

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
LICENCIATURA EN NUTRICIÓN  
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL



COMPARACIÓN DE 4 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DEL  
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL: BIOIMPEDANCIA,  
PORTÁTIL Y FIJA, ANTROPOMETRÍA Y DENSITOMETRÍA ÓSEA  
EN MUJERES CON ÍNDICE DE MASA CORPORAL NORMAL

PROTOCOLO DE TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN NUTRICIÓN

PRESENTAN:

P.L.N. BEATRIZ ANAID GARCÍA BAHENA  
P.L.N. VERÓNICA JAZMÍN VÁSQUEZ ENRÍQUEZ

NOMBRE DE DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. MA. VICTORIA DOMÍNGUEZ GARCÍA

NOMBRE DE ASESOR:  
Ph.D. ANTONIO LAGUNA CAMACHO

COMPARACIÓN DE 4 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DEL  
PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL: BIOIMPEDANCIA,  
PORTÁTIL Y FIJA, ANTROPOMETRÍA Y DENSITOMETRÍA ÓSEA  
EN MUJERES CON ÍNDICE DE MASA CORPORAL NORMAL

## ÍNDICE

<b>Glosario</b>	
<b>Resumen</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>1. Marco teórico</b>	<b>5</b>
1.1 Índice de Masa Corporal	5
1.1.1 Definición	5
1.1.2 Clasificación	5
1.2 Grasa Corporal	6
1.2.1 Definición	6
1.2.2 Fisiología	6
1.2.3 Clasificación	6
1.2.4 Localización	7
1.3 Métodos de Identificación y Distribución de la Grasa Corporal	8
1.3.1 Método de Bioimpedancia Portátil (®TANITA)	8
1.3.2 Método de Bioimpedancia Fija (® In- Body)	10
1.3.3 Antropometría	12
1.3.4 Densitometría	15
<b>2. Planteamiento del problema</b>	<b>20</b>
<b>3. Justificaciones</b>	<b>22</b>
<b>4. Hipótesis</b>	<b>24</b>
5.1 Hipótesis alterna	24
5.2 Hipótesis nula	24
<b>5. Objetivos</b>	<b>25</b>
6.1 Objetivo general	25
6.2 Objetivos específicos	25
<b>6. Método</b>	<b>26</b>

7.1 Diseño del estudio	.....	26
7.2 Operacionalización de variables	.....	27
7.3 Universo de trabajo y muestra	.....	28
7.3.1 Criterios de inclusión	.....	28
7.3.2 Criterios de exclusión	.....	28
7.3.3 Criterios de eliminación	.....	28
7.4 Instrumento de investigación	.....	29
7.5 Desarrollo del proyecto	.....	30
7.6 Límite de tiempo y espacio	.....	31
7.7 Diseño de análisis	.....	32
<b>7. Implicaciones éticas</b>	.....	<b>34</b>
<b>8. Resultados</b>	.....	<b>35</b>
<b>9. Discusión y conclusiones</b>	.....	<b>36</b>
<b>10. Bibliografía</b>	.....	<b>37</b>
<b>11. Anexos</b>	.....	<b>41</b>

## GLOSARIO

- **BIO:** Impedancia Bioeléctrica
- **Colis:** Colaboradores
- **DE:** Desviación estándar
- **DEXA:** Densitometría Ósea
- **DXA:** Densitometría Ósea
- **ENSANUT:** Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
- **IMC:** Índice de Masa Corporal
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud

## RESUMEN

**Antecedentes:** El porcentaje de grasa corporal es un indicador que permite diagnosticar de manera más precisa el sobrepeso y la obesidad, independientemente del peso corporal.

el sobrepeso y la obesidad, son los principales problemas de salud presentes en la población mexicana, siendo las más afectadas las mujeres, desencadenando complicaciones como enfermedades cardiovasculares.

