



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
SECCIÓN DE POSGRADO

**ÍNDICE DE MASA CORPORAL Y GRASA CORPORAL
CLÍNICA DE NUTRICIÓN Y ENDOCRINOLOGÍA 2015**

**PRESENTADA POR
JOSÉ ALBERTO NUÑEZ RAMOS**

**ASESOR
PEDRO JAVIER NAVARRETE MEJÍA**

**TESIS
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
MEDICINA CON MENCIÓN EN BIOQUÍMICA Y NUTRICIÓN**

LIMA – PERÚ

2015



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
SECCIÓN DE POSGRADO**

**INDICE DE MASA CORPORAL Y GRASA CORPORAL
CLÍNICA DE NUTRICIÓN Y ENDOCRINOLOGÍA, 2015**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN BIOQUÍMICA Y NUTRICIÓN**

**PRESENTADO POR
JOSE ALBERTO NUÑEZ RAMOS**

LIMA – PERÚ

2015

ASESOR

Javier Navarrete Mejía, Doctor en Salud Pública.

JURADO

Presidente: Juan Carlos Velasco Guerrero, Doctor en Salud Pública.

Miembro: Zoel Huatuco Collantes, Doctor en Medicina.

Miembro: Manuel Loayza Alarico, Doctor en Salud Pública.

DEDICATORIA.

A mi Madre que me enseñó a perseverar por lo que queremos en la vida.

A mi Esposa por ser mi compañera inseparable.

A mi Hija por ser tan dulce y cariñosa.

A mi Hermana por que en los momentos difíciles fuimos amigos inseparables.

ÍNDICE

Asesor y Jurado	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
Abstract	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1 Antecedentes de la investigación	3
1.2 Bases teóricas	3
1.3 Definición de términos	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	
2.1 Tipos de investigación	22
2.2 Diseño de investigación	22
2.3 Población y muestra	22
2.4 Recolección de datos. Instrumento	23
2.5 Procesamiento de datos	23
2.6 Aspectos éticos	23
CAPÍTULO III: RESULTADOS	24
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	30
CONCLUSIONES	35
RECOMENDACIONES	36
FUENTES DE INFORMACIÓN	37
ANEXO	38
Ficha de recolección de datos.	

ÍNDICE DE TABLAS.

	PAG
Tabla 1 : Composición corporal Nivel I Atómico.	10
Tabla 2 : Composición corporal Nivel II Molecular	11
Tabla 3 : Composición corporal IV Tisular	13
Tabla 4: Distribución de los pacientes según sexo CLINED 2013-2015.	24
Tabla 5 : Resumen estadístico de la composición corporal CLINED 2013-2015	25
Tabla 6 : Resumen estadístico del IMC CLINED 2013-2015	26
Tabla 7 : Relación entre IMC y Composición Corporal por edad CLINED 2013-2015.	26
Tabla 8: Relación entre IMC y Composición Corporal por sexo.	27
Tabla 9: Asociación entre IMC y Composición Corporal por sexo CLINED 2013-2015	27
Tabla 10: IMC con relación a %GC por sexo CLINED 2013-2015	28

ÍNDICE DE GRAFICOS

	PAG
Grafico 1: Esquema de la composición corporal	9
Grafico 2: Distribución de los pacientes según edades CLINED 2013-2015.	24
Grafico 3: Comparación de promedios por edad y sexo	25

RESUMEN.

Objetivo: Establecer el grado de relación entre el IMC, la composición corporal y valorar la sensibilidad del IMC como método de descarte de Normalidad.

Metodología: La población la conformo 2634 pacientes hombres y mujeres, en una clínica endocrinológica privada en Lima metropolitana, se utilizó la técnica de bioimpedancia y pesado y tallado directo, los datos de las variables fueron recolectados en un formato previamente diseñado para almacenar mediciones de acuerdo a las variables deseadas

Resultados: Se determinó que por el IMC se estimaban 43,5% de la población como normal mientras que por el método de composición corporal solo el 15,2%, según sexo la percepción de falsos negativos en mujeres fue mayor

Conclusiones: El IMC demostró muy poca sensibilidad para valorar a los pacientes como normales, se debe tener en cuenta la composición corporal sobre todo en pacientes de riesgo cardio metabólico

ABSTRACT

Objective: To establish the relationship between BMI, body composition and to evaluate the sensitivity of BMI as a method of discarding normality.

Methodology: The population included 2,634 persons (male and female patients) from a private endocrine clinic in metropolitan Lima; technical bioimpedance and heavy and direct carving was used; data variables were collected in a format previously designed for storing measurements according to the desired variables.

Results: It was determined that by BMI 43.5% of the population were estimated as normal and with body composition method, only 15.2% were normal, according to gender perception of false negatives it was higher in women.

Conclusions: BMI showed little sensitivity to evaluate and diagnose patients as normal; body composition should be taken into account especially in patients with cardio metabolic risk.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas no transmisibles se encuentran en aumento no solo en el mundo, la región¹ sino también en el Perú² básicamente la obesidad³, hipertensión arterial, Diabetes Mellitus tipo II, éstas patologías están basadas en el efecto meta-inflamatorio^{4,5} mediado por diversas adipocinas formadas por el exceso de tejido adiposo. Esto hace imprescindible tener un método sensible y accesible para cuantificar el estado nutricional del individuo.

Dentro de los parámetros para realizar la evaluación nutricional mediante la antropometría, encontramos entre los más económicos y accesibles al Índice de Masa Corporal (IMC) o Índice de Quetelet⁶, creado en el año 1871, actualmente es muy utilizado y recomendado por distintos órganos como OMS y OPS, incluso MINSA en su “Guía técnica de valoración Nutricional Antropométrica” recomienda este indicador. Sin embargo al ser un estimador total no considera la composición corporal de masa magra, masa grasa, además de no correlacionar con algunas poblaciones⁵ y étnias asiáticas, así como en el deportista.⁷

Por ser el IMC un estimador global, que no considera la forma del cuerpo⁸, o la cantidad peso formada por musculo, grasa o edema, podría inducir a falsos negativos⁹ en los cuales el IMC es aparentemente normal sin embargo el nivel de adiposidad es elevado, o falsos positivos en que el IMC es elevado pero el peso es por abundante masa muscular, o pacientes con masa ósea desarrollada como es el caso del biotipo ecto-endomorfo. El conocer y cuantificar la composición corporal nos permitirá conocer y medir los cambios en los tejidos así como comprender sus afecciones y compromisos futuros.

En la Clínica de Nutrición y Endocrinología (CLINED) de la ciudad de Lima, hemos valorado el IMC y se estudió la composición de la masa grasa de los pacientes, dado que no están protocolizados dichos parámetros, para ello se determinó en el poblador peruano una relación entre el IMC y el % de Grasa Corporal.⁵

El presente estudio se justificó porque las enfermedades crónicas no transmisibles que subyacen en el sustrato meta-inflamatorio son muy costosas a los sistemas de salud y el control de las mismas es muy variado, debido a que no se está correlacionando el tratamiento con el % de masa grasa, GV (grasa visceral) y su influencia en la masa muscular, que además de producir cambios epigenéticos origina el problema.

Teniendo en cuenta lo afirmado, el objetivo general del presente estudio ha sido analizar el grado de relación entre Índice de Masa Corporal y el porcentaje de grasa corporal en el poblador adulto que acude a la consulta en la Clínica de Nutrición y Endocrinología-CLINED, 2015

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En noviembre del 2012 la autora para realizar evaluación nutricional y medir el grado de obesidad la compara 2 metodologías, el % de Grasa corporal (peso de masa Grasa/Peso total corporal x 100) y el índice de masa corporal o IMC (peso/talla²), lo aplica en 828 sujetos voluntarios sanos (hombres y mujeres), entre 15 a 65 años de edad, los cuales fueron clasificados en bajo peso, normal, sobre peso, y obesidad. Se obtuvo como resultados que 552 (66,6%) personas tenían un alto porcentaje de grasa corporal y fueron mal clasificados por el índice de masa corporal (IMC). Y 276 (33,3%) personas tenían valores de porcentaje de grasa corporal de acuerdo con la clasificación del índice de masa corporal. El porcentaje de grasa corporal mostró una alta correlación con el género ($r = 0,109$; $p = 0,027$), mientras que el IMC no demostró lo mismo, la autora concluye que el porcentaje de grasa corporal debe ser incluido en la categorización de la obesidad, para un mejor entendimiento de la patología¹⁰.

