 39,4 % y 49,6 %, valores de preobesidad y de obesidad según los puntos de corte (Gallagher, et al., 2004), mientras que en los pliegues cutáneos el porcentaje de grasa se encuentra en los valores de 41,33 % y 45,55 %, valores sólo de obesidad.

Al comparar los resultados obtenidos con investigaciones similares, Roubenoff, et al. (1995), diferenciaron al IMC con la impedancia bioeléctrica en una población de mujeres norteamericanas entre 60 a 69 años de edad, las cuales presentaban un IMC de 28 kg/m² con una desviación estándar de +/- 5,7. Mientras que el porcentaje de grasa estimado por BIA fue en promedio de 39,5% con una desviación estándar de +/- 7,1. Al comparar estos resultados con el presente estudio, se puede distinguir que el IMC es parecido (28,65 kg/m²) mientras que el porcentaje de grasa difiere considerablemente (44,47 %), esto supone que un IMC semejante puede incluir diferentes valores de porcentaje de masa grasa y es debido a las características propias de la población.

Tabla 3: Características de la Población de Estudio y Composición Corporal Según Antropometría e Impedancia Bioeléctrica

Variable	N	Promedio	Des Est	Mínimo	Máximo
Edad	59	63,03	2,04	60,12	65,95
Peso	59	65,03	11,51	39,70	95,80
Estatura	59	1,51	0,06	1,38	1,64
IMC (kg/m ²)	59	28,65	4,78	17,00	45,00
Porcentaje de grasa según bioimpedancia (%)	59	44,47	5,08	24,30	54,20
Porcentaje de grasa según suma de pliegues (%)	59	43,44	2,11	37,80	49,40
Circunferencia de la cintura (cm)	59	96,08	11,41	72,00	131,00

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborada por: Antón Ignatov

3.2 Prevalencia de exceso de grasa según IMC, BIA, pliegues cutáneos y circunferencia de la cintura

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo determinar que el IMC infravalora al compartimento graso y en especial a la obesidad como lo indican los Gráficos 13, 15 y 16. Según este índice, la población de estudio tiene un 54 % de preobesidad y un 27 % de obesidad, es decir, un 81 % de población estudiada tiene exceso de grasa (Gráfico 13). Si comparamos estos resultados con los obtenidos por la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010) en la población femenina adulta mayor de 60 a 64 años de edad, las proporciones según del IMC son muy similares especialmente en la identificación de la obesidad (Gráfico 14). Por otro lado, los datos obtenidos por BIA y pliegues cutáneos establecen una relación inversa ya que existe una mayor prevalencia de obesidad (73 %) según impedancia bioeléctrica y por sumatoria de pliegues (80 %) mientras que la preobesidad alcanza al 24 % y 20 % respectivamente; sumando los porcentajes de preobesidad y obesidad obtenemos un 97 % con exceso de grasa por la técnica de BIA y un 100 % por la técnica de sumatoria de pliegues (Gráficos 15 y 16).

Estudios realizados en otros países de comparación del IMC con DXA con una población de mujeres estadounidenses de edad promedio de 51,4 años, expresaron resultados que según el IMC, el 74 % de la población estudiada no tenía obesidad (IMC <30 kg/m²) y el 26 % la tenía (IMC ≥30 kg/m²). Mientras que con la técnica “gold estándar” DXA, el 26 % no tenía obesidad (IMC <30 kg/m²) y el 74 % la tenía (IMC ≥30 kg/m²) (Shah & Braverman, 2012). Al comparar estos valores con los de la presente investigación, los resultados del IMC son similares (mayor prevalencia de personas sin

obesidad que con obesidad) mientras que con técnicas como BIA y DXA se encuentra resultados coincidentes al identificar un mayor número de obesos que personas sin obesidad.

Estas diferencias significativas entre métodos de referencia y el IMC en la estimación del compartimento graso se debe a las limitaciones del IMC como la no consideración de características específicas como la edad, género y la etnia de las personas; sólo toma en cuenta los cambios anatómicos del individuo y no se especifica en los diferentes compartimentos corporales (Rothman, 2009). Siendo que en algunos casos sobreestimaré al compartimento graso, como por ejemplo a poblaciones con hipertrofia muscular, o infravalorará a la grasa corporal como en las personas mayores, que en relación a otros grupos de edad tienen mayor proporción de este compartimento. Por esta razón, el IMC puede generar una interpretación insuficiente del estado nutricional y se afecta muchas veces la selección de procesos de intervención adecuados. A pesar de esto, este índice es utilizado en la práctica clínica, epidemiológica y de campo en nuestro país por ser rápido, práctico y de bajo costo para determinar el estado nutricional y establecer riesgos cardiovasculares. Un ejemplo de esto son los resultados de la SABE I (2010) (Freire, et al., 2010) que determinaron el estado nutricional de los adultos mayores por el IMC, y nos dejan en cuestionamiento, si en verdad estos valores reflejan la realidad nutricional y salud de este grupo de edad vulnerable.

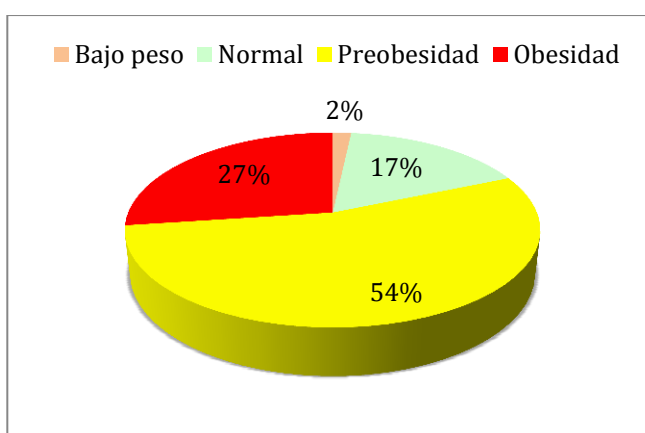
Los valores obtenidos con BIA y pliegues cutáneos son más parejos, pero no iguales, encontrando que los pliegues no son tan sensibles en determinar normalidad en grasa en algunos pacientes, además también de sobreestimar la obesidad en otros. Estas diferencias proporcionales pueden ser debido a las limitaciones de los pliegues cutáneos en valorar el compartimento graso como: dificultad de agarre del pliegue cutáneo ya sea por su consistencia o por su tamaño, la experiencia del antropometrista, el instrumento utilizado, el error humano que aumenta conforme aumenta el número de mediciones, entre otras. Estos datos los veremos con mayor detalle al analizar la concordancia de las diferentes técnicas para establecer la condición nutricional según el compartimento graso.

La prevalencia de una circunferencia de la cintura grande en la presente investigación fue muy alta (más del 90 %) (Gráfico 17). A pesar de que la grasa abdominal no es lo mismo que la grasa corporal total valorada por impedancia y pliegues cutáneos, se puede observar que estos valores son parecidos: 97 y 100 % de personas con exceso de grasa según impedancia bioeléctrica y pliegues cutáneos respectivamente y 92 % de la población con exceso de grasa abdominal. Existen estudios que confirman que la grasa

corporal total contribuye a determinar riesgo metabólico como lo hace la circunferencia de la cintura (Smith, et al., 2001), mientras otros indican que la grasa abdominal es independiente de la grasa corporal total y por lo tanto no necesariamente tener exceso de grasa corporal total puede involucrar exceso de grasa abdominal y sus posibles riesgos y viceversa (Toth, et al., 2000).