**Objetivos:** Comparar 4 métodos para diagnosticar el porcentaje de grasa corporal en mujeres jóvenes con IMC normal (18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>)

**Material y métodos:** Estudio transversal y comparativo, conformado por 34 estudiantes femeninas de la Facultad de Medicina de la UAEMéx, con un rango de edad de 18-25 años, con un IMC normal (18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>) que fueron sometidas a la medición de la composición corporal mediante Tanita, InBody, Antropometría y Densitometría ósea; los datos obtenidos fueron analizados con el programa SPSS versión 22.0.

**Resultados:** Los diferentes métodos para determinar la composición corporal, son muy diferentes entre sí, cada uno aporta resultados diferentes, DXA es el método que estimó los valores de grasa corporal más elevados y los valores más bajos de masa magra; para el caso de antropometría e InBody los resultados se asemejan, la Tanita es el método que presentó los datos más bajos para grasa corporal y más elevados para masa muscular. Así mismo la relación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal tuvo una asociación estadística significativa ( $p= 0.0001$ ).

**Conclusiones:** El IMC, no determina los valores de grasa corporal, por lo tanto es necesario hacer uso de otros métodos para la identificación de los componentes corporales, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta población el método más confiable para la medición de la composición corporal es la Tanita, siendo un aparato de menor costo, fácil de transportar, sin someter a pacientes a radiación, resulta ser más rápido y cómodo.

## ABSTRACT

**Background:** The percentage of body fat is an indicator that allows an accurate diagnosis of overweight and obesity, regardless of body weight.

Overweight and obesity are the main health problems present in the Mexican population, being the most affected women, triggering complications such as cardiovascular diseases.

**Objectives:** To compare four methods to diagnose body fat percentage in young women with normal BMI (18.5-24.9 kg / m<sup>2</sup>)

**Material and Methods:** A cross-sectional and comparative study, comprising 34 female students from the Medical School of the UAEMéx, with a age range of 18-25 years, with a normal BMI (18.5-24.9 kg / m<sup>2</sup>) who were submitted to Measurement of body composition using Tanita, InBody, Anthropometry and Bone Densitometry; The data obtained were analyzed with SPSS software version 22.0.

**Results:** The different methods for determining body composition are very different from each other. DXA is the method that estimated the highest body fat values and the lowest values of lean mass. Anthropometry and InBody have similar results, and Tanita is the method that presented the lowest data for body fat and higher for muscle mass. Likewise, the relationship between BMI and body fat percentage had a statistically significant association ( $p = 0.0001$ ).

**Conclusions:** BMI does not determine body fat values. Therefore, it is necessary to make use of other methods for the identification of body components, according to the results obtained in this population the most reliable method for measuring the body composition is the Tanita, being a device of lower cost, easy to transport, it does not expose patients to radiation, and results faster and more convenient

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1 ÍNDICE MASA CORPORAL

### 1.1.1 Definición

La OMS define al Índice de Masa Corporal como un indicador que se encarga de dar la relación entre el peso y la talla e identifica el sobrepeso y la obesidad en personas adultas para ambos sexos. Sin embargo no es capaz de cuantificar y describir la distribución de la grasa corporal total <sup>(1)</sup>

El IMC fue diseñado para proporcionar una medida del peso con independencia de la estatura. Aunque este índice se ha empleado como indicador de la obesidad, no distingue el peso del tejido adiposo del correspondiente al músculo o agua.

### 1.1.2 Clasificación

#### Clasificación de la OMS

Los valores del IMC clasifican a los individuos en desnutrición, normales, sobrepeso y obesidad.