En octubre del 2007 los autores tienen como propósito demostrar la relación paradójica entre el IMC y la morbimortalidad en pacientes con hipertensión y enfermedad coronaria. Se seleccionan 22,576 pacientes hipertensos con enfermedad coronaria y un total del 61,835 pac/año con edad promedio de 66 ± 9.8 años de edad, los cuales fueron clasificados en 5 grupos de acuerdo al IMC en delgados (menos de 20kg/m^2), normales ($20\text{-}25 \text{ kg/M}^2$), sobrepeso ($25\text{-}30 \text{ kg/m}^2$), obesidad I ($30\text{-}35 \text{ kg/m}^2$), obesidad II y obesidad II (más de 35 kg/m^2), el outcome primario fue muerte, infarto de miocardio no fatal o stroke no fatal, se obtuvo como resultados en comparación al grupo de normales ($20\text{-}25 \text{ kg/M}^2$) como grupo control. El riesgo del outcome primario fue menor en el grupo sobrepeso, y en los grupos obesidad I, y obesidad II y III, también. El grupo de obesidad I

tuvo la menor tasa de outcome primario y muerte, además de la mayor reducción de la presión arterial. Los autores concluyeron que en una población de pacientes hipertensos y con enfermedad coronaria, pacientes con sobrepeso y obesidad (según IMC) comparado con los normales (según IMC), tendrían una disminución de riesgo de morbimortalidad. En este tipo de pacientes el rol del IMC no está bien definido¹¹

En el 2008, los autores realizaron un estudio transversal con 13,601 sujetos con edades comprendidas entre 20 y 79.9 años, fueron tomados de la Third National Health and Nutrition Examination Survey, se les realizó medida de grasa corporal porcentual (BF%) e IMC. Se tomó como referencia los criterios de obesidad de la OMS de BF%>25% en hombres y BF%>35% en mujeres, se correlacionaron el IMC y la BF% con el sexo y la edad de los participantes. Se encontraron como resultados, que la clasificación de obesidad según IMC se presentó en 21% de hombres y 31% de mujeres y según el indicador BF% se encontró 50% en hombres y 62% en mujeres respectivamente. Cuando el IMC >30 tuvo una alta especificidad (95% en hombres y 99% en mujeres), pero una pobre sensibilidad (36% en hombres y 49% en mujeres). La performance diagnóstica del IMC disminuyó con el aumento de la edad, la correlación de BF% con el IMC fue buena pero solo con la masa magra. Se concluye que la exactitud diagnóstica del IMC para la obesidad es limitada particularmente en las personas en rangos intermedios pero si el IMC es >30kg/m² tiene una buena especificidad.⁵

En el 2012, los autores preocupados porque la obesidad es una enfermedad muy seria con implicancias en diabetes, hipertensión, enfermedad cardíaca y accidentes cerebro vasculares, mencionan que según la CDC estima una tasa de obesidad del 20% en los 50 estados (USA) y con 12 estados con tasas superiores al 30%. Actualmente se viene utilizando el IMC para determinar el nivel de adiposidad sin embargo se considera inexacta ya que subestima la epidemia generando intervenciones tardías, en el presente estudio se comparó la eficacia de biomarcadores y

DXA (absorciometría de rayos X de energía dual) para poder tener un mejor diagnóstico y tratar la obesidad. Se realizó un estudio de corte transversal en 9,088 pacientes entre los años 1998 al 2009, utilizando IMC, DXA y mediciones de insulina y leptina. La población consistía en 63% mujeres y 37% hombres, 75% blancos, con una edad media = 51,4 años. El IMC medio fue de 27,3 (DE = 5,9) y la media de porcentaje de grasa corporal fue de 31,3% (SD = 9.3). Se obtuvo que según el estimador IMC el 26% de los sujetos eran obesos, mientras que la medida por DXA arrojó que el 64% de la población en estudio eran obesos. El 39% de los sujetos fueron clasificados como no obesos por IMC, pero por el método DXA se encontraron como obesos.

El IMC clasifico mal al 25% hombres y 48% mujeres. Se evidencio una relación fuerte entre la leptina y la grasa corporal.

Los autores concluyen que existe una prevalencia de falsos negativos en mujeres de edad avanzada, y que el IMC subestima el grado de obesidad y su prevalencia, especialmente en mujeres con valores elevados de leptina¹².

En 1996 el análisis de la bioimpedancia eléctrica, nos permitio estimar la adiposidad y grasa corporal basada en ecuaciones obtenidas por muchos investigadores, adecuadamente usada no es invasiva y nos permite medir de manera exacta la masa libre de grasa (FFM) y el agua corporal total (TBW) La BIA es más adecuada como método indirecto para calcular el porcentaje de grasa corporal en los distintos grupos en estudios epidemiológicos y de campo, Cuando se utiliza un estimador simple como el IMC,(Peso/talla²) comparado con BIA este demuestra ser más sensible y específico para calcular la adiposidad en grupos de niños, jóvenes, adultos, ancianos principalmente blancos, y en algunas poblaciones nativo americanas, asiáticas, y negros¹³

En el 2011 se publica una revisión acerca de los tipos de bioimpedancia, básicamente este método es no invasivo de fácil aplicación, se puede utilizar en todo tipo de poblaciones, se detalla y menciona su

funcionamiento, bases físicas, que permite comprender mejor su utilización, lo cual nos dará lecturas más fiables. Es un método muy exacto para determinar masa libre de grasa y agua corporal en personas que no tengan alteraciones en líquidos corporales y electrolitos. Su lectura se basa en la impedancia corporal que se encuentra en base a 2 componentes o vectores la resistencia y la reactancia y la relación con el componente dieléctrico celular.

Actualmente existen los equipos BIA de monofrecuencia y los de multifrecuencia, estos últimos utilizan 6 o 7 frecuencias diferentes tales como 0,1,5,50,100,200 y 500 khz, para estimar el agua corporal total, Agua extracelular, y agua intracelular y por diferencia la masa libre de grasa, son muy precisos para valorar los niveles de hidratación, Actualmente estos equipos utilizan el método de Piccoli en los cuales multiples vectores pueden migrar de acuerdo al estado de hidratación del paciente¹⁴.

En el 2006 los autores hacen un análisis del impacto de la transición nutricional que ha ocurrido en diversas partes del continente, se realiza una revisión de artículos publicados entre los años 1995 y 2005 , abordando la situación alimentario nutricional, encuestas nacionales y reportes internacionales, se observa que hay países en los que el aumento de peso es 30% y otros puede llegar hasta un 70%, se grafica el incremento en las calorías ingeridas en el periodo 1990/1992 al 2000/2002 demostrándose que solo Guatemala, Panamá y Venezuela tuvieron una menor ingesta calórica, mientras que Perú incremento su ingesta de 1960 cal a 2550 cal en promedio un 30% más¹.

En el 2013 se realiza un estudio transversal que toma como periodo de estudio del 2007 al 2011, se empleó un muestreo probabilístico en el marco del censo nacional de población y vivienda 2007, con la finalidad de determinar la tendencia del sobrepeso y obesidad y sus determinantes sociales. Los indicadores antropométricos se aplicaron según la propuesta de la OMS, se utilizó el indicador peso/talla en niños menores de 5 años, e IMC para mayores de 5años, y menores de 19 años, en el caso de los

adultos y adultos mayores se utilizó el IMC, se obtuvieron como resultados que el sobrepeso en niños <10 años disminuye o se mantiene estable, en los otros grupos hay tendencia al incremento. En los niños <5 años, la obesidad tiende al incremento, mientras que en los adultos esta tendencia se mantuvo. Los autores concluyen la tendencia a la obesidad y el exceso de peso en niños menores de 5 años y la tendencia de la obesidad en los adolescentes es a la reducción. Dentro de los determinantes sociales más frecuentes del exceso de peso fue el sexo masculino en los niños menores de 10 años y femeninos a partir de los 10 años y vivir en la zona urbana².

En el año 2007, se compara mediante antropometría directa de los 5 componentes a sujetos deportistas profesionales y amateurs, versus el IMC (Peso/Talla²), demostrándose que en la población de deportistas la medición de los 5 componentes (según técnica ISAK) en el que considera piel, tejido adiposo, muscular, óseo y residual validados por la ISAK International, no muestra ninguna correlación, esto se debe a que el IMC es una manipulación estadístico-matemático, de dos variables de distinta dimensión sin tener en cuenta la composición de la masa que genera el peso y el cambio en la densidad y composición por la edad. El IMC es mejor visto como una medición de peso elevado, mientras que los incrementos de peso poblacional se deben a incrementos de grasa, se toma como ejemplo un estudio de ROSS y KERR en 19 000 personas entre 20 y 70 años en el que el IMC tiene una eficiencia en el 15% de los casos⁷.

En Diciembre del 2010 la autora hace una recopilación de las características inflamatorias de la obesidad, se describe que en los sujetos obesos el tejido adiposo puede diferir en muchas de sus propiedades, como son la ubicación, desarrollo de la red vascular, la regulación de la expresión para sintetizar adipocinas, conjuntamente con el balance lipolítico y lipogénico, otra característica importante es el potencial adipogénico por el cual el pre adipocito pasa a adipocito maduro, la infiltración de células inmunes generando todos estos factores diversos grados de riesgo de tejido adiposo patológico, siendo el tejido adiposo

visceral el que tiene una mejor performance secretora de adipoquinas que atrae a las células inflamatorias, La revisión concluye que se debería manipular los eventos inflamatorios para aumentar el porcentaje de obesos metabólicamente sanos, sin embargo el manejo deseable seguirá siendo la pérdida ponderal. La comprensión y caracterización de la obesidad es imprescindible para dar paso a una futura evolución favorable¹⁵.

1.2 BASES TEORICAS

De acuerdo a la OMS, se define a la valoración del estado nutricional como la interpretación de la información obtenida de estudios bioquímicos, antropométricos y/o clínicos que se utilizan para determinar la situación nutricional de individuos o poblaciones, siendo su aplicación en 2 ámbitos, el clínico que nos permite conocer si un paciente necesita de una intervención dietoterapéutica, y en el campo de las salud pública en donde de acuerdo a los mapas epidemiológicos nos permite diseñar, implementar, monitorear y evaluar posteriormente el impacto de programas nutricionales. La antropometría es un método incruento, de de bajo costo, de tecnología accesible, que puede evaluar el tamaño, crecimiento, proporcionalidad, composición corporal, de un individuo o una población.