GRÁFICO 13

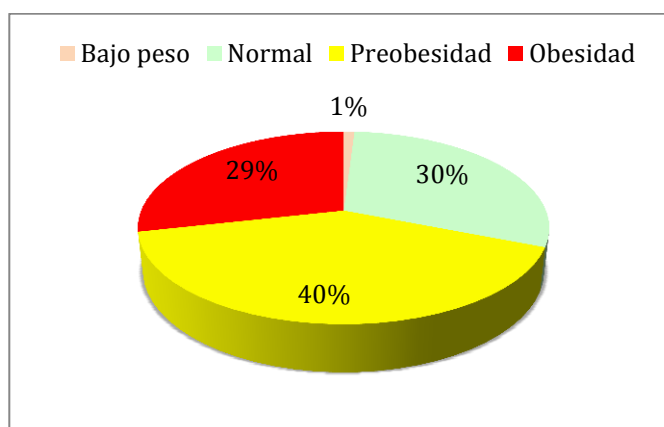
Proporción Según los Puntos de Corte del IMC de Mujeres entre 60 a 65 Años que Acuden al CEAM en Quito, Diciembre 2014



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 14

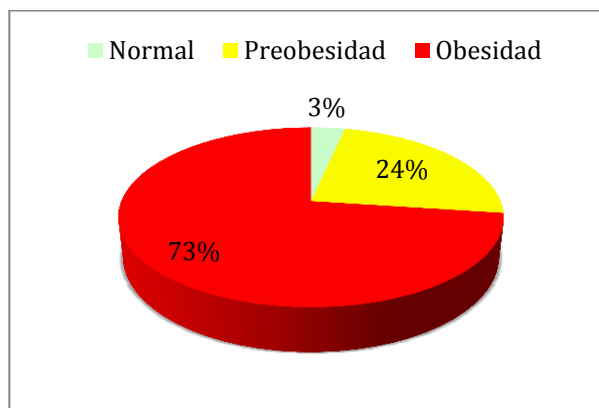
Proporción Según los Puntos de Corte del IMC de Mujeres entre 60 a 64 Años Encuestadas Por la SABE I 2010



Fuente: Freire et al., 2010
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 15

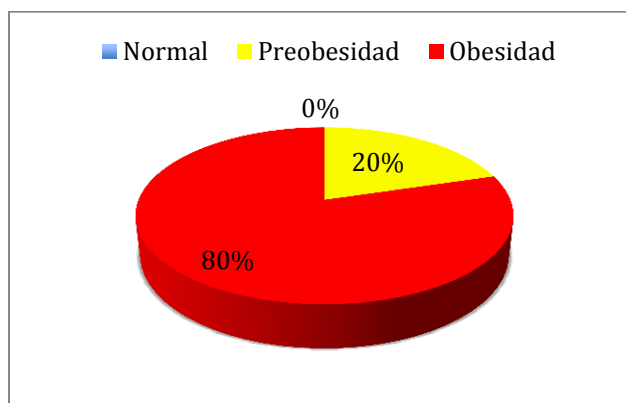
Proporción Según su Porcentaje Grasa Obtenido por Impedancia Bioeléctrica de Mujeres entre 60 a 65 Años que Acuden al CEAM en Quito, Diciembre 2014



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 16

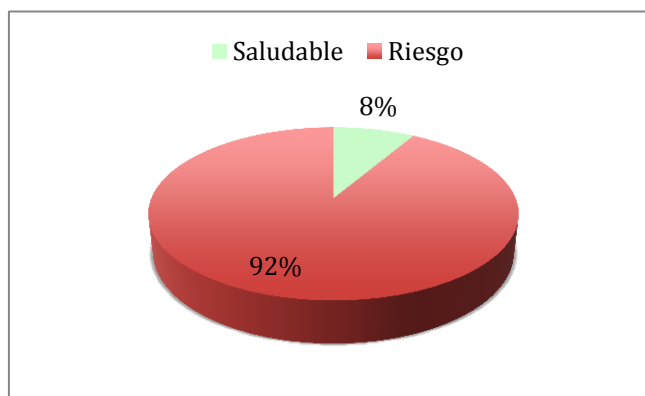
Proporción Según su Porcentaje Grasa Obtenido Por Sumatoria de Pliegues Cutáneos de Mujeres entre 60 a 65 Años que Acuden al CEAM en Quito, Diciembre 2014



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 17

Proporción Según el Riesgo Cardiovascular y Metabólico Establecido por la Medición de la Circunferencia de la Cintura De Mujeres entre 60 a 65 Años que Acuden al CEAM en Quito, Diciembre 2014



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

3.3 Correlación entre la impedancia bioeléctrica y técnicas antropométricas: IMC, pliegues cutáneos y circunferencia de la cintura

Los resultados en este estudio apuntan que las valoraciones del compartimento graso determinado por antropometría (IMC, pliegues cutáneos y circunferencia de la cintura) y por BIA, se correlacionan positivamente, siendo todos útiles para la valoración de la composición corporal, aunque más adelante se observará que en los puntos de corte de definición que establecen normalidad, preobesidad y obesidad, cada método los identifica de manera diferente, lo que influirá en la selección de procesos de prevención y tratamiento oportunos.

3.3.1 Correlación entre impedancia bioeléctrica e IMC

La siguiente tabla y el siguiente gráfico indican que la correlación de Pearson entre el porcentaje de grasa corporal determinado por el BIA y el IMC (kg/m^2) es positiva alta mientras que para la masa grasa en kilos es positiva muy alta (Vila, 2004). Lo que indica que mientras más aumenta la masa grasa en cantidad y porcentaje, aumenta el IMC. Estos resultados son similares a los de otras investigaciones, Orta Duarte, et al. (2014)

obtuvo una correlación estadísticamente significativa ($r = 0.78$; $p < 0.001$) entre el IMC y el porcentaje de grasa según bioimpedanciometría de niños mexicanos en edad escolar. Nagaya, et al.(1999), en mujeres japonesas entre los 60 a 65 años encontró una correlación de $r = 0.868$; $p < 0.001$).

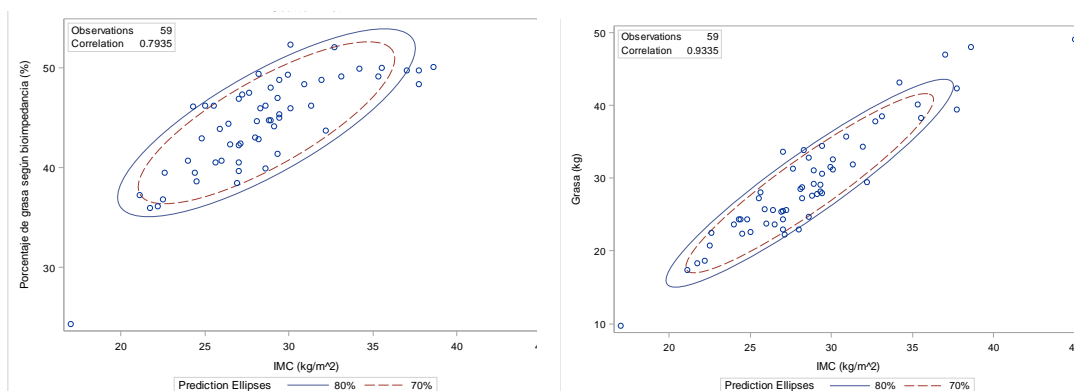
Tabla 4: Correlación de Pearson para las variables de grasa corporal obtenidas por BIA frente al IMC (kg/m^2)

Grasa corporal determinada por BIA	IMC (kg/m^2)
Grasa corporal (%)	0.79348 <.0001
Masa grasa (kg)	0.93354 <.0001

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 18

Diagramas de Dispersión de la Correlación de Pearson para el Porcentaje y Masa en Kilos de Grasa Corporal Obtenido por BIA Frente al IMC (Kg/M^2)



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

3.3.2 Correlación entre impedancia bioeléctrica y pliegues cutáneos

La siguiente tabla y el siguiente gráfico demuestran una correlación de Pearson positiva moderada para la grasa corporal tanto en porcentaje como en kilogramos, frente al porcentaje de grasa de sumatoria de pliegues cutáneos (Vila, 2004). Algunas investigaciones han encontrado correlaciones similares entre estos dos métodos para el porcentaje de grasa como la de Hernandez Ruiz de Eguilaz, et al. (2010) en mujeres españolas con un promedio de edad de 34 años ($r = 0.674$, $p < 0.001$) y la de Wong, et al. (2012) en hombres y mujeres mexicanos con edad promedio de 20 años ($r = 0.7412$, p

< 0.001). Hay que tomar en cuenta que los equipos de impedancia de estos estudios difieren del equipo utilizado en nuestra investigación.