Dentro de los desnutridos se encuentran 3 categorías:

<b>IMC bajo</b>	
<b>Bajo peso</b>	17-18.49
<b>Desnutrición moderada</b>	16-16.9
<b>Desnutrición severa</b>	<16

Dentro del normal se encuentra 2 clasificaciones el normal bajo y el normal alto

<b>IMC normal</b>	
<b>Normal bajo</b>	18.5- 22.9
<b>Normal alto</b>	23-24.9



Dentro del IMC alto se encuentra

<b>IMC alto</b>	
<b>Sobrepeso</b>	25-29.9
<b>Obesidad grado I</b>	30-34.9
<b>Obesidad grado II</b>	35-39.9
<b>Obesidad grado III</b>	>40

## **1.2 GRASA CORPORAL**

### **1.2.1 Definición**

A la grasa corporal se le llama también tejido graso o tejido adiposo, esta era considerada como un almacén de energía, sin embargo, en la actualidad también se conoce como un órgano endocrino que es el encargado de producir varias hormonas y citoquinas. La principal función de este tejido es almacenar los triglicéridos hasta que se utilicen para suministrar energía en alguna parte del organismo. La cantidad de tejido adiposo se determina por el número de adipocitos y su tamaño, que se refleja en la cantidad de masa grasa, expresada en porcentaje o en kilos. <sup>(2)(3)</sup>

### **1.2.2 Fisiología**

El adipocito tiene la capacidad de almacenar grasa dependiendo de la ingesta y de la síntesis endógena de triacilgliceroles y de movilizarla o a utilizarla cuando el organismo requiera de energía.

El metabolismo lípido en el tejido adiposo depende del requerimiento energético y está regulado por los nutrimentos, señales hormonales y neuronales. También este tejido no solo responde a señales hormonales si no también produce algunas hormonas y la secreta, por ejemplo la leptina, adiponectina, testosterona y las prostaglandinas.

### 1.2.3 Clasificación

El cuerpo presenta varios tipos de tejido adiposo o grasa corporal según la función que realicen.

El tejido marrón, comúnmente conocido como grasa parda debido a que varía su color, va del dorado al marrón rojizo y se caracteriza por presentar adipocitos con un gran núcleo central, un amplio citoplasma y un gran número de mitocondrias. Las mitocondrias contienen citocromos que van a ser los encargados de darle el color a este tipo de tejido y estas células tienen las características de ser poligonales y más pequeñas en comparación con las del tejido blanco. <sup>(4)(5)</sup>

El tejido adiposo pardo se encuentra en la nuca, axilas y alrededor de los grandes vasos del tronco en neonatos y se incrementa mucho en sujetos adaptados al frío. Durante varios años se consideró que el tejido graso desaparece después del primer año de vida sin embargo se ha encontrado en personas adultas que aún sigue activo. <sup>(6)</sup>

Este tejido está involucrado en todos los procesos de termogénesis que sean inducidos por la temperatura del medio ambiente y en la dieta ya que va a mantener el balance energético aumentando el gasto de este tras la ingesta de alimentos ricos en grasas. <sup>(7)</sup>

El tejido adiposo blanco lleva este nombre por el contraste con el color del tejido adiposo pardo y su coloración va depender del tipo de dieta de la persona, va del blanco al amarillo.

Este tejido constituye el sistema de reserva energética más importante de los organismos superiores ya que en sus adipocitos se va almacenar el exceso de energía en forma de triglicéridos que va a permitir la rápida movilización para ser utilizada en cualquier momento.

Entre sus principales funciones, sintetiza los lípidos a partir de los excedentes de hidratos de carbono y de las proteínas, responde a estímulos hormonales y nerviosos, secreta hormonas como la leptina y la adiponectina por mencionar algunas. <sup>(8)</sup>

### 1.2.4 Localización

Desde el punto de vista anatómico se ha realizado una clasificación y se caracteriza por ser detallada y precisa ya que permite localizar cada región anatómica de este.