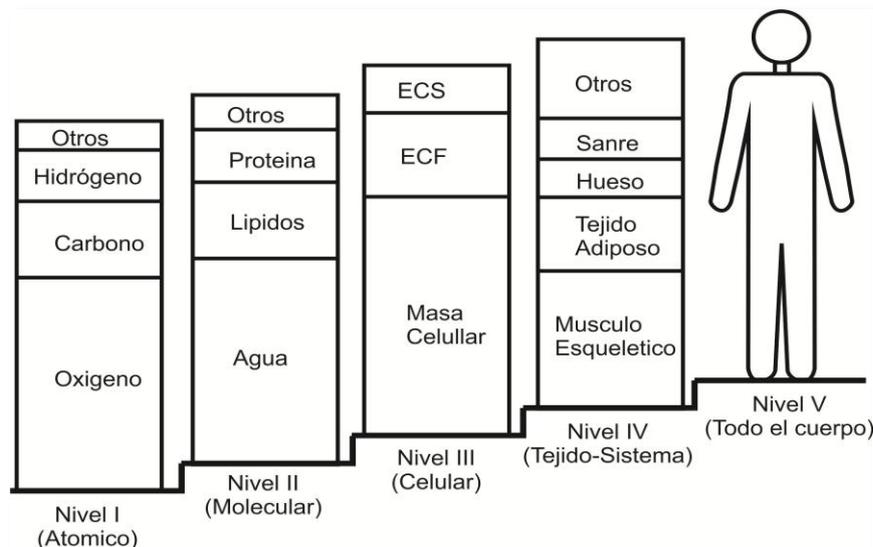
Según el diccionario de la real academia española lo define a la antropometría como “Tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano”, tiene su origen en los primeros tratados de los anatomistas como el del médico Flamenco Andreas Vesalius, quien en 1534 publicó un tratado de anatomía moderna, luego en 1654 Johann Sigismund Elsholtz, publica un su tesis de graduado ANTROPOMETRIA, fue un estudio temprano de la antropometría y en el relaciona la forma, proporciones del cuerpo humano y las enfermedades, En 1883 Adolfe Quetelet publica la obra “Sur l’homme et le développement de ses facultés. Essai d’une physique sociale”, en el cual describe la relación entre el peso y el cuadrado de la talla del individuo (P/T^2), más conocido como índice de masa corporal. Alphonse Bertillon en el año 1882, expuso una nueva disciplina llamada ANTROPOMETRIA la cual se trataba de una técnica para

identificación de criminales utilizando la medición de varias partes del cuerpo, cabeza, y marcas individuales, como tatuajes, y cicatrices.

En el año 1968 la OMS¹⁶, considera a la antropometría.....”*En su forma científica actual es una disciplina relativamente reciente que requiere centros de investigación bien organizados, un material complicado y*

conocimientos matemáticos superiores. Sus nuevas técnicas se han aplicado en una proporción limitada en las regiones en vías de desarrollo”, sin embargo en el año 1995 la OMS publica un informe de comité de expertos¹⁷, el cual considera que la antropometría ha sido aplicada ampliamente en un sin número de estudios, y estableció con éxito los riesgos nutricionales, en especial en poblaciones infantiles, sin embargo reconoce que hay poca orientación sobre el uso apropiado y la selección correcta de los indicadores antropométricos.

Grafico 1:Esquema de la composición corporal.



Fuente: Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr. 1992 Jul;56(1):19-28. 1992; 56(1): p. 19-28.

Composición Corporal

Es el análisis químico del cuerpo humano y de la organización que estos elementos puedan tener para sostener la relación de los diversos tejidos en la economía corporal. Actualmente se dispone de la teoría de los 5 componentes¹⁸

la cual considera los niveles estructurales de acuerdo a la organización de los elementos así tenemos:

1. NIVEL I ATOMICO:

Formado por elementos químicos. De los 118 elementos en el cuerpo se encuentran distribuidos en diversos tejidos, el oxígeno, hidrógeno, carbono, nitrógeno, calcio y fósforo, estos componen el 98% del peso corporal total aproximadamente. Se realizan mediciones de estos elementos en todo el cuerpo con diversas técnicas de investigación, obteniendo importante información. En el caso del calcio nos ayuda a calcular el contenido mineral óseo, lo podemos cuantificar por DXA, y bioimpedancia, en el caso del nitrógeno nos sirve para cuantificar el intercambio proteico.

Tabla 1 : Composición corporal Nivel I Atómico.

Elemento	Cantidad kg	Porcentaje de Peso Corporal%
Oxigeno	43	61
Carbono	16	23
Hidrogeno	7	10
Nitrógeno	1.8	2.6
Calcio	1.0	1.4
Fosforo	0.58	0.83
Sulfato	0.14	0.20
Potasio	0.14	0.20
Sodio	0.1	0.14
Cloro	0.095	0.14
Magnesio	0.019	0.027
Total	69.874	99.537

*Composición corporal para un Hombre de 70kg

Fuente: Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr. 1992 Jul;56(1):19-28. 1992; 56(1): p. 19-28.

1. NIVEL II MOLECULAR:

2. De Los 11 elementos principales (ver tabla anterior) se organizan en moléculas, las cuales originan a más de 100 000 compuestos presentes en el cuerpo humano, las moléculas varían en complejidad y peso molecular, van desde el agua hasta a el ácido desoxirribonucleico. No es ni útil ni posible medir todas éstas moléculas de forma individual. El nivel molecular se encuentra formado por los principales compartimientos moleculares, como el agua o soluciones acuosas, los lípidos, las proteínas, el glucógeno, los minerales (óseos y no óseos). El agua y los minerales óseos se pueden medir directamente, pero la grasa, las proteínas, el glucógeno y los minerales no óseos tienen que ser estimados con técnicas indirectas. Cada uno de los varios métodos usados para estimar este grupo de componentes se basa en supuestos que vinculan aspectos mensurables de la composición del cuerpo con el componente de interés.

Tabla 2 : Composición corporal Nivel II Moleccular.

Componentes	Cantidad kg	Porcentaje de Peso corporal
Agua		
Extracelular	18	26
Intracelular	24	34
Lípidos		
No esenciales	12	17
Esenciales	1.5	2.1
Proteínas	10.6	15
Mineral	3.7	5.3
Total	69.8	99.4

*Composición corporal Nivel II de hombre de 70 kg

Fuente: Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr. 1992 Jul;56(1):19-28. 1992; 56(1): p. 19-28.

Por lo general se establecen métodos antropométricos para estimar la grasa total del cuerpo y la masa exenta de grasa (MEO) usando una de esas técnicas indirectas.

3. NIVEL III CELULAR:

El conjunto de moléculas forma células que se organizan en el organismo vivo. Las células coordinan funciones e interacciones fundamentales para el estudio de la fisiología humana en la salud y la enfermedad. El nivel celular por lo tanto, es el área más importante de la investigación de la composición corporal. El organismo humano está compuesto de tres compartimentos principales en el nivel celular: las células, fluido extracelular, y sólidos extracelulares.

El nivel celular de la composición corporal está constituido por las aproximadamente 10^{18} células de los cuatro tipos histológicos (epitelial, conjuntivo, muscular, nervioso).

El líquido extracelular (LEC) que es el fluido que proporciona un medio no metabolizable de las células para el intercambio de gases, transferencia de nutrientes, y excreción de metabolitos. Es el 94% del agua total en volumen, y está distribuido en dos grandes compartimentos el plasma en el intravascular, y el intersticial en el extravascular, el plasma y el líquido intersticial son del 5% al 20% del peso del hombre de referencia.

Los sólidos extracelulares (SEC) son una parte del cuerpo humano no metabolizable formados por compuestos orgánicos e inorgánicos. Los sólidos extracelulares orgánicos incluyen tres tipos de fibra: colágeno, reticular y elástico. Las fibras de colágeno y reticulares están compuestas de colágeno mientras que las fibras de elásticas por elastina.

Los sólidos extracelulares inorgánicos representan aproximadamente el 65% de la matriz ósea seca en el hombre de referencia (2). El calcio, fósforo, y oxígeno son los principales elementos inorgánicos de los sólidos extracelulares en el hueso que se incorporan a la hidroxiapatita de calcio. Otros componentes inorgánicos presentes en los sólidos extracelulares son el bicarbonato, el citrato, el magnesio, y el sodio

NIVEL IV TISULAR:

nivel celular se encuentra formado por diversas células, fluido extracelular. y sólidos extracelulares. Estos tres componentes se organizan adicionalmente en los tejidos, órganos y sistemas que darán paso al cuarto nivel de composición del cuerpo. Generalmente los tejidos contienen células que son de semejante apariencia, función y origen embrionario este modelo considera que el peso corporal total está formado por la suma de los tejidos conectivo, muscular, nervioso, y epitelial. Tres tejidos específicamente son importantes para la investigación de la composición: óseo, adiposo, y muscular, que forman casi el 75% del peso corporal total de nuestro modelo de referencia.

Tabla 3 : Composición corporal Nivel IV Tisular.