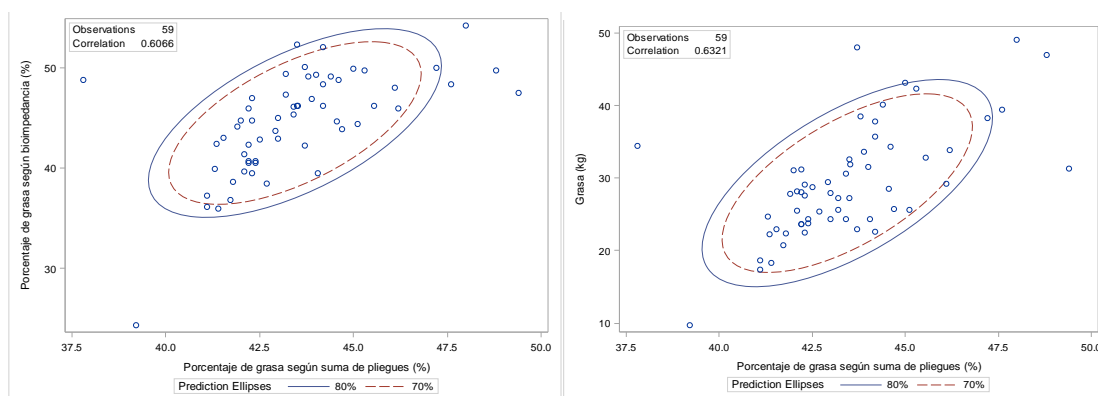
Tabla 5: Correlación de Pearson para las variables de grasa corporal obtenidas por BIA frente a las obtenidas por pliegues cutáneos

Grasa corporal determinada por BIA	Grasa corporal (%) por pliegues cutáneos
Grasa corporal (%)	0.60659 <.0001
Masa grasa (kg)	0.63209 <.0001

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 19

Diagrama de Dispersión de la Correlación de Pearson para el Porcentaje y Masa en Kilos de Grasa Corporal Obtenido por BIA Frente al Obtenido por Pliegues Cutáneos



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

3.3.3 Correlación entre impedancia bioeléctrica y circunferencia de la cintura

En los siguientes gráficos y tablas se observa que la correlación de Pearson es positiva moderada para los valores del porcentaje de grasa obtenidos por BIA y los de la circunferencia de la cintura (Vila, 2004). Mientras que existe una correlación lineal positiva alta para los valores de la masa grasa en kilogramos y la circunferencia de la cintura (Vila, 2004). No se encontró estudios que correlacionen a estas dos metodologías ya que miden diferentes componentes de nuestro organismo.

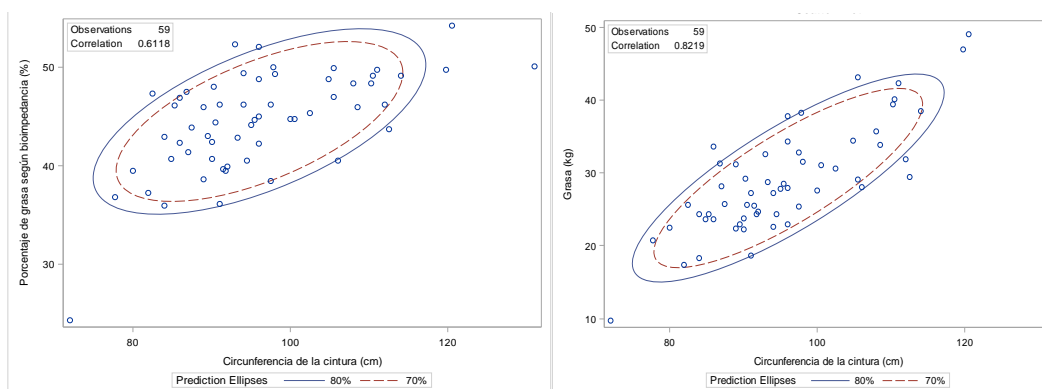
Tabla 6: Correlación de Pearson para las variables de grasa corporal obtenidas por BIA frente a la medida de la circunferencia de la cintura

Grasa corporal determinada por BIA	Circunferencia de la cintura (cm)
Grasa corporal (%)	0.61184 <.0001
Masa grasa (kg)	0.82190 <.0001

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

GRÁFICO 20

Diagramas de Dispersión de la Correlación de Pearson para el Porcentaje y Masa en Kilos de Grasa Corporal Obtenido por BIA frente al Valor en cm de la Circunferencia de la Cintura



Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

3.4 Concordancia entre la impedancia bioeléctrica y técnicas antropométricas

Como se mencionó anteriormente, a pesar de existir una correlación positiva moderada y alta entre las diferentes técnicas antropométricas frente al BIA, se puede observar en la Tabla 7 que el nivel de aceptación de concordancia entre el BIA y el IMC es leve (coeficiente de Kappa = 0,1118) para la población de estudio con valores limítrofes que oscilan entre leve y aceptable (coeficiente de Kappa = 0,0011 – 0,2208). El IMC, casi en un 60 % no concuerda con los puntos de corte de la impedancia siendo que este resultado es respaldado por lo anteriormente expuesto, donde el IMC infravalora el compartimento graso en especial al punto de corte de obesidad.

Con respecto a la concordancia entre el porcentaje de masa grasa determinado tanto por BIA y por pliegues cutáneos (Tabla 8) se determinó un nivel aceptable (coeficiente de

Kappa = 0,2693) para la presente población con valores limítrofes que se encuentran entre leve a moderado (coeficiente de Kappa = 0,0257 – 0,5074) en donde existe concordancia pero no es considerable. Los pliegues cutáneos no concuerdan con los resultados del BIA en un 27,12 %. Este porcentaje de la población de estudio que no coincide con los valores de referencia del BIA puede ser debido a las limitaciones de los pliegues cutáneos en la valoración del compartimento graso como las anteriormente mencionadas. Al comparar los valores que no concuerdan por el IMC y la plicometría, se puede determinar que la concordancia de datos es menor (30 %).

Así mismo se comprobó la relación entre la masa grasa corporal total con la grasa abdominal (Tabla 9), siendo que en un 90 % de las mujeres investigadas el exceso de grasa corporal total implicaba una circunferencia de cintura alta, donde el nivel de aceptación de concordancia fue aceptable (coeficiente de Kappa = 0,2494) para la población de estudio con valores limítrofes que oscilan entre pobre a considerable (coeficiente de Kappa = - 0,1212 – 0,6199). El nivel de concordancia aparentemente resulta mayor debido al ajuste que se tuvo que realizar en las categorías del BIA y con límites de concordancia amplios debido al tamaño de la muestra.

Tabla 7: Concordancia de la clasificación de la situación nutricional según métodos de bioimpedanciometría e IMC

Situación nutricional según BIA	Situación nutricional según IMC				Total
	Bajo peso	Normal	Preobesidad	Obesidad	
Déficit de grasa	-	-	-	-	-
Normal	1 (1,69%)	1 (1,69%)	-	-	2 (3,39%)
Preobesidad	-	7 (11,86%)	7 (11,86%)	-	14 (23,73)
Obesidad	-	2 (3,39%)	25 (42,37%)	16 (27,2%)	43 (72,88%)
Total	1 (1,69%)	10 (16,95%)	32 (54,24%)	16 (27,12%)	59 (100%)

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

Tabla 8: Concordancia de la clasificación de la situación nutricional según el porcentaje de grasa obtenido a través de los métodos de bioimpedanciometría y pliegues cutáneos

Situación nutricional según porcentaje de grasa obtenido mediante BIA	Situación nutricional según porcentaje de grasa obtenido mediante pliegues cutáneos				
	Déficit en grasa	Normal	Preobesidad	Obesidad	Total
Déficit de grasa	-	-	-	-	-
Normal	-	-	2 (3,39%)	-	2 (3,39%)
Preobesidad	-	-	5 (8,47%)	9 (15,25%)	14 (23,73)
Obesidad	-	-	5 (8,47%)	38 (65,41%)	43 (72,88%)
Total	-	-	12 (20,34%)	47 (79,66%)	59 (100%)