- Tejido adiposo total: es la suma en general de todo el tejido excluyendo a la medula ósea y el tejido adiposo de las manos, cabeza y pies.
- Tejido adiposo subcutáneo: es la capa que se encuentra en la dermis y la aponeurosis y fascia de los músculos
  - Tejido subcutáneo superficial: la capa que se encuentra entre la piel y un plano de la fascia en la parte inferior del tronco y región de la cadera y glúteos
  - Tejido subcutáneo profundo: es la parte que se encuentra entre la fascia muscular y un plano facial de la parte inferior del tronco y la región y de la cadera y los glúteos
- Tejido adiposo interno: tejido adiposo total menos el subcutáneo
- Tejido adiposo visceral: tejido dentro del tórax, abdomen y pelvis
  - Tejido adiposo intratorácico: es el tejido que se encuentra entre el área intarpericárdico y extrapericárdico
  - Tejido adiposo intrabdominopélvico: es el tejido que se encuentra en el área intraperitoneal, extraperitoneal, intrabdominal, intrapélvico
- Tejido adiposo interno no visceral: tejido adiposo interno menos el tejido adiposo visceral
  - Tejido adiposo intramuscular: tejido dentro de las fascias de los músculos
  - Tejido adiposo perimuscular: tejido dentro de la fascia profunda del musculo, excluyendo al intramuscular, y en estos se va encontrar el tejido adiposo intermuscular y tejido adiposo paraóseo <sup>(6)</sup>

## 1.3 MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA GRASA CORPORAL

### 1.3.1 Método de bioimpedancia portátil

Es una báscula de baño a la cual se le introducen datos como sexo, edad y talla y junto con la bioimpedancia eléctrica nos ayuda a hacer el análisis de la composición corporal.

Este método utiliza una señal eléctrica segura de bajo nivel que pasa a través del cuerpo. Es muy difícil que la señal fluya a través de la grasa del cuerpo humano, pero puede fluir a través de la humedad del músculo y otros tejidos. Cuando haya más dificultad o resistencia de leer la señal se encontrará una mayor cantidad de grasa corporal.

Las básculas utilizadas miden la resistencia y la reactancia a partir de lo que calcula la bioimpedancia e introduce los resultados en fórmulas matemáticas <sup>(19)</sup>

Al medir el porcentaje de agua corporal total en las mismas horas del día y condiciones aumentará la exactitud de las medidas. El momento idóneo para poder hacer las lecturas es antes de la cena cuando los niveles de hidratación son más estables, sin embargo la lectura antes del desayuno también se usa frecuentemente, tomando en cuenta que se tiende a subestimar el agua corporal total en cierto grado si se toma la medición dentro de las pocas horas después de levantarse de la cama debido a los niveles de deshidratación. Por el contrario se sobrestima después de realizar ejercicio o tomar un baño a pesar de la deshidratación real existente (Adaptado del Manual TANITA® Monitoring your Health). <sup>(9)</sup>

Indicaciones:

- Tomar las medidas a la misma hora del día en las mismas condiciones.

- Personas mayores tienen un riesgo incrementado de deshidratación, ya que ellos tienen menor sensibilidad para detectar algunos síntomas.
- Este instrumento no se puede utilizar para determinar específicamente el porcentaje de agua corporal total recomendada para un individuo

Los niveles de hidratación del cuerpo pueden alterar las lecturas de la grasa corporal, siendo estas más altas en las primeras horas de vigilia o ayuno debido a que el cuerpo humano tiende a deshidratarse tras una larga noche. Además de este ciclo donde puede afectar las lecturas de grasa corporal y existen otras variaciones por cambios fisiológicos como la menstruación, realizar algún ejercicio o deporte y la micción.

#### Desventajas

- Las personas que tengan un dispositivo médico electrónico implantado no lo deben usar ya que la báscula hace circular una señal eléctrica de baja intensidad que puede interferir con su funcionamiento.
- La función para analizar la grasa no está diseñada para embarazadas, atletas y fisicoculturistas
- Los cálculos de porcentaje de agua varía según el estado de hidratación
- No debe realizarse las mediciones durante la menstruación, alguna enfermedad o después de realizar ejercicio intenso
- No se puede hacer las mediciones si las plantas de los pies no están limpias, si se tienen las rodillas dobladas o si la persona permanece sentada durante la medición

#### Ventajas

- Relativamente barato y de fácil acceso
- Fácil de transportar
- Interpretaciones sencillas de interpretar

### **1.3.2 Método de Bioimpedancia Fija (®In-Body)**

Es otro de los métodos que se han utilizado actualmente por su precisión, facilidad de aplicación y uso para el análisis de la composición corporal es el de bioimpedancia eléctrica fija (®In-Body). También conocido como bioimpedancia tetrapolar.