Tejido u órgano	Cantidad Kg	% por peso corporal
Musculo esquelético	28	40
Tejido Adiposo		
Subcutáneo	7.5	11
Visceral	5	7.1
Intersticial	1	1.4
Medula Ósea	1.5	2.1
Hueso	5	7.1
Sangre	5.5	7.9
Piel	2.6	3.7
Hígado	1.8	2.6
Sistema Nerviosos Central	1.4	2

Tracto Gastrointestinal	1.2	1.7
Pulmones	1	1.4

*Principales tejidos y órganos del modelo de referencia hombre de 70kg.
Fuente: Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. Am J Clin Nutr. 1992 Jul;56(1):19-28. 1992; 56(1): p. 19-28.

5. NIVEL V V TODO EL CUERPO: Algunos primates y humanos tienen composiciones corporales similares en los niveles atómicos, moleculares, celulares y de tejidos., sin embargo, es a nivel de TODO EL CUERPO que con sus características complejas se diferencian, Además, muchos procesos biológicos, genéticos y patológicos tienen un impacto no sólo en los primeros cuatro niveles, sino también en el cuerpo humano como un todo. El nivel de la composición corporal de TODO EL CUERPO considera como parámetros al tamaño del cuerpo, la forma del cuerpo y las características exteriores y físicas. Hay 10 dimensiones que se sugieren en este nivel de composición:

1. **Estatura:** Es el principal indicador de tamaño corporal y longitud de músculos esqueléticos.
2. **Longitudes de segmento:** La medida de la longitud de diversos segmentos anatómicos, también llamados segmentos. Se utilizan en el estudio de la composición corporal, el más común de los cuales la longitud de las extremidades, la longitud del muslo, la pantorrilla, la longitud del hombro-codo, y la longitud del codo-muñeca.
3. **Amplitud Corporal** Amplitudes de cuerpo son una medida de la forma del cuerpo, la masa ósea y el tamaño del marco. Los sitios más ampliamente utilizados son la muñeca, el codo, el tobillo, la rodilla y línea bicrestal.
4. **Circunferencias:** Son indicadores útiles de densidad corporal, Masa libre de Grasa, masa grasa, la masa total de proteínas del cuerpo. y las reservas de energía. Las circunferencias más

ampliamente utilizadas son: la parte superior del brazo, la cintura (abdominal), y el muslo.

5. **Pliegues Cutáneos:** Es una técnica que consiste en pinzar la piel formando pliegues cutáneos que representan una doble capa de piel y tejido adiposo (celular subcutáneo) localizado en regiones anatómicas específicas. Tenemos los más representativos como el pliegue tricipital, el pliegue subescapular, el pliegue medial y pliegue abdominal. El espesor del pliegue cutáneo proporciona un método simple de estimar la adiposidad y la distribución de tejido adiposo subcutáneo. Numerosas ecuaciones para la predicción de la grasa corporal se han desarrollado a partir de la medición de pliegues cutáneos.
6. **Superficie Corporal:** La superficie corporal total es una característica exterior que a menudo se utiliza para estimar la tasa metabólica basal y la masa libre de grasa.
7. **Volumen del cuerpo:** El volumen corporal es un indicador del tamaño corporal y se utiliza para calcular el tamaño y forma del cuerpo.
8. **Peso Corporal:** Una de las características morfológicas más simples y es el más importante indicadore. Se utiliza en la detección de crecimiento, la obesidad. y desnutrición.
9. **Índice de masa corporal:** El peso y la talla se pueden combinar para formar indicadores que correlacionen con la grasa corporal total. El más conocido es el índice de masa corporal (peso corporal / estatura². en kg / m²), que se utiliza a menudo en los estudios de la obesidad como una medida de adiposidad. Sin embargo, los índices más complejos y específicos de la población, tales como el índice de Fels (Peso / estatura), a menudo se correlacionan mejor con la grasa corporal total.
10. **La densidad corporal:** Derivada de la relación entre el peso corporal y el volumen del mismo, es ampliamente utilizado para estimar indirectamente la grasa corporal totales y la masa libre de grasa.

Es claro que la modificación de uno de los 4 niveles afectara al nivel TODO EL CUERPO, por lo que respecta a los autores este modelo simplifica la acción en cada uno de los niveles y el impacto sobre el nivel cuerpo total.

BIOIMPEDANCIA (BIA)

En el año 1969 el Dr. Hoffer publicó¹⁹ un artículo sobre la relación entre la impedancia total del cuerpo y el volumen del agua corporal total, hizo un ensayo en 20 sujetos midiendo el agua corporal utilizando H₃O (Tritio), y compara contra la impedancia medida en personas, con 34 sujetos con diversos grados de hidratación, confirmando de esta forma que la bioimpedancia es un método valido para calcular el agua corporal total. Posteriormente se definieron correlaciones entre la edad, sexo, raza y condición física. Actualmente la BIA, se ha transformado en una técnica no invasiva, simple, rápida que nos permite calcular el agua corporal total (ACT) y, por metodologías basadas en las constantes de hidratación de los tejidos, se obtiene la masa libre de grasa (MLG) y por derivación, la masa grasa (MG), mediante la simple ecuación:

$$\text{MLG kg} = \text{peso total kg} - \text{MG kg}$$

Esta ecuación se basa en el modelo de dos componentes, del nivel IV de composición corporal, "NIVEL DE LOS TEJIDOS". Los Equipos de BIA dispensan al cuerpo una corriente alterna de amperaje muy bajo (imperceptible), que fluye por el cuerpo. El agua corporal actúa como conductor y la resistencia que ofrece el cuerpo al paso de esa corriente es medida por el impedanciómetro¹³. Para entender la Técnica de la Bioimpedancia es necesario conocer algunas propiedades eléctricas de las células.

Impedancia: La impedancia (Z) es la medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica una tensión. La impedancia extiende el concepto de resistencia a los circuitos de corriente alterna (CA), y posee tanto magnitud como fase, a diferencia de la resistencia, que sólo

tiene magnitud. Cuando un circuito es alimentado con corriente continua (CC), su impedancia es igual a la resistencia; esto último puede ser pensado como la impedancia con ángulo de fase cero. Por definición, la impedancia es la relación (cociente) entre el fasor tensión y el fasor intensidad de corriente: se define por la ecuación:

$$Z = \frac{V}{I}$$

Resistencia: Es la oposición que tienen los electrones para moverse a través de un conductor. La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega (Ω).

Reactancia: Es la oposición ofrecida al paso de la corriente alterna por inductores (bobinas) y condensadores. Su unidad de medida en el sistema internacional es el Ohmio y su símbolo es Ω . Junto a la resistencia eléctrica determinan la impedancia total de un componente o circuito, de tal forma que la reactancia (X) es la parte imaginaria de la impedancia (Z) y la resistencia (R) es la parte real, según la igualdad:

$$Z = R + jX$$

La impedancia corporal se encuentra en función de 2 vectores, la resistencia (R) y reactancia (Xc), estos vectores se encuentran relacionados por la siguiente ecuación:

$$Z^2 = R^2 + Xc^2$$

R = resistencia de los tejidos al paso de la corriente eléctrica

Xc= Oposición adicional debido a la capacitancia de los tejidos

(Componente dieléctrico), depende de la frecuencia de la corriente eléctrica

La resistencia corporal no es la misma que la de los conductores no biológicos. La reactancia está causada por la resistencia ofrecida por las membranas celulares, los tejidos de sostén y los tejidos no-iónicos que retardan el paso de la corriente.

La corriente eléctrica atraviesa de forma diferente los líquidos extracelulares, e intracelulares, y dependen de la frecuencia de la corriente. En frecuencias de 5 Hz o menores, esta corriente fluye muy bien por el agua extracelular (AEC) con una reactancia muy baja. Con frecuencias por encima de 100 Hz, la corriente penetra en los tejidos corporales también con una reactancia mínima.

La reactancia (X_c) y el ángulo de fase describen la relación entre la bioimpedancia y el cuerpo, así como La relación con variables fisiológicas, nutricionales y de esperanza de vida²⁰.

La constante de resistividad (ρ) no es igual en todos los segmentos del cuerpo humano y se debe a las variaciones intra e inter individuales por la diversa composición de los múltiples tejidos.

Actualmente en el mercado existen 2 tipos de equipo los monofrecuencia que usan una onda de 50 Khz, estos equipos miden bien la resistividad corporal y estimar adecuadamente el ACT, y la MLG. No pueden diferenciar entre el agua intracelular y extracelular.

Los instrumentos BIA multifrecuencia utilizan modelos de regresión lineal a diferentes frecuencias, como 0, 1, 5, 50,100, 200 y 500 KHz, para estimar el ACT, el AEC y el agua intracelular AIC, y por derivación la MLG son precisos para diferenciar variaciones en los niveles de hidratación. A frecuencias por debajo de 5 Khz y por encima de 200 Khz, se ha comprobado una baja reproducibilidad.

Actualmente se ha desarrollado un nuevo método llamado Análisis del vector de bioimpedancia eléctrica²¹ el cual no depende de modelos, estimaciones o ecuaciones, y que sólo se afecta por las medidas de Z o bien de la variabilidad individual. Se trata de un gráfico cartesiano de un R/H (abscisas) y X_c/H (ordenadas), estandarizado por edades. Cada vector individual puede ser comparado con las referencias de unas elipses que representan el 50%, el 75% y el 95% de tolerancia para cada edad y tamaño corporal. El movimiento del vector de impedancia puede variar a diferentes zonas que se interpretan como estados de deshidratación con

vectores largos, y de hiperhidratación con vectores cortos y cambios a izquierda o derecha según cambios producidos en la MLC.