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

Tabla 9: Concordancia de la clasificación de la situación nutricional y riesgos cardiovasculares y metabólicos según el método de la impedancia bioeléctrica y la medición de la circunferencia de la cintura

Estado nutricional según bioimpedancia	Estado nutricional y riesgos cardiovasculares y metabólicos según la circunferencia de la cintura		
	Saludable	Riesgo cardiovascular y metabólico	Total
Saludable	1 (1,69%)	1 (1,69%)	2 (3,39%)
Exceso de grasa	4 (6,78%)	53 (89,83%)	57 (96,61%)
Total	5 (8,47%)	54 (91,53%)	59 (100%)

Fuente: Datos obtenidos en mujeres entre 60 a 65 años de edad que acudieron al CEAM en Quito, Diciembre 2014
Elaborado por: Antón Ignatov

CONCLUSIONES

- En el estudio se compararon dos métodos para evaluar la composición corporal: la antropometría y a la impedancia bioeléctrica, encontrando que ambos son métodos prácticos para la valoración de la composición corporal en la práctica clínica, epidemiológica y de campo. Esto debido a que son técnicas no invasivas, no necesitan de personal especializado, ni de una infraestructura o instalaciones compleja y son relativamente baratas. Por otro lado se vio que la antropometría a pesar de ser una técnica bastante utilizada especialmente por su bajo costo, presenta limitaciones como la carencia de reproductibilidad, validez y acierto en la determinación de los diferentes compartimentos corporales, pudiendo generar una interpretación insuficiente del estado nutricional de los individuos, afectando muchas veces la selección de procesos de intervención adecuados especialmente en los adultos mayores por sus considerables cambios en sus componentes corporales.
- Al medir el compartimento graso por medio de la bioimpedanciometría y técnicas antropométricas, se encontró que a pesar de existir una correlación positiva entre las dos técnicas, en la determinación de los puntos de corte, existe un nivel de aceptación de concordancia leve (coeficiente de Kappa: 0,1118) entre el IMC y la impedancia bioeléctrica además sólo un 41 % de diagnósticos concuerdan. Constó una infravaloración del compartimento graso, 54 % y 27 % de prevalencia de preobesidad y obesidad respectivamente según IMC frente al 24 % y 73 % de prevalencia de preobesidad y obesidad respectivamente según bioimpedanciometría. Por otro lado, los pliegues cutáneos a pesar de tener una mejor concordancia (nivel de aceptación de concordancia aceptable, coeficiente de Kappa: 0,2693), estos resultados se ubican por debajo de una concordancia considerable o casi perfecta, además presentan un 27,12 % de resultados no coincidentes con los valores del BIA. El nivel de aceptación de concordancia entre el BIA y la circunferencia de la cintura fue aceptable (coeficiente de Kappa = 0,2494), observando que en un 90 % de las mujeres investigadas, el exceso de grasa corporal total se relacionaba con una circunferencia de la cintura alta. Los resultados de comparación del BIA con la antropometría en el estudio evidencian la deficiencia en el diagnóstico nutricional de los métodos antropométricos tomando en cuenta que la impedancia bioeléctrica utilizada, se la puede

considerar como método de referencia por haber sido validada frente a otros métodos “gold estándar”.

- Al comprobar las limitaciones de la antropometría en esta investigación, podemos afirmar que varios estudios de gran magnitud realizados en nuestro país como la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) y la Encuesta de Salud, Bienestar del Adulto Mayor (SABE), no necesariamente están reflejando la realidad nutricional y sanitaria de nuestra población.
- Se determinó que el BIA aplicado en el presente estudio es el método más efectivo en la valoración de la grasa corporal en especial del adulto mayor comprobando la hipótesis planteada, ya que este método en comparación con las técnicas antropométricas, discrimina y cuantifica la grasa corporal (compartimento que suele aumentar considerablemente en los adultos mayores) de una manera acertada y válida, lo que se evidenció en el trabajo práctico de esta investigación. El BIA se emplea con mayor facilidad, genera mayor comodidad en la evaluación tanto para el paciente como para el evaluador y se obtienen resultados en menor tiempo (3 a 5 veces más rápido).

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el método de impedancia bioeléctrica empleado en la presente investigación sea considerado en primer lugar para la determinación de la composición corporal en el diagnóstico y manejo nutricional de la población.
- En los estudios nacionales de gran escala como ENSANUT o la Encuesta de Salud, Bienestar del Adulto Mayor (SABE) es necesario que se incluya esta técnica para la determinación de la condición nutricional de la población y los posibles riesgos a la salud, reflejando con mayor certeza la realidad nutricional y sanitaria de los ecuatorianos. Así se podrán generar políticas, programas y actividades a nivel nacional más positivas.
- Debido a las limitaciones del equipo en la carencia de ecuaciones validadas con métodos de referencia para estimar la composición corporal en niños, adultos pasado los 65 años de edad y situaciones patológicas específicas, se recomienda que se realicen investigaciones que favorezcan la utilización del BIA en estas poblaciones.
- Es necesario realizar investigaciones con muestras poblacionales más grandes que aumenten el nivel de confianza de los resultados estadísticos de concordancia.
- Se requiere de futuros estudios que comparen la grasa visceral obtenida por impedancia bioeléctrica con los riesgos cardiovasculares, metabólicos y comorbilidades por circunferencia de la cintura alta, debido a que en el momento que se realizó el estudio no se contaba con el software que permitía valorar este componente por el BIA.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvero-Cruz, J. R., Gómez, L. C., Ronconi, M., Vázquez, R. F., & i Manzañido, J. P. (2011). La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 4(4), 167-174
- Amani, R. (2007). Comparison between bioelectrical impedance analysis and body mass index methods in determination of obesity prevalence in Ahvazi women. *European journal of clinical nutrition*, 61(4), 478-482.
- Arbonés, G., Carbajal, A., Gonzalvo, B., González-Gross, M., & Joyanes, M. (2003). Nutrición y Recomendaciones dietéticas para personas mayores. Grupo de trabajo. *Nutrición Hospitalaria*, 18(n03)
- Aristizábal, J. C., Restrepo, M. T., & Estrada, A. (2007). Evaluación de la composición corporal de adultos sanos por antropometría e impedancia bioeléctrica. *Biomédica*, 27(2), 216-24
- Atzmon, G., Yang, X. M., Muzumdar, R., Ma, X. H., Gabriely, I., & Barzilai, N. (2002). Differential gene expression between visceral and subcutaneous fat depots. *Hormone and metabolic research*, 34(11/12), 622-628
- Bahat, G., Tufan, F., Saka, B., Akin, S., Ozkaya, H., Yucel, N., ... & Karan, M. A. (2012). Which body mass index (BMI) is better in the elderly for functional status?. *Archives of gerontology and geriatrics*, 54(1), 78-81.
- Ball, S. D., Altena, T. S., & Swan, P. D. (2004). Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(11), 1525-1531.
- Barbosa-Silva, M. C. G., & Barros, A. J. (2005). Bioelectrical impedance analysis in clinical practice: a new perspective on its use beyond body composition equations. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 8(3), 311-317
- Barnett, A. (1938). The phase angle of normal human skin. *The Journal of physiology*, 93(4), 349-366. Revisado en Septiembre 5, 2014
- Bean, A. (2009). *The complete guide to sports nutrition* (6ta ed.). London: A. & C. Black
- Bechard, L. J., Wroe, E., Ellis, K., Duggan, C., Watkins, J. B., & Walker, W. A. (2008). Body composition and growth. *Nutrition in pediatrics: basic science, clinical applications. Hamilton, Ontario*, 27-39.
- Benardot, D. (2001). Evaluación de la composición corporal. En *Nutrición para deportistas de alto nivel: Guía de alimentos, líquidos para el entrenamiento y la competición : Planes adaptados a cada deporte* (p. 110). Barcelona: Hispano Europea
- Bosy-Westphal, A., Schautz, B., Later, W., Kehayias, J. J., Gallagher, D., & Müller, M. J. (2013). What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. *European journal of clinical nutrition*, 67, S14-S21