El análisis de composición corporal permite identificar las proporciones de los distintos componentes del cuerpo humano. La adecuada estimación del agua corporal total, la masa magra, masa grasa y de la masa ósea, permite la caracterización de la composición corporal total. <sup>(10)</sup>

Realiza un análisis de la composición corporal mediante el uso de la impedancia bioeléctrica (BIO), la cual se basa en el principio de que los tejidos del cuerpo se comportan como conductores y/o aislantes, dependiendo de la composición. Los tejidos que van a ser los mejores conductores son los que tienen mayor contenido acuoso debido a la presencia de electrolitos que se van a encontrar disueltos en ellos. <sup>(11)</sup>

En el tejido adiposo pueden atravesar las soluciones electrolíticas del intersticio y los adiposos, a exclusión de las gotas lipídicas que no van a conducir corriente eléctrica. Por lo tanto entre menor sea la resistencia registrada mayor será el contenido de agua y será mayor la densidad corporal.

#### **Ventajas**

- Diferenciación de la grasa y el tejido magro
- Monitorea la composición de la pérdida de peso
- Simple y fácil de ejecutar
- Confiabilidad alta
- Equipo portátil
- No invasivo
- Valor predictivo elevado

- Sensibilidad alta para detectar diferencias importantes

#### Desventajas

- No se recomienda su uso en pacientes con marcapasos
- Pacientes con trastorno de equilibrio hidroeléctrico
- Los pacientes deben de estar en condiciones para poder colocarse de pie sobre la plataforma <sup>(11)</sup>

La bioimpedancia debe de realizarse mediante las técnicas estandarizadas por la conferencia del consenso de *National Institute of Health*, publicada en 1996 entre las cuales las más destacadas:

- La piel donde se va a colocar los electrodos debe de limpiarse con alcohol
- El paciente debe de estar en una posición decúbito supina sobre una superficie no conductora
- El paciente debe de estar con una vejiga vacía y con un ayuno mínimo de 4 horas
- No se debe hacer ejercicio físico antes del examen
- No se debe de ingerir alcohol desde el día anterior <sup>(12)(13)</sup>

### **1.3.3 Antropometría**

La antropometría es una técnica que se usa frecuentemente en la consulta nutricional para determinar la composición corporal, con el fin de diferenciar sus distintos componentes principales.

La medición de los pliegues cutáneos en un sitio específico depende de la habilidad del técnico y de la exactitud y del calibre del plicómetro.

Con este método no solamente se utilizan pliegues cutáneos, sino también diámetros, perímetros, peso y talla, los cuales se utilizan en ecuaciones matemáticas que son específicas para cada población, sexo y edad, con las cuales se puede estimar los distintos componentes corporales.

Las medidas antropométricas más usadas son:

- Talla: Evalúa el crecimiento de la cabeza a los pies
- Peso: Evalúa la masa corporal total
- Panículos adiposos: Evalúa la grasa subcutánea
- Perímetro del brazo: Evalúa la masa corporal del brazo
- Área muscular del brazo: Evalúa grasa subcutánea, músculo y hueso del brazo

#### Marcas anatómicas:

Son puntos del esqueleto que se pueden identificar y son las referencias que se utilizan para localizar el lugar exacto del sitio de medición y se localizan por la palpación o la medición, entre los cuales están:

- Acromial: Es el punto en la región superior y más lateral del borde del acromion.
- Radial: Este punto está ubicado en el borde proximal y lateral de la cabeza del radio.
- Acromial-Radial: Punto medio entre el acromial y el radial
- Marca del pliegue del tríceps: Es el punto en la superficie posterior del brazo a nivel de la línea media del acromial-radial
- Marca del pliegue del bíceps: se localiza sobre la cara anterior del brazo en la línea media del acromial-radial
- Subescapular: Este punto va a coincidir con el ángulo inferior del omoplato y se tiene que palpar este ángulo con el dedo pulgar
- Iliocristal: es el punto de la cresta iliaca donde una línea proviene de la axila media (zona media del hueco axilar) sobre el eje longitudinal del cuerpo y se cruza con el ilion
- Marca del pliegue de la cresta iliaca: Esta se localiza por encima de la marca iliocristal <sup>(14)</sup>

Los pliegues cutáneos son espesuras de dos pliegues de piel y tejido adiposo subcutáneo en sitios específicos del cuerpo y los que se utilizan con mayor frecuencia para el análisis de composición corporal son <sup>(15)</sup>:



- **Tricipital:** Es la medida del pliegue tomado al paralelo al eje largo del brazo en el sitio del tríceps. El sujeto se mantendrá de pie en posición relajada. El brazo derecho debe de estar relajado con la articulación del hombro con leve rotación externa con una pronación ligera y el codo extendido al costado del cuerpo.
- **Subescapular:** en línea el pliegue se mide en línea oblicua que corre hacia abajo desde el sitio subescapular. El sujeto se tiene que mantener relajado parado con los brazos colgados a los lados. La línea del pliegue está determinada por la línea natural del pliegue de la piel grasa
- **Bicipital:** Este pliegue es medido paralelamente al eje largo del brazo sobre la marca del bíceps. El sujeto tiene que estar parado y relajado. El brazo derecho debe de estar relajado con la articulación del hombro con una leve rotación externa y el codo extendido al costado del cuerpo
- **Suprailíaco:** El pliegue es tomado en una línea casi horizontal en el sitio de la cresta iliaca. La persona debe de tomar una posición erguida y relajado. El brazo derecho debe de estar abducido o ubicado cruzando el tronco. La línea del pliegue generalmente corre suavemente hacia abajo en sentido posterior-anterior, como lo determina el pliegue natural de la piel.
- **Supraespinal:** La medida del pliegue se toma sobre una línea que corre oblicua y medialmente hacia abajo sobre la marca del pliegue supraespinal. El sujeto tiene que estar parado en una posición relajada con los brazos colgados. El pliegue corre medialmente hacia abajo en un ángulo de 45° determinado por el pliegue natural de la piel
- **Abdominal:** Este pliegue se mide verticalmente sobre la marca abdominal. El sujeto al igual que en los otros pliegues tiene que tomar una posición de pie estando relajada con los brazos colgados a los lados. En este pliegue es importante que el sujeto que toma las medidas este seguro que el agarre inicial sea firme grueso ya que el desarrollo muscular en esta región no esta tan desarrollada y esto podría resultar en una subestimación del espesor de la capa de tejido adiposo.

- Muslo frontal: El pliegue se toma al paralelo del eje largo del muslo en la marca del muslo frontal. El medidor se tiene que parar al lado derecho del sujeto sobre el lateral del muslo, el pliegue es levantado sobre el sitio marcado y ahí se toma la medición.
- Pantorrilla media: el pliegue se toma sobre la línea vertical sobre la marca de la pantorrilla media. La persona deberá de asumir una posición relajada, de pie, con el pie derecho ubicado sobre la caja y la rodilla tiene que mantenerse flexionada en una posición de 90° aproximadamente. El pie derecho del paciente se tiene que ubicar sobre la caja con la pantorrilla relajada. El pliegue es paralelo al eje largo de la pierna (Adaptado del Manual de antropometría del Isak)<sup>(14)</sup>

#### Ventajas:

- Es un método no invasivo de medir la composición corporal en general
- Medidas relativamente sencillas y fáciles de hacer
- Relativa facilidad de obtener los datos en el trabajo de campo
- Costo relativamente bajo
- Puede ser usado en todos los grupos de edad, así como en individuos sanos y enfermos