Metodología del BIA

La metodología más utilizada es la tetrapolar, consiste en la colocación de 4 electrodos: dos a través de los cuales se dispensa una corriente alterna y los otros dos que reciben y registran esta corriente, el equipo censa la lectura registrando valores de impedancia, resistencia y reactancia corporal. Estos electrodos deben hallarse a una distancia mayor de 4-5 cm, ya que, si no, puede haber interferencias dando lecturas erróneas de la resistencia y la reactancia. Los primeros equipos tomaban las lecturas en la posición de decúbito supino para disminuir los efectos de la fuerza de la gravedad en la tendencia de remansar el agua en los miembros inferiores. En la actualidad, los impedanciómetros segmentales realizan las mediciones con electrodos mano-mano o pie-pie, normalmente con el individuo de pie.

La estandarización del procedimiento es fundamental para la correcta estimación de los componentes corporales como el ACT, la MLG y la MG. La precisión de las lecturas se podría ver afectada por variación en la colocación de los electrodos, especificaciones de la máquina y de los diferentes algoritmos o ecuaciones de cálculo suministrados por cada fabricante de equipo BIA.

Existen una serie de circunstancias y situaciones, que podrían afectar las estimaciones como los siguientes:

Ocurrencia	Comentarios	Recomendaciones
Comida, bebidas, alcohol	En ayunas o tras 4h de ayuno Interferencias	No tomar alcohol en las 8 h anteriores a la BIA
Ejercicio físico	No en 8 h anteriores	Para seguimiento durante períodos de entrenamiento, realizar siempre a la misma hora
Momento del día Temperatura Ambiente	Anotar hora de la BIA	Por la mañana en ayunas. Tras 4 h de ayuno Anotar temperatura ambiente

Piel	Sin lesiones	Pegar bien los electrodos en toda su superficie. No pegar en zonas lesionadas. Limpieza previa con alcohol de 70°
Posición de las extremidades	En abducción	Brazos a 30°; Piernas a 45°
Posición	Supino. Excepción para las BIA pie-pie, mano-mano	Entre 8 y 10 min de posición en decúbito supino. Protocolizar siempre el mismo tiempo para estudios de investigación. Seguir instrucciones del fabricante. En pacientes encamados (decúbito supino) anotar esta circunstancia
Alteraciones de la forma corporal	Anotar anomalías corporales	Amputaciones, atrofas, escoliosis, distrofias, obesidad

1.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **BIA:** Bioimpedancia, método indirecto que utiliza las propiedades eléctricas de los tejidos corporales para cuantificar el agua, la masa magra, y la, masa grasa.
- **IMC:** Índice de Masa Corporal, indicador que muestra la relación entre el peso y el cuadrado de la talla del individuo.
- **% GRASA CORPORAL:** Cantidad de grasa con respecto al peso corporal total expresado en porcentaje (%GC)
- **Grasa Visceral :** Es la grasa que se encuentra alojada en el abdomen rodeando a los órganos intraabdominales, es metabólicamente más perjudicial que la grasa corporal
- **MASA LIBRE DE GRASA:** Masa corporal que carece de grasa y forma parte del modelo de 2 componentes (MLG)
- **AGUA CORPORAL TOTAL:** Cantidad de Agua total en todo el cuerpo del sujeto que estamos midiendo (ACT)

- **AGUA EXTRA CELULAR:** Es el agua que se encuentra fuera de las células comprende el plasma y el intersticio.(AEC)
- **AGUA INTRACELULAR:** Es el agua que está dentro del compartimento de la célula. (AIC)

1.4 HIPÓTESIS

“El Índice de Masa Corporal se relaciona en forma directa con el porcentaje de grasa corporal en el poblador adulto que acude a la consulta en la Clínica de Nutrición y Endocrinología-CLINED, 2015”

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de estudio

Responde a un enfoque cuantitativo, donde el tipo de estudio fue observacional, analítico, retrospectivo, longitudinal

2.2 Diseño de investigación

Es correlacional porque se relacionó factor observacional IMC y el control de la composición corporal.

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población:

Estuvo conformado por 2635 pacientes que acudieron a consulta externa en la Clínica de Nutrición y Endocrinología (CLINED) ubicado en Lima Metropolitana.

- Criterios de inclusión:
 - Paciente que acudió a consulta externa en el periodo 2013 al 2015.
 - Con diagnóstico de sobrepeso u obesidad.
 - Edades de 18 a 65 años.
- Criterios de Exclusión:
 - Pacientes con amputaciones, discapacidad física, enfermedades crónicas descompensadas como HTA, ICC, IRC, hiper o hipo tiroideo.
 - Pacientes con enfermedades agudas como EDA, IRA, deshidratación, implantes de marcapaso.

2.3.2 Tamaño de la muestra

No fue necesario determinar el tamaño de muestra en vista que se tuvo la base completa del marco muestral actualizado. En este sentido, se trabajó con el total poblacional de 2635 pacientes.

2.3.3 Selección de la muestra

No se empleó un método de selección de muestral ya que se trabajó con el total poblacional

2.4 Técnicas de recolección de datos. Instrumentos de recolección

Para efectos de la presente investigación se utilizó una ficha de datos para colocar datos provenientes de la técnica de observación realizados a los pacientes en forma individual.

2.5 Procesamiento y plan de análisis de datos

Finalizado el trabajo de campo, los datos fueron procesados en el paquete estadístico SPSS versión 23, para realizar los siguientes análisis estadísticos:

- a. Obtención de tablas de frecuencias univariadas para la variable sexo, edad, IMC, %GC, %MM, GV.

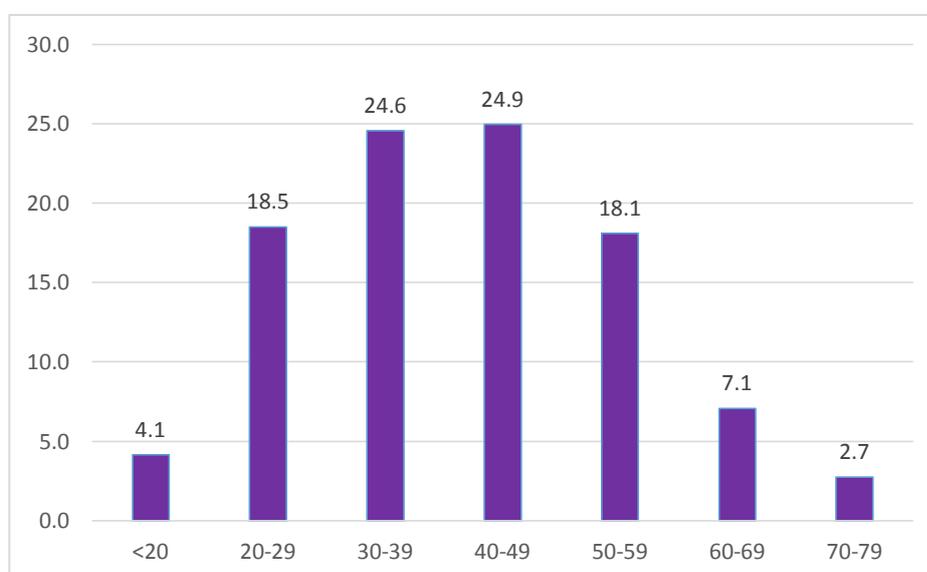
- b. Análisis de normalidad de datos con la prueba Shapiro-Wilk para seleccionar la técnica estadística paramétrica o no paramétrica de correlación.
- c. Dado que los datos tienen normalidad se utilizó la técnica de correlación de Pearson para relacionar dos variables numéricas.
- d. Para controlar la influencia de las variables confusionales, se trabajó con la prueba estadística de regresión lineal, e identificar variables predictoras de la medición de IMC.
- e. Se presentó los resultados según normas de Vancouver.

2.6 Aspectos éticos

Se respetó la confidencialidad de la información consignada en la base de datos según normas éticas de la Facultad de Medicina-USMP.