- Brenner, D. R., McLaughlin, J. R., & Hung, R. J. (2011). Previous lung diseases and lung cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 6(3), e17479
- Buono, M. J., Burke, S., Endemann, S., Graham, H., Gressard, C., Griswold, L., & Michalewicz, B. (2004). The effect of ambient air temperature on whole-body bioelectrical impedance. *Physiological measurement*, 25(1), 119
- Butte, N. F., Hopkinson, J. M., Wong, W. W., Smith, E. O. B., & Ellis, K. J. (2000). Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. *Pediatric Research*, 47(5), 578-585
- Casanueva, E. (2008). Evaluación del Estado de Nutrición. En *Nutriología médica* (3a ed.). México: Médica Panamericana
- CELADE. (2009). El proceso de envejecimiento demográfico en América Latina y El Caribe. En *El envejecimiento y las personas de edad. Indicadores sociodemográficos para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Cerda, J., & Villarroel, L., (2008). Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Revista chilena de pediatría*, 79(1), 54-58.
- Chicharro, J., & López, L. (2008). Osteoporosis y ejercicio. En *Fisiología clínica del ejercicio* (p. 370). Madrid: Editorial Médica Panamericana
- Chumlea, W. C., & Guo, S. S. (1997). Bioelectrical impedance: a history, research issues, and recent consensus. *Emerging Technologies for Nutrition Research*, 169-192
- Cook, Z., Kirk, S., Lawrenson, S., & Sandford, S. (2005). Use of BMI in the assessment of undernutrition in older subjects: reflecting on practice. *Proceedings of the Nutrition Society*, 64(03), 313-317
- Dehghan, M., & Merchant, A. T. (2008). Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies. *Nutr J*, 7(26), 7-26
- Deurenberg, P. (2001). Universal cut-off BMI points for obesity are not appropriate. *British Journal of Nutrition*, 85(02), 135-136
- Deurenberg, P., Deurenberg-Yap, M., & Schouten, F. J. (2002). Validity of total and segmental impedance measurements for prediction of body composition across ethnic population groups. *European journal of clinical nutrition*, 56(3), 214-220
- Deurenberg, P., Deurenberg- Yap, M., & Guricci, S. (2002). Asians are different from Caucasians and from each other in their body mass index/body fat per cent relationship. *Obesity reviews*, 3(3), 141-146
- Deurenberg, P., Malkenhorst, E., & Schoen, T. (2005). Distal versus proximal electrode placement in the prediction of total body water and extracellular water from multifrequency bioelectrical impedance. *American Journal of Human Biology*, 7(1), 77-83. Revisado en Septiembre 18, 2014

- Díaz, P., & Fernández, P. (2001). Determinación del tamaño muestral para calcular la significación del coeficiente de correlación lineal. *Metodología de la Investigación*, 1, 6.
- Eckel, R. (2003). Human Body Composition. In *Obesity: Mechanisms and clinical management*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins
- Enríquez, G. (1994). Conceptos de corriente alterna. In *Elementos de corriente alterna* (1ra ed., pp. 133-134). México: Limusa.
- Evans, W. J., & Campbell, W. W. (1993). Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. *The Journal of nutrition*, 123(2 Suppl), 465-468.
- Fernández, A. (2009). Técnicas no antropométricas para la valoración de la composición corporal. In *Manual de antropometría para la evaluación del estado nutricional en el adulto* (1a ed.). México: Universidad Iberoamericana Ciudad de México
- Figuro, C. (2008). Farmacología Clínica en el Adolescente. In *Atención al adolescente* (p. 51). Santander: Universidad de Cantabria
- Flegal, K. M., Shepherd, J. A., Looker, A. C., Graubard, B. I., Borrud, L. G., Ogden, C. L., ... & Schenker, N. (2009). Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *The American journal of clinical nutrition*, 89(2), 500-508.
- Flores, C. (2009). Incidencia y prevalencia de la osteopenia y de osteoporosis posmenopáusicas. In *Osteoporosis y menopausia* (2.ª ed., pp. 91-93). Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana
- Freire, W., Rojas, E., Pazmiño, L., Tito, S., Buendía, P., Salinas, J., ... Fornasini, M. (2010). *Encuesta nacional de salud, bienestar y envejecimiento SABE I Ecuador 2009-2010* (1ra ed., pp. 30-31). Quito: Grupo impresor
- Gallagher, D., Visser, M., Sepulveda, D., Pierson, R. N., Harris, T., & Heymsfield, S. B. (1996). How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups?. *American journal of epidemiology*, 143(3), 228-239
- Gibson, R. (2005). Anthropometric Assessment of Body Composition. En *Principles of nutritional assessment* (2da ed., p. 286). New York: Oxford University Press
- Gil, A. (2010). Análisis de la composición corporal. En *Tratado de nutrición* (2a ed). Madrid: Médica Panamericana
- Gómez, A. B., & del Sol, J. M. R. (1998). Circunferencia del brazo como evaluadora del estado nutricional del adulto. *Revista Cubana Aliment Nutr*, 12(2), 86-90.
- Gómez-Cabello, A., Rodríguez, G. V., Vila-Maldonado, S., Casajús, J. A., & Ara, I. (2012). Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutrición hospitalaria*, 27(n01)
- Gómez, J. L. (2011). Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología: publicación oficial de la Sociedad Española de Nefrología*, 31(6), 630-634

- González, F. (2012). Electricidad. En *Remedios de antaño: Episodios de la historia de la medicina* (1ra ed.). México: Fondo de la Cultura Económica
- Hall, J. & Nieman, L. (2003). *Handbook of diagnostic endocrinology*. Totowa, N.J.: Humana Press
- Ham-Chande, R. (1996). El envejecimiento: una nueva dimensión de la salud en México. *Salud Pública de México*, 38(6), 409-418
- Hamilton, I. (2002). ¿Qué es el envejecimiento? En *Psicología del envejecimiento* (p. 22). Madrid: Morata
- Hernández, M., & Sastre, A. (1999). Evaluación de la composición corporal. En *Tratado de nutrición* (p. 632). Madrid: Díaz de Santos
- Hernández, M., & Sastre, A. (1999). Evaluación de la composición corporal. En *Tratado de nutrición* (p. 630). Madrid: Díaz de Santos
- Hernandez Ruiz de Eguilaz, M., Martinez-de-Morentin, B. E., Pérez-Diez, S., Navas-Carretero, S., & Martinez, J. A. (2010). Estudio comparativo de medidas de composición corporal por absorciometría dual de rayos X, bioimpedancia y pliegues cutáneos en mujeres.
- Hoffer, E. C., Meador, C. K., & Simpson, D. C. (1969). Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol*, 27(4), 531-4
- Horton, J., Vanravenswaay, A., Hertz, S., & Thorn, G. (1936). The Clinical Significance Of Electrical Impedance Determination In Thyroid Disorders. *Endocrinology*, 72-80. Revisado en Septiembre 5, 2014
- Hosking, J., Metcalf, B. S., Jeffery, A. N., Voss, L. D., & Wilkin, T. J. (2006). Validation of foot-to-foot bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry in the assessment of body composition in young children: the EarlyBird cohort. *British journal of nutrition*, 96(06), 1163-1168
- Huenchuán, S. (2009). Desafíos y perspectivas de implementación de la Estrategia regional sobre el envejecimiento en América Latina y el Caribe. In *Envejecimiento, derechos humanos y políticas públicas* (pp. 199-201). Santiago de Chile: CEPAL
- Iannuzzi-Sucich, M., Prestwood, K. M., & Kenny, A. M. (2002). Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 57(12), M772-M777
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Allison, D. B., Kotler, D. P., & Ross, R. (2002). Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *The American journal of clinical nutrition*, 75(4), 683-688
- Jebb, S. A., Cole, T. J., Doman, D., Murgatroyd, P. R., & Prentice, A. M. (2000). Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *British Journal of Nutrition*, 83(02), 115-122

- Jelalian, E. (2008). Developmental considerations in the prevention of pediatric obesity. En *Handbook of childhood and adolescent obesity* (p. 184). New York: Springer Science Business Media
- Kitano, T., Kitano, N., Inomoto, T., & Futatsuka, M. (2001). Evaluation of body composition using dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold thickness and bioelectrical impedance analysis in Japanese female college students. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 47(2), 122-125
- Kontogianni, M. D., Panagiotakos, D. B., & Skopouli, F. N. (2005). Does body mass index reflect adequately the body fat content in perimenopausal women?. *Maturitas*, 51(3), 307-313.
- Krotkiewski, M., Björntorp, P., Sjöström, L., & Smith, U. (1983). Impact of obesity on metabolism in men and women. Importance of regional adipose tissue distribution. *Journal of Clinical Investigation*, 72(3), 1150
- Kuk, J. L., Katzmarzyk, P. T., Nichaman, M. Z., Church, T. S., Blair, S. N., & Ross, R. (2006). Visceral Fat Is an Independent Predictor of All- cause Mortality in Men. *Obesity*, 14(2), 336-341
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clinical Nutrition*, 23(5), 1226-1243
- INIGER, (2012). *Los bonos demográficos del envejecimiento de la población ecuatoriana*. Recuperado 30 septiembre, 2014. Disponible en: http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/celade/noticias/documentosdetrabajo/1/48781/P48781.xml&xsl=/celade/tpl/p38f.xsl&base=/celade/tpl/top-bottom_nta.xslt
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *biometrics*, 159-174.
- Lear, S. A., James, P. T., Ko, G. T., & Kumanyika, S. (2010). Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(1), 42-61.
- Lobo, R. (2000). Ovarian Hormone Status and Body Composition/ Body Topology. In *Menopause: Biology and pathobiology* (pp. 248-251). San Diego, CA: Academic Press.
- Lukaski, H. C. (1987). Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *The American journal of clinical nutrition*, 46(4), 537-556
- Lukaski, H. C. (1996). Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 64(3), 397S-404S
- Lukaski, H. C., Johnson, P. E., Bolonchuk, W. W., & Lykken, G. I. (1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *The American journal of clinical nutrition*, 41(4), 810-817
- Lukaski, H. C., Siders, W. A., Nielsen, E. J., & Hall, C. B. (1994). Total body water in pregnancy: assessment by using bioelectrical impedance. *The American journal of clinical nutrition*, 59(3), 578-585

- Macadar, D. (2003). *Boletín demográfico Demographic bulletin*. Santiago: UN, ECLAC, Latin American and Caribbean Demographic Centre, Population Division
- Mahfoud, F., Himmel, F., Ukena, C., Schunkert, H., Böhm, M., & Weil, J. (2011). Treatment strategies for resistant arterial hypertension. *Dtsch Arztebl Int*, 108(43), 725-31
- Martínez, C. (2014). *Valor clínico de criterios antropométricos: IMC, pérdida ponderal, control de la ingesta*. Recuperado 30 septiembre, 2014. Disponible en: https://www.zahartzaroa.org/index.php/grupos-de-trabajo/descarga-de-documentos/doc_download/85-valores-antropom%C3%A9tricos.html.
- Mataix, J. (2013). Valoración del estado nutricional. En *Nutrición para educadores* (2nd ed., pp. 591-592). Madrid: Ediciones Díaz de Santos
- Matsuura, F., Yamashita, S., Nakamura, T., Nishida, M., Nozaki, S., Funahashi, T., & Matsuzawa, Y. (1998). Effect of visceral fat accumulation on uric acid metabolism in male obese subjects: visceral fat obesity is linked more closely to overproduction of uric acid than subcutaneous fat obesity. *Metabolism*, 47(8), 929-933
- Maud, P., & Foster, C. (2006). Anthropometry and Body Composition Measurement. En *Physiological assessment of human fitness* (2nd ed., p. 218). Champaign, IL: Human Kinetics
- McArdle, W., & Katch, F. (2010). Body Composition Assessment. In *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (7th ed., p. 741). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Moore, F. D., Olesen, K. H., McMurrey, J. D., Parker, H. V., Ball, M. R., & Boyden, C. M. (1963). *The body cell mass and its supporting environment: body composition in health and disease* (pp. 19-28). Philadelphia: WB Saunders
- Moreno, B. (2005). Composición corporal en el obeso. In *La obesidad en el tercer milenio* (3a ed., p. 85). Madrid: Médica Panamericana
- Moreno, R. (2013). Agua. En *Nutrición y dietética para tecnólogos de los alimentos* (p. 24). Madrid: Ediciones Díaz de Santos
- Moreno González, M. I. (2010). Circunferencia de cintura: una medición importante y útil del riesgo cardiometabólico. *Revista chilena de cardiología*, 29(1), 85-87.
- Mok, E., Béghin, L., Gachon, P., Daubrosse, C., Fontan, J. E., Cuisset, J. M., ... & Hankard, R. (2006). Estimating body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: comparison of bioelectrical impedance analysis and skinfold-thickness measurement. *The American journal of clinical nutrition*, 83(1), 65-69.
- MSP, (2011). *Protocolos clínicos y terapéuticos para la atención de las enfermedades crónicas no trasmisibles (diabetes 1, diabetes 2, dislipidemias, hipertensión arterial*. Recuperado 28, septiembre del 2014. Disponible en: https://www.iess.gob.ec/documents/10162/51880/Protocolos_ECNT_01_de_junio_2011_v.pdf

- Muralidhara, D. V. (2007). Body Mass Index and its adequacy in capturing body fat. *Thai J Physiol Sci*, 20, 97-100
- Myoung, J., Anderson, J., Mallory, C., Root, M., & Garner, S. (2014). Nutrition Across the Life Cycle. In *Human Nutrition* (p. 276). Burlington: Jones & Bartlett
- Navarro, S. (2009). *Envejecimiento, derechos humanos y políticas públicas* (1.ra ed.). Santiago de Chile: CEPAL.
- Nagaya, T., Yoshida, H., Takahashi, H., Matsuda, Y., & Kawai, M. (1999). Body mass index (weight/height²) or percentage body fat by bioelectrical impedance analysis: which variable better reflects serum lipid profile?. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(7), 771-774.
- Norman, K., Pirlich, M., Sorensen, J., Christensen, P., Kemps, M., Schütz, T., ... & Kondrup, J. (2009). Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. *Clinical Nutrition*, 28(1), 78-82
- Norman, K., Stobäus, N., Pirlich, M., & Bosy-Westphal, A. (2012). Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—Clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition*, 31(6), 854-861.
- Nuñez, L. (2008). Nutrición y cáncer en adultos mayores. *GEROINFO*, 3(3)
- ONU. (2009). *El envejecimiento y las personas de edad indicadores sociodemográficos para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas
- OPS, (2010). *Mortalidad y causas de defunción en Adultos Mayores*. Recuperado 28 septiembre, 2014. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=6615&Itemid=2391&lang=es
- Organ, L. W., Bradham, G. B., Gore, D. T., & Lozier, S. L. (1994). Segmental bioelectrical impedance analysis: theory and application of a new technique. *Journal of Applied Physiology*, 77(1), 98-112.
- Orta Duarte, M., Flores Ruelas, Y., López-Alcaraz, F., Toro-Equihua, M. D., & Sánchez-Ramírez, C. A. (2014). Correlación entre el porcentaje de grasa determinado mediante la ecuación de Slaughter e impedancia bioeléctrica en niños mexicanos en edad escolar. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 88-93.
- Piccoli, A., Nescolarde, L. D., & Rosell, J. (2002). Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología*, 22(3), 228-38
- Piccoli, A., Rossi, B., Pillon, L., & Bucciante, G. (1994). A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: the RXc graph. *Kidney international*, 46(2), 534-539
- Pierson, R., & Symposia, U. (2000). Bioimpedance Analysis. En *Quality of the body cell mass: Body composition in the third millennium*. New York: Springer
- Pineda, C. A. (2013). Síndrome metabólico: definición, historia, criterios.