CAPITULO III RESULTADOS ANALISIS DESCRIPTIVO

Grafico 2: Distribución de los pacientes según edades CLINED 2013-2015



Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013-2015

El número de pacientes que participo fue 2634. Siendo los grupos etarios mayores los de pacientes de 30-39 años y 40-49 años haciendo un total del 49.5% (1304/2634), los mayores de 60 años fueron el 9.8% (258/2634)

Tabla 4: Distribución de los pacientes según sexo CLINED 2013-2015

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
F	2060	78.2
M	574	21.8
Total	2634	100.0

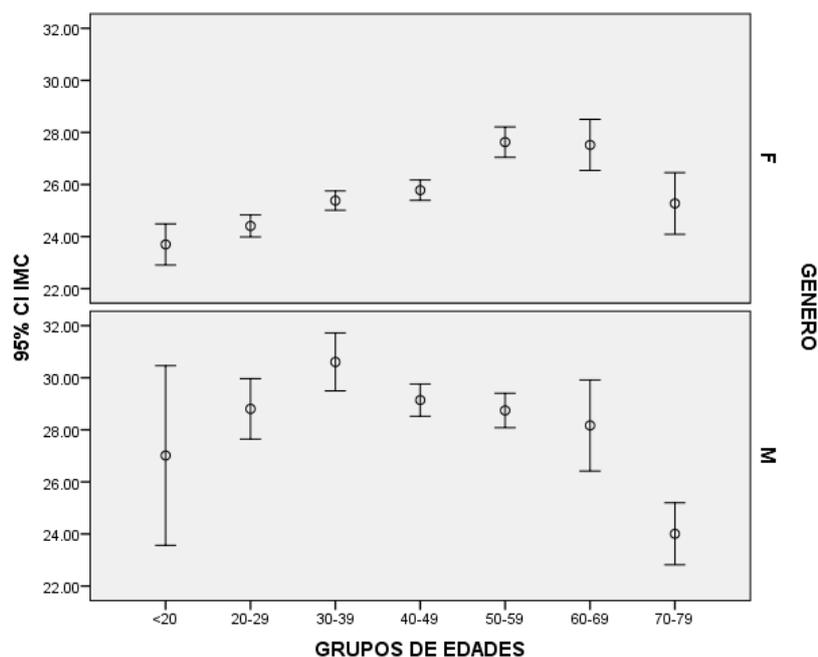
Fuente: Historias clínicas de CLINED 2013-2015

La mayor asistencia de pacientes al consultorio es de sexo femenino 78,2% (2060/2634)

Grafico 3: Comparacion de promedios de IMC por edad y sexo ó

Fuente: Historias Clínicas de CLINET 2013-2015

En cuanto a la variación del IMC, por sexo notamos que en las mujeres un incremento de IMC hacia la década de los 40-49 años y luego un segundo



incremento en la década de los 50 – 59, para decaer a partir de la década de los 60-69. En los hombres el incremento de IMC más alto es en la década de los 30-39 años y luego continúa una disminución progresiva.

Tabla 5: Resumen estadístico de la composición corporal CLINED 2013-2015.

Composición corporal	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Gr Vic	2634	5,00	484,90	111,1217	42,91985
%MME	2634	19,4%	54,5%	36,268%	4,9503%
%GC	2634	3,0%	61,2%	33,892%	8,4805%

Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013-2015

Se encuentra que la valoración de la grasa visceral (Gr Vic) tiene una variación muy alta que fluctúa entre 5 cm² y 484.90 cm² mientras que los valores de % de masa muscular esquelética (%MME) y % de grasa corporal (%GC) tienen una variación menor siendo la desviación estándar del % MME la menor.

Tabla 6: Resumen estadístico del IMC CLINED 2013-2015

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
IMC	2634	14,91	73,20	26,3577	5,00024

Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013-2015

Se observa que existe un IMC > 60 lo cual pertenece a la clasificación de Súper -superobesidad.

ANALISIS INFERENCIAL

Tabla 7: Relación entre IMC y Composición Corporal por edad CLINED 2013-2015.

EDAD			%GC	%MME	Gr Vic
<20	IMC	R	.632	-.509	.959
		P	.000	.000	.000
20-29	IMC	R	.676	-.565	.951
		P	.000	.000	.000
30-39	IMC	R	.716	-.613	.949
		P	.000	.000	.000
40-49	IMC	R	.563	-.431	.935
		P	.000	.000	.000
50-59	IMC	R	.642	-.548	.925
		P	.000	.000	.000
60-69	IMC	R	.608	-.529	.912
		P	.000	.000	.000
70-79	IMC	R	.755	-.658	.917
		P	.000	.000	.000
TOTAL	IMC	R	.645	-.536	.874
		P	.000	.000	.000

p<0.05

Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013-2015

Existe una relación muy significativa entre el IMC, y él %GC, %MME, y GV, con una gran significancia, (p<0.05), la relación en el grupo de 70 a 79 años se relacionó positivamente más el IMC con %GC, y él %MME, la GV se relacionó mejor con el IMC, en el grupo < de 20 años. El %MME se relacionó inversamente con el IMC,

Tabla 8: Relación entre IMC y Composición Corporal por sexo.

GENERO			%GC	%MME	Gr Vic
F	IMC	R	.840	-.786	.878
		P	.000	.000	.000
M	IMC	R	.731	-.658	.826
		P	.000	.000	.000
TOTAL	IMC	R	.645	-.536	.874
		P	.000	.000	.000

p<0.05

Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013- 2015

La relación, entre el IMC, y la composición corporal (%GC, %MME, Gr Vic), fue mayor en las mujeres que en los hombres, siendo en ambos sexos significativa y el %MME se vio relacionado inversamente con el IMC en ambos sexos.

Tabla 9: Asociación entre IMC y Composición Corporal por sexo CLINED 2013-2015

GENERO	Porcentaje de grasa corporal				Total	
	Bajo peso	Normal	Sobrepeso	Obesidad		
F	IMC	Bajo peso	0,3%	0,4%	0,1%	0,8%
		Normal	0,7%	14,0%	15,0%	20,3%

		Sobrepeso		0,1%	2,1%	31,3%	33,5%
		Obesidad			0,1%	15,5%	15,6%
		Total	1,0%	14,6%	17,3%	67,1%	100,0%
M	IMC	Normal	1,9%	7,7%	7,7%	2,4%	19,7%
		Sobrepeso		8,9%	13,8%	23,0%	45,6%
		Obesidad		1,0%	1,9%	31,7%	34,7%
	Total	1,9%	17,6%	23,3%	57,1%	100,0%	
Total	IMC	Bajo peso	0,3%	0,3%	0,1%		0,6%
		Normal	0,9%	12,6%	13,4%	16,4%	43,5%
		Sobrepeso		2,1%	4,6%	29,5%	36,1%
		Obesidad		0,2%	0,5%	19,0%	19,7%
	Total	1,2%	15,2%	18,6%	64,9%	100,0%	

$p < 0.05$

Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013-2015

Se encuentra que en la clasificación según IMC, EL 43,5% de los pacientes es normal, mientras que según el %GC, solo el 12,6%, si hacemos la observación por sexo en cuanto a mujeres, el 50,1% son normales utilizando como criterio el IMC, mientras que si lo vemos desde la composición corporal, solo son normales 14%. En cuanto a los hombres según IMC, de 19,7% son normales y de acuerdo al %GC, son normales 7,7%.

Tabla 10: IMC con relación a %GC por sexo CLINED 2013-2015

GENERO			IMC		Total
			Normal	No normal	
F	GC	Normal	289	11	300
		No normal	743	1017	1760

	Total		1032	1028	2060
M	GC	Normal	44	57	101
		No normal	69	404	473
	Total		113	461	574
Total	GC	Normal	333	68	401
		No normal	812	1421	2233
	Total		1145	1489	2634

Fuente: Historias Clínicas CLINED 2013-2015

Se encuentra que para las mujeres el IMC tiene una sensibilidad de 28% (289/1032) y una especificidad de 98.9% (1017/1028).

La sensibilidad para hombres fue de 38.9% (44/113) y la especificidad fue de 87.6% (404/461)

DISCUSION

El número de pacientes que participo fue 2634. Siendo los grupos etarios mayores los de pacientes de 30-39 años y 40-49 años haciendo un total del 49.5% (1304/2634), los mayores de 60 años fueron el 9.8% (258/2634). Las personas que más acuden a la consulta son aquellas que han

comenzado a experimentar aumento ponderal o cambios metabólicos como intolerancia a los carbohidratos, HTA, básicamente es por cambios en la tasa metabólica basal que ocurre a partir de la tercera década. (Grafico 1)

La mayor asistencia de pacientes al consultorio es de sexo femenino 78,2% (2060/2634), esto es debido a que las mujeres son más sensibles al sobrepeso y obesidad por temas estéticos que se relacionan con su autoestima⁽²⁶⁾. Esta percepción está relacionada más con la masa grasa y no con la masa muscular, lo que se relaciona más con el índice de delgadez, siendo esto una de las bases del problema para desarrollo de enfermedades metabólicas en mujeres.(Tabla 1)

En cuanto a la variación del IMC, por sexo notamos que en las mujeres un incremento de IMC hacia la década de los 40-49 años y luego un segundo incremento en la década de los 50 – 59, para decaer a partir de la década de los 60-69. En los hombres el incremento de IMC más alto es en la década de los 30-39 años y luego continúa una disminución progresiva.

La variación del IMC por edad y sexo, nos indica que el metabolismo está muy influenciado por la parte hormonal, y la tasa metabólica lo que impacta directamente en la masa muscular y el tejido adiposo, en el caso de las mujeres vemos un lento asenso desde los 20 hacia los 29 años a partir de los 30 años posiblemente por que la tasa metabólica disminuye la tasa de elevación del IMC aumenta, luego hacia los 50 años tal vez por la pérdida de estrógenos se genera un aumento que luego disminuye básicamente por pérdida de masa muscular.

En el caso de los hombres, el aumento de IMC se hace por mayor ingesta de alimentos y menor actividad física, luego posiblemente ocurra una pérdida de masa muscular lo cual explica el descenso del IMC. (Grafico 2).

Se encuentra que la valoración de la grasa visceral (Gr Vic) tiene una variación muy alta fluctúa entre 5 cm² y 484.90 cm² mientras que los valores de % de masa muscular esquelética (%MME) y % de grasa corporal (%GC) tienen una variación menor siendo la desviación estándar del % MME la menor, si tenemos en cuenta que el punto de corte para

enfermedades metabólicas es de 130 cm² para la grasa visceral, vemos que el promedio está por debajo de esta sin embargo hay un alto número de pacientes con valores muy superiores, lo cual correlaciona con IMC>60. (Tabla 2)

Se observa que existe un IMC> 60 lo cual pertenece a la clasificación de Súper –superobesidad. Se considera dentro de la clasificación de obesidad por IMC > 30 por la OMS, sin embargo no detallan clasificación, actualmente se considera si el IMC = 50 súper Obeso y si el IMC >60 como súper superobeso, esta clasificación aun es baja en el Perú, sin embargo en otros países de la región como Brasil o México, el 40% de los pacientes que acuden a la cirugía bariátrica son súper obesos (Tabla 3).

Existe una relación muy significativa entre el IMC, y él %GC, %MME, y GV, con una gran significancia, ($p<0.05$), la relación en el grupo de 70 a 79 años se relacionó positivamente más el IMC con %GC, y él %MME, la GV se relacionó mejor con el IMC, en el grupo < de 20 años. El %MME se relacionó inversamente con el IMC, La correlación del IMC y la composición corporal tuvo unos coeficientes muy significativos, esto se corrobora en otros trabajos publicados en los cuales se recomienda el IMC para diagnosticar y clasificar la obesidad. La OMS utiliza como método recomendado el IMC, incluso se realizaron estudios correlacionales entre el IMC y la morbi mortalidad (Tabla 6).

Se encuentra que en la clasificación según IMC, EL 43,5% de los pacientes es normal, mientras que según él %GC, solo el 12,6%, si hacemos la observación por sexo en cuanto a mujeres, el 50,1% son normales utilizando como criterio el IMC, mientras que si lo vemos desde la composición corporal, solo son normales 14%. En cuanto a los hombres según IMC, de 19,7% son normales y de acuerdo al %GC, son normales 7,7%.

La prevalencia de la obesidad ha venido en aumento desde los últimos años, siendo de causas multifactoriales, ya que la obesidad tiene componentes psico neuro endocrinos inmunológicos, estos ha convertido en una patología muy difícil de tratar, si observamos los estudios epidemiológicos realizados veremos que desde el 2007 (2) en el Perú no solo aumento la obesidad sino el sobrepeso, tanto en adultos como en niños, por lo que es imprescindible contar con una metodología para el reconocimiento adecuado de la obesidad.

En algunos estudios realizados en otras etnias²² se cambió el punto de corte para obesidad de $>30\text{kg/m}^2$ a $>26\text{kg/m}^2$ basados en los riesgos cardiometabólicos encontrados.

Nuestros resultados muestran que de acuerdo al IMC, 43.5% de los sujetos estaban en la clasificación de Normal, mientras que de acuerdo al %GC solo el 15.2% y teniendo en cuenta a ambos indicadores solo el 12,6%

Es interesante que para la clasificación de normal por IMC (43.5%), 0,9% era de bajo peso, 13,4% tenían sobrepeso y 16,4% tenían obesidad lo cual nos muestra que resultan falso positivos 30.9% de los sujetos, que quedarían como no diagnosticados de acuerdo a este indicador, si es que el %GC no se hubiera medido.

Si hacemos el análisis por grupos de acuerdo a sexo vemos que en el caso de las mujeres aparecen como normales según IMC 50,1%, mientras que el 36% fueron falsos positivos, ya que solo el 14% fue normal, en el caso de los hombres se clasificaron como normales según IMC al 19,7% , mientras que solo resultaron normales según composición corporal 7,7% lo que indica que estuvieron como falsos positivos 12%, la diferencia se debe a que hubieron menos hombres como normales según IMC, la mayoría se clasificaba como sobrepeso y obeso.

Lo anterior nos demuestra que para poder hacer una descripción de peso sano se necesitan de los 2 indicadores.

En un estudio inglés⁵ en el cual se evaluó la exactitud de para diagnosticar obesidad en adultos en USA, se encontró que el IMC carecía de exactitud sobre todo en el $IMC < 25 \text{ kg/m}^2$ por lo que puede generar falsos positivos dentro de la clasificación normal, además en otros estudio desarrollado en China²³ se demostró que el IMC, no correlacionaba con los riesgos cardiovasculares tanto como el %GC, lo que demostraría que no es un buen predictor, esto mismo sucedió con los estudios de la paradoja de IMC en enfermedades cardiovasculares y cerebro vasculares.

En Corea²⁴ en estudio poblacional de 7 años de duración encontró que las personas con obesidad moderada tuvieron menos riesgo de muerte que las personas con IMC normal, son muchos los estudios de cohorte epidemiológica que ya han señalado esto.

El diagnóstico de bajo peso de todos los sujetos según el IMC, fue de 0,6% sin embargo en el filtrado por sexo solo las mujeres presentaron bajo peso y en este subgrupo 0.8% tuvieron bajo de acuerdo al IMC, y de acuerdo al %GC solamente 0,3% esto demuestra que para diagnosticar bajo peso también el indicador %GC, tiene mayor exactitud que el IMC, recordemos que el bajo peso puede estar relacionado con trastornos del sistema inmune, fragilidad ósea, cambios en las articulaciones, existe una elevación de la morbimortalidad en este subgrupo.

El $IMC > 30$ detecto 19,7% como obesos, y el %GC 19% en la población general si hacemos la clasificación de acuerdo a sexo encontraremos que el IMC detecto el 15,6% de mujeres obesas y el %GC, 15,5%, en el grupo de los hombres el IMC detecto el 19,7% de los obesos y el %GC el 19,0% esto significa que el IMC se correlaciona mejor con la masa grasa que con la masa muscular, siendo muy semejante a otros estudios que valoraron los mismos estimadores.

Si observamos el sobrepeso en las mujeres podremos notar que el IMC detecto 33,5% y %GC detecto 2.1%, en el caso de los hombre el IMC detecto sobrepeso en 45.6% y el %GC 13.8% también en esta clase el

IMC, diagnostico mal a los pacientes generando falsos positivos, en otros estudios¹⁰ los resultados fueron distintos se encontraron mayor número de pacientes con sobrepeso por %GC que por IMC, tal vez porque no discrimino entre la en este rango de IMC el %GC y la masa muscular debido a que el instrumento utilizado es una balanza Beurer BG55 (Beurer Germany) de 2 electrodos y con 3 ondas, mientras que el equipo que se utilizó en el presente estudio fue un equipo de 8 electrodos con 6 ondas y con un análisis de 5 segmentos (Inbody 720). (Tabla 7)

Se encuentra que para las mujeres el IMC tiene una sensibilidad de 28% (289/1032) y una especificidad de 98.9% (1017/1028).

La sensibilidad para hombres fue de 38.9% (44/113) y la especificidad fue de 87.6% (404/461)

Al analizar los números podemos concluir que el IMC no es una prueba sensible para el diagnóstico de normalidad, básicamente porque el IMC es una relación numérica de 2 variables de distinta dimensión y no puede predecir la composición corporal solo una relación de la masa total con el tamaño de la persona, sin embargo para el diagnóstico de la obesidad si fue predictiva ya que en este caso la mayor cantidad de masa grasa supone más homogeneidad con la composición y si se pudo relacionar mejor pero esto es para IMC mayores de 29. (Tabla 8)

CONCLUSIONES.

1. Existe una fuerte relación entre el IMC y el %GC en el poblador adulto que asiste a la consulta en la Clínica de Nutrición y endocrinología CLINED en el periodo 2013-2015. Siendo estadísticamente significativa
2. Respecto a las características sociodemográficas de los pacientes que asiste a la consulta, sobresale pacientes mujeres 78%, respecto a los varones (22%) y en cuanto a las edades sobresale el rango de (49%).
3. La Masa muscular promedio fue de 36,27% con una variabilidad de 4,96%
4. El Índice de Masa Corporal promedio de los pacientes que asisten a la consulta fue 26,36 con una variabilidad de 5.00

RECOMENDACIONES.

1. En el caso de pacientes cuya sintomatología sea compatible con problemas cardiometabólicos, se debe realizar no solo IMC, sino prueba de composición corporal a fin de no solo diagnosticar sino tener un método de control y seguimiento.
2. En el caso de enfermedades reumatológicas también se debe realizar no solo valoración del peso y el IMC, sino composición corporal para poder cuantificar la sarcopenia y el % de GC, y GV, a fin de un mejor control de la enfermedad y una mejor calidad de vida.
3. En el caso de mujeres que tengan IMC normal pero tengan factores de riesgo es mejor hacer la prueba de composición corporal para poder prevenir o tratar sarcopenia u obesidad.

FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Barría P, Amigo H. Transición Nutricional: una revisión del perfil latinoamericano. Arch. latinoam. nutr. 2006. mar.; 56((1)): p. 3-11.
2. Tarqui C, Sanchez J, Alvarez D. Tendencia del sobrepeso, obesidad y exceso de peso en el Perú. Revista Peruana de Epidemiología [en línea]. 2013; 17(3).
3. Álvarez D, Sánchez J, Gómez G. Sobrepeso y obesidad: prevalencia y determinantes sociales del exceso de peso en la población peruana (2009-2010). Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2012 Jul-Sep; 29(3): p. 303-13.
4. Gregor MF, Hotamisligil GS. Inflammatory mechanisms in obesity. Annu Rev Immunol. 2011 April; 29: p. 415-45.
5. Romero A, Somers V, Sierra J, Thomas R, Collazo M, Korinek J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. Int J Obes. 2008 Jun; ;32((6)): p. 959-66.
6. Flegal KM, Kit BK, Graubard BI. Body mass index categories in observational studies of weight and risk of death. Am J Epidemiol. 2014 Aug; 1(180(3)): p. 288-96.
7. Kweitel S. IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso ideal de un deportista. Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte. 2007 diciembre; 7 (número 28): p. 274-289.
8. Klodian D, M Arfan Ikram, Albert Hofman, Oscar H. Anthropometric measures in cardiovascular disease prediction: comparison of laboratory-based versus non-laboratory-based model. .
9. Shah NR, Braverman ER. Measuring adiposity in patients: the utility of body mass index (BMI), percent body fat, and leptin. PLoS One. 2012 April; 7(4): p. e33308.
10. Fatima S, Rehman R, Chaudhry B. Body mass index or body fat Which is a better obesity scale for Pakistani population? J Pak Med Assoc. 2014 Nov; 64((11)): p. 1225-8.

11. Uretsky S, Messerli FH, Bangalore S, Champion A, Cooper-Dehoff RM, Zhou Q, et al. Obesity Paradox in Patients with Hypertension and Coronary Artery Disease. *Am J Med.* 2007 Oct; 120(10): p. 863-870.
12. Shah NR, Braverman ER. Measuring Adiposity in Patients: The Utility of Body Mass Index (BMI), Percent Body Fat, and Leptin. *PLoS ONE.* 2012 Jul; 4: p. e33308.
13. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr.* 1996 Sep; 64((3 Suppl)): p. 436S-448S.
14. Alvero J, Correas L, Ronconi M. La Bioimpedancia electrica como metodo de estimacion de la composicion corporal: normas practicas de utilizacion. *Rev Anal Med Deporte.* 2011 Set; 4(4).
15. Reyes, J. Características inflamatorias de la obesidad. *Rev Chil Nutr.* 2010 Diciembre; 37(4): p. 498-504.
16. DERRICK B. JELLIFFE. EVALUACION DEL ESTADO DE NUTRICION. SERIE DE MONOGRAFIAS. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD; 1968. Report No.: N° 53.
17. OMS. EL ESTADO FÍSICO: USO E INTERPRETACIÓN DE LA ANTROPOMETRÍA. Informe de un Comité de Expertos de la. ginebra;; 1995.
18. Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr.* 1992 Jul; 56(1):19-28. 1992; 56(1): p. 19-28.
19. Hoffer E, Meador C, Simpson D. Correlation of Whole Body Impedance with Total Body Water Volume. *J Appl Physiol.* 1969; 27: p. 531-4.
20. VanderJagt D, Huang Y, Chuang, Bonnett C, Glew R. Phase angle and n-3 polyunsaturated fatty acids in sickle cell disease. *Arch Dis Child.* 2002 Sep; 87(3): p. 252-254.
21. Piccoli A, Pillon L, Dumler F. Impedance Vector Distribution by Sex, Race, Body Mass Index, and Age in the United States. *Nutrition.* 2002; 18: p. 153–167.
22. Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, Kelley DE, Leibel RL, Nonas C, Kahn R. Waist Circumference and Cardiometabolic Risk: a Consensus

- Statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, the Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. Obesity (Silver Spring). 2007 May; 15((5)): p. 1061-7.
23. Zeng Q, Dong SY, Sun XN, Xie J, Cui Y. Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. *Braz J Med Biol Res.* 2012 Jul; 45((7)): p. 591-600.
 24. Kim NH, Lee J, Kim TJ, Kim NH, Choi KM, Baik SH, Choi DS, Pop-Busui R, Park Y, Kim SG. Body Mass Index and Mortality in the General Population and in Subjects with Chronic Disease in Korea: A Nationwide Cohort Study (2002-2010). *PLoS One.* 2015 Oct; 10(10).
 25. Dhana K, Ikram MA, Hofman A, Franco OH, Kavousi M. Anthropometric measures in cardiovascular disease prediction: comparison of laboratory-based versus non-laboratory-based model. *Heart.* 2015; 101(5): p. 337-83
 26. M. Arroyo LA, E. Pereira, F. Lacerda, N. Valador, L. Serrano, A. Rocandio. Valoración de la composición corporal y de la percepción de la imagen. *Nutr Hosp.* 2008;23(4):366-72.
 27. Baltadjiev AG, Vladeva SV. Clinical Investigations: Correlations Between Human Somatotype Components And Some Anthropometric Parameters In Male Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. *Folia Medica.* 2014;56(3).
 28. Chambers AJ, Parise E, McCrory JL, Cham R. A comparison of prediction equations for the estimation of body fat percentage in non-obese and obese older Caucasian adults in the United States. *The journal of nutrition, health & aging.* 2014;18(6):586-90.
 29. Dhana K, Ikram MA, Hofman A, Franco OH, Kavousi M. Anthropometric measures in cardiovascular disease prediction: comparison of laboratory-based versus non-laboratory-based model. *Heart.* 2015;101(5):377-83.
 30. Revilla L, Alvarez D, Tarqui C. Un gordo problema SOBREPESO Y OBESIDAD EN EL PERU:2012.

31. Flegal KM, Kit BK, Graubard BI. Body mass index categories in observational studies of weight and risk of death. *American journal of epidemiology*. 2014;180(3):288-96.
32. Herrera VM, Casas JP, Miranda JJ, Perel P, Pichardo R, Gonzalez A, et al. Interethnic differences in the accuracy of anthropometric indicators of obesity in screening for high risk of coronary heart disease. *International journal of obesity*. 2009;33(5):568-76.
33. Linda B Houtkooper TGL, Scott B Going, and Wanda H Howell. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *The American journal of clinical nutrition*. 1996;64(suppl):436S-48S.
34. Niedziela J, Hudzik B, Niedziela N, Gasior M, Gierlotka M, Wasilewski J, et al. The obesity paradox in acute coronary syndrome: a meta-analysis. *European journal of epidemiology*. 2014;29(11):801-12.
35. Olds Kevin NT. *Antropometrica: Impresiones Módulo S.R.L.* (Rosario, Argentina); 1996.
36. Kuk JL JP, Ross R. Body mass index and hip and thigh circumferences are negatively associated with visceral adipose tissue after control for waist circumference. *The American journal of clinical nutrition*. 2007;85(6):1540-4.
37. Cromer A. *FISICA PARA CIENCIAS DE LA VIDA (2ed)*: Reverte 1996.
38. Álvarez D Sanchez J, Gómez G. SOBREPESO Y OBESIDAD: PREVALENCIA Y DETERMINANTES SOCIALES DEL EXCESO DE PESO EN LA POBLACIÓN PERUANA (2009-2010). *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2012;29(3):303-13.
39. Roriz A MA, Guimarães J, Dos Santos F. Evaluación por Imagen del Área de Grasa Visceral y sus Correlaciones con Alteraciones Metabólicas. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(6):698-704.
40. OMS. *EL ESTADO FÍSICO USO E INTERPRETACIÓN DE LA ANTROPOMETRÍA*. Informe Técnico 854 1995.

41. Silva TR, Franz R, Maturana MA, Spritzer PM. Associations between body composition and lifestyle factors with bone mineral density according to time since menopause in women from Southern Brazil: a cross-sectional study. *BMC Endocr Disord*. 2015 Nov 21;15(1):71
42. Reinders I, Murphy RA, Martin KR, Brouwer I, Visser M, White DK, et al; Body Mass Index Trajectories in Relation to Change in Lean Mass and Physical Function: The Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc*. 2015 Aug;63(8).
43. Koster A, Visser M, Simonsick EM, Yu B, Allison DB, Newman AB Association between fitness and changes in body composition and muscle strength. *J Am Geriatr Soc*. 2010 Feb;58(2)
44. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassan M, Braun W, Glüer CC, Bosy-Westphal A; What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? *Am J Clin Nutr*. 2015 Jul;102(1)
45. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, Gallagher D, St-Onge MP, Albu J: Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: estimation from a single abdominal cross-sectional image. *J Appl Physiol* (1985). 2004 Dec;97(6)
46. Song MY, Ruts E, Kim J, Janumala I, Heymsfield S, Gallagher D. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women *Am J Clin Nutr*. 2004 May; 79(5):874-80.
47. Graf CE, Karsegard VL, Spoerri A, Makhoul AM, Ho S, Herrmann FR Body composition and all-cause mortality in subjects older than 65 y. *Am J Clin Nutr*. 2015 Apr;101(4):760-7.
48. Hicks VL1, Stolarczyk LM, Heyward VH, Baumgartner RN. Validation of near-infrared interactance and skinfold methods for estimating body

composition of American Indian women. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Feb;32(2):531-9.

49. Tanaka NI¹, Hanawa S², Murakami H³, Cao ZB⁴, Tanimoto M⁵, Sanada K², Accuracy of segmental bioelectrical impedance analysis for predicting body composition in pre- and postmenopausal women.

50. Kim M, Kim H. Accuracy of segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis for assessing whole-body and appendicular fat mass and lean soft tissue mass in frail women aged 75 years and older. *Eur J Clin Nutr.* 2013 Apr;67(4):395-400.