- Preedy, V. (2012). Selected Applications of Bioelectrical Impedance Analysis: Body Fluids, Blood Volume, Body Cell Mass and Fat Mass. In *Handbook of anthropometry physical measures of human form in health and disease* (Vol. 1). New York: Springer
- Pullar, C. (2011). Measuring endogenous electric fields. In *The physiology of bioelectricity in development, tissue regeneration, and cancer*. Boca Raton: CRC Press
- Rhoades, R., & Bell, D. (2012). Renal Physiology and Body Fluids. In *Medical Physiology: Principles for Clinical Medicine* (4th ed., pp. 427-428). China: Lippincott Williams & Wilkins
- Robert, S., Zarowitz, B. J., Hyzy, R., Eichenhorn, M., Peterson, E. L., & Popovich, J. (1993). Bioelectrical impedance assessment of nutritional status in critically ill patients. *The American journal of clinical nutrition*, 57(6), 840-844
- Rolland-Cachera, M. F., Deheeger, M., Guillaud-Bataille, M., Avons, P., Patois, E., & Sempé, M. (1987). Tracking the development of adiposity from one month of age to adulthood. *Annals of human biology*, 14(3), 219-229
- Rosito, G. A., Massaro, J. M., Hoffmann, U., Ruberg, F. L., Mahabadi, A. A., Vasan, R. S., ... & Fox, C. S. (2008). Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample the framingham heart study. *Circulation*, 117(5), 605-613
- Rothman, K. J. (2008). BMI-related errors in the measurement of obesity. *International journal of obesity*, 32, S56-S59.
- Roubenoff, R., Dallal, G. E., & Wilson, P. W. (1995). Predicting body fatness: the body mass index vs estimation by bioelectrical impedance. *American Journal of Public Health*, 85(5), 726-728.
- Ryo, M., Maeda, K., Onda, T., Katashima, M., Okumiya, A., Nishida, M., ... & Shimomura, I. (2005). A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care*, 28(2), 451-453
- Salas-Salvadó, J., Bonada, A., Trallero, R., & Saló, M. (2000). Evaluación Clínica del Estado Nutricional. En *Nutrición y dietética clínica* (1era ed., p. 76). Barcelona: Masson
- Sampei, M. A., Novo, N. F., Juliano, Y., Colugnati, F. A. B., & Sigulem, D. M. (2003). Anthropometry and body composition in ethnic Japanese and Caucasian adolescent girls: considerations on ethnicity and menarche. *International journal of obesity*, 27(9), 1114-1120
- Scharfetter, H., Schlager, T., Stollberger, R., Felsberger, R., Hutten, H., & Hinghofer-Szalkay, H. (2001). Assessing abdominal fatness with local bioimpedance analysis: basics and experimental findings. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 25(4), 502-511
- Scharfetter, H., Schlager, T., Stollberger, R., Felsberger, R., Hutten, H., & Hinghofer-Szalkay, H. (2001). Assessing abdominal fatness with local bioimpedance analysis: basics and experimental findings. *International journal of obesity and*

related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity, 25(4), 502-511

SECA, 2013. *Catalogo 2013*, Hamburg: Hammer Steidamm

Selva, N., Digna, L., Yanguas Leyes, J., Medina Leal, D., Rodas Font, G., & Rosell Ferrer, F. J. (2012). Assessment and follow-up of muscle injuries in athletes by bioimpedance: Preliminary results

Shah, N. R., & Braverman, E. R. (2012). Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. *PloS one*, 7(4), e33308.

Shape up America. 2014. *Measurement tools – bioelectric impedance*. Recuperado 27 de septiembre del 2014. Disponible en: <http://www.shapeup.org/bfl/bioelec.html>

Shimomura, I., Funahasm, T., Takahashi, M., Maeda, K., Kotani, K., Nakamura, T., ... & Matsuzawa, Y. (1996). Enhanced expression of PAI-1 in visceral fat: Possible contributor to vascular disease in obeisty. *Nature medicine*, 2(7), 800-803

SINAIS., SINAVE. y DGE SALUD. (2011). *Perfil epidemiológico del adulto mayor en México 2010*. Recuperado 3 de octubre del 2014. Disponible en: http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/publicaciones/2011/monografias/P_EPI_DEL_ADULTO_MAYOR_EN_MEXICO_2010.pdf

Smith, S. R., Lovejoy, J. C., Greenway, F., Ryan, D., de la Bretonne, J., Volafova, J., & Bray, G. A. (2001). Contributions of total body fat, abdominal subcutaneous adipose tissue compartments, and visceral adipose tissue to the metabolic complications of obesity. *Metabolism*, 50(4), 425-435.

Sociedad Comercial y Editorial Santiago. (2011) *Britannica Enciclopedia Moderna* (p. 1340). Santiago.

Stahn, A., Terblanche, E., & Gunga, H. C. (2012). Use of Bioelectrical Impedance: General Principles and Overview. En *Handbook of Anthropometry* (pp. 49-90). Springer New York

Tasaki, I. (1982). The Rise an Fall of Theories of Nerve Excitation. En *Physiology and electrochemistry of nerve fibers*. New York: Academic Press

Thibault, R., Genton, L., & Pichard, C. (2012). Body composition: why, when and for who?. *Clinical Nutrition*, 31(4), 435-447

Tonino, R. P. (1998). Ultrasound and alendronate: New tools for osteoporosis screening and treatment. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 65(8), 398-401

Toral, A. (2007). Métodos directos e indirectos para evaluar el estado nutricional. En *La nutrición puede determinar el futuro de tu hijo: Manual introductorio a la evaluación nutricional y a la promoción de la salud* (p. 29). S.l.: Lulu.com

UN, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). *World Population Ageing 2013*. ST/ESA/SER.A/348.

Valverde, F. G., & Álvarez, C. S. (2005). Estudio del estado nutricional en la población anciana hospitalizada. *Nutrición Hospitalaria*, 20(n04)

- Vila, A. (2004). Correlación lineal y análisis de regresión. *Barcelona: Universidad Oberta de Catalunya*.
- Villareal, D. T., Apovian, C. M., Kushner, R. F., & Klein, S. (2005). Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Obesity research*, 13(11), 1849-1863
- Walker, C. (1995). Nutritional assessments. In *Eating well for older people: Practical and nutritional guidelines for food in residential and nursing homes and for community meals* (pp. 53-55). London: Caroline Walker Trust
- Wang, Z. M., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American journal of clinical nutrition*, 56(1), 19-28
- Wheeler, Lynn A. (2012) *Validation of Hand-Held Bioelectrical Impedance Analysis for the Assessment of Body Fat in Young and Old Adults*. Published thesis for the degree of Master of Science, University of Wisconsin-Milwaukee, Milwaukee, USA
- WHO. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 363(9403), 157
- Wickramasinghe, V. P. (2011). Assessment of Body Composition. *Recent Advances in Pediatrics (Volume 20: Hot Topics)*, 1, 193
- Wilmore, J., & Costill, D. (2007). Diferencias sexuales en el deporte y el ejercicio. En *Fisiología del esfuerzo y del deporte* (6th ed., p. 612). Barcelona: Paidotribo
- Wohlfahrt-Veje, C., Tinggaard, J., Winther, K., Mouritsen, A., Hagen, C. P., Mieritz, M. G., ... & Main, K. M. (2014). Body fat throughout childhood in 2647 healthy Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry. *European journal of clinical nutrition*
- Wong, I. G., Daza, T. A., & Huerta, K. B. (2012). Correlación de la composición corporal por plicometría y bioimpedancia en estudiantes de nutrición. *Rev Esp Méd Quir Volumen*, 17(1), 16.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Métodos	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Masa grasa (MG)	Subcategoría de los lípidos totales formando parte del 90% de estos. En general son lípidos no esenciales, que ayudan exclusivamente al aislamiento térmico y al depósito de combustible de movilización.	Sumatoria de pliegues cutáneos; Bioimpedancia eléctrica	Déficit en grasa	<24% de grasa del peso corporal total	% de personas con déficit de grasa
			Grasa en valores saludables	24-36% de grasa del peso corporal total	% de personas con grasa en valores saludables
			Preobesidad	>36-41% de grasa del peso corporal total	% de personas con exceso de grasa
			Obesidad	>41% de grasa del peso corporal total	% de personas con exceso de grasa
Circunferencia de la cintura	Medición de la distancia alrededor del abdomen a nivel del ombligo. Debido a que el lugar de depósito y la distribución de la grasa en el cuerpo generan un riesgo diferente, una alta cantidad de tejido adiposo abdominal y más específicamente al tejido adiposo perivisceral (mesenterio, omentos), estarán asociados a riesgos de enfermedades cardio-metabólicas.	Medición de la circunferencia de la cintura	Normalidad	< 84 cm	% de personas con valores de circunferencia de cintura de normalidad
			Exceso de grasa abdominal	> 84 cm	% de personas con valores de circunferencia de la cintura de exceso de grasa abdominal
IMC	Índice ponderal para estimar grasa corporal y establecer personas con riesgos cardiovasculares y metabólicos. Se obtiene con la relación del peso corporal total (kg) con la talla (m) elevada al cuadrado. A pesar de ser un método ampliamente utilizado, esta técnica supone que todas las personas tienen la misma relatividad en su contenido de masa grasa sin tomar en cuenta la edad, el sexo o la etnicidad. Generando así la posibilidad de reflejar resultados no necesariamente válidos.	Medición del peso y la talla	Desnutrición	$IMC \leq 18,49$	% de personas con desnutrición según el IMC
			Normalidad	$IMC = 18,5 - 24,99$	% de personas en la normalidad según el IMC
			Preobesidad	$IMC = 25 - 29,99$	% de personas con sobrepeso según el IMC
			Obesidad	$MC \geq 30$	% de personas con obesidad según el IMC

ANEXO 2

HOJA DE INGRESO DE DATOS DEL PROGRAMA SECA ANALYTICS 115

seca analytics 115

Archivo Editar Extras ? pelopez [Médico] Cerrar sesión

Archivo del paciente **seca**

ANTON IGNATOV ♂ 12/01/1988 / centro y sudamericano

medir importar imprimir guardar cerrar

Peso: 58.90 kg Estatura: 1.741 m IMC: 19.43 kg/m² 26/03/2015 10:46

datos del paciente historia clínica datos de laboratorio resultados del estudio comentarios

Datos generales del paciente (actualizado el 19/03/2015)

Nombre	Contacto
Título: <input type="text"/>	Calle: <input type="text"/>
Nombre: <input type="text" value="ANTON"/>	N° casa: <input type="text"/>
Apellido: <input type="text" value="IGNATOV"/>	Código postal: <input type="text"/>
Tratamiento: <input type="text"/>	Población: <input type="text"/>
	Estado: <input type="text"/>
	País: <input type="text" value="Ecuador"/>
	E-mail: <input type="text"/>
	Teléfono 1: <input type="text" value="2245389"/> particular
	Teléfono 2: <input type="text"/> particular
	Teléfono 3: <input type="text"/> particular

Datos generales

Fecha nac.: *

Sexo: *

Grupo étnico: *

Datos específicos


ID del paciente:

Médico responsable: *

Comentario

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO

1
 <p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR SEREIS MIS TESTIGOS</p>
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE ANTROPOMETRÍA Y LA TÉCNICA DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA PARA ESTABLECER LA CONDICIÓN NUTRICIONAL DE ADULTOS MAYORES EN QUITO 2014
CONSENTIMIENTO INFORMADO
<p>La Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) se encuentra realizando un estudio con el objetivo de conocer el estado nutricional de los adultos mayores de la ciudad de Quito mediante la medición de la composición corporal.</p> <p>Saber la composición corporal de las personas es importante porque indica el tipo de alimentación que ellos habitualmente tienen y el posible riesgo que esto puede significar para la salud. Este estudio ayudará a las autoridades de salud del país a elaborar programas, proyectos y actividades para que sus habitantes tengan una mejor alimentación y por tanto una buena salud.</p> <p>Las personas que participan en este estudio son hombres y mujeres entre 60 y 65 años que viven en la ciudad de Quito, no padecen de ninguna enfermedades como hipertensión arterial no controlada, enfermedades renales, hepáticas o del corazón y que no se encuentren tomando medicamentos como diuréticos o corticoides.</p> <p>Para realizar el estudio, es necesario, si usted lo permite, que se le tome medidas antropométricas como peso, talla, diámetros del cuerpo y pliegues de la piel. También si usted está de acuerdo se le evaluará su composición corporal, es decir se podrá determinar cuánto tiene de grasa en el cuerpo, que cantidad de agua se halla en su organismo y la cantidad de músculo que posee. Estas actividades serán supervisadas por docentes de la Carrera de Nutrición Humana de la Facultad de Enfermería.</p> <p>Para tomar las medidas corporales se le pedirá que acuda en ayunas el día de la evaluación. Con ropa ligera y descalzo se le medirá el peso, la talla, la cintura y se le realizará la evaluación de los pliegues del cuerpo. La determinación de los pliegues se lo hace de manera sencilla pinzando entre los dedos en cuatro regiones del cuerpo: región de la cadera, espalda, y parte anterior y posterior del brazo. Para conocer la composición corporal y saber el contenido de grasa, agua y músculo que tiene su cuerpo se lo hace mediante el equipo de bioimpedancia. Esta técnica no invasiva y de fácil aplicación, consiste en pararse descalzo sobre una balanza y esperar durante 120 segundos a que se realice la medición. El principio del análisis se basa en las propiedades eléctricas del cuerpo humano.</p> <p>Las mediciones las realizarán docentes de nuestra universidad especialistas en medir el tamaño del cuerpo. Una vez tomadas sus medidas, podremos conocer su condición nutricional. Los resultados de los exámenes le serán entregados en una segunda visita, la que contendrá una breve explicación de los mismos y</p>

recomendaciones dietéticas para mantener una buena salud y prevenir enfermedades como diabetes, presión alta y otras enfermedades del corazón.

Los resultados del estudio así como sus datos personales (edad, sexo, área de residencia), se mantendrán con confidencialidad, pues a usted se le asignará un código del 001 al 100, de forma que su nombre nunca aparecerá en la base de datos donde se incorporan la información de todos los participantes. No obstante, a usted se le enviará, como le indicamos anteriormente, una copia de los resultados y una explicación de los mismos.

Usted tiene el derecho a negar su participación o de retirarse de este estudio en el momento que lo crea necesario, sin que ello vaya en perjuicio de su atención médica actual y futura.

Señor/Señora, si usted está de acuerdo en participar es este estudio, le agradeceríamos que ponga su nombre y firme esta hoja.

Yo, _____, cédula _____ entendí las explicaciones anotadas anteriormente sobre el estudio que la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) quiere hacer. Acepto voluntariamente la participación en este estudio para

1. _____ **Me realicen las mediciones antropométricas y evalúen mi composición corporal**

Yo estoy de acuerdo en que se me realicen las evaluaciones que me han indicado.

Yo tengo claro el derecho a negar mi participación en este estudio en el momento que lo crea necesario, sin que ello vaya en perjuicio de mi atención médica actual y futura. Además me queda claro que cualquier información acerca de mi identidad es confidencial y nunca será mencionado en publicaciones, bases de datos u otro lugar.

Así mismo estoy informado que para cualquier consulta sobre este estudio puedo comunicarme con el Dr. Pablo López Proaño, profesor de la PUCE, al teléfono 2991616 ó 2991615 en el horario: 8:00 a.m. a 4 p.m.

Nombre del participante

Firma del participante

Firma del testigo

Dr. Pablo López, MD
Coordinador del Estudio

ANEXO 4
FOTOS DE VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL MEDIANTE BIA EN EL
CEAM DE QUITO, DICIEMBRE 2014