#### Desventajas:

- Requiere validez para poder llevarla a cabo
- Pueden haber errores durante las mediciones
- Requiere que el equipo de medición se calibre constantemente
- Errores de precisión y exactitud por parte del observador
- Requiere capacitación y estandarización de quien lo realiza

#### Indicaciones

- Utilizar correctamente todos los instrumentos para medición de pliegues
- Marcar adecuadamente los puntos donde se tomarán los pliegues
- Tener la capacitación adecuada para hacer mediciones correctas <sup>(16)</sup>

### 1.3.4 Densitometría

La densitometría de rayos X de doble energía es la técnica más ampliamente utilizada para medir la densidad de los huesos y habitualmente analiza la columna vertebral y la cadera para la detección de la osteoporosis.

Por otro lado la densitometría de rayos X de doble energía, en la modalidad que menos se utiliza es para hacer imagen de cuerpo entero que permite analizar la composición corporal. <sup>(17)</sup>

La valoración de la composición humana usando la densitometría de rayos X de doble energía es comúnmente considerada el “estándar de oro”. El cuerpo se compone de 2 compartimentos distintos uno graso y no graso, que se pueden determinar ambos por este método.

Este aparato se basa en la absorción variable de los rayos X a través de los diferentes componentes corporales y emplea fotones de alta y de baja densidad para hacer el análisis de la composición del cuerpo. <sup>(17)</sup>

La densitometría de rayos X de doble energía de cuerpo entero permite realizar una estimación sencilla y rápida de la composición corporal. La precisión de la densitometría de rayos X de doble energía es alta con respecto a los otros métodos antropométricos, haciendo su uso cada vez más frecuente en el área clínica.

La densitometría de rayos X de doble energía de cuerpo entero se puede aplicar en trastornos de nutrición y también ayuda a diseñar el régimen alimenticio en estos pacientes.

#### Indicaciones

Durante la realización de la prueba la persona debe permanecer inmóvil

Dura entre 6 minutos y 18 dependiendo de la composición de la persona, estatura y el peso

El equipo dispone de una mesa con un brazo móvil en sentido lateral para realizar el barrido del cuerpo. El sujeto debe de mantener una posición decúbito supino con las extremidades en abducción a lo largo del cuerpo, como se muestra en la imagen.

(18)

#### Ventajas

- No es invasiva y es rápida
- No requiere de anestesia
- La cantidad de radiación es pequeña
- No tiene efectos secundarios después de realizar la prueba

#### Desventajas

- No se puede hacer en personas que han sido sometidas a otro estudio que use rayos X previo (por lo menos 2 semanas)
- No se puede hacer en personas embarazadas
- Costo elevado

Se usa en deportistas de alto rendimiento y en sujetos de investigación debido al costo elevado que tiene esta al realizarse en la consulta diaria.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la última década la transición epidemiológica y nutricional en México junto con los malos hábitos alimenticios actuales, de la población, han estado afectando en gran medida el estado de salud de las personas comparado con generaciones previas, haciendo que disminuyan los índices de desnutrición y aumentando los de obesidad y sobrepeso siendo las mujeres las más afectadas. <sup>(19)</sup>

La prevalencia de obesidad en México, se debe también a que una gran proporción de la población se trasladó desde las zonas rurales a las zonas urbanas. Como resultado, se produjo un cambio en la dieta y la cantidad de actividad física de una gran proporción de la población, el consumo de alimentos con alta densidad energética y bebidas azucaradas se volvió popular. Hay diferencias significativas con respecto a la composición de la dieta que se seguía en entornos rurales y urbanos. En 1990, la energía se obtenía en un 64% de hidratos de carbono, de proteínas un 12.1% y 22.7% de grasa en las zonas rurales; a diferencia de las personas que viven en las ciudades, quienes consumen altas cantidades de grasa. El consumo de energía de la grasa fue del 27.6 y el 33% en áreas de bajos a medianos ingresos, respectivamente. La consecuencia de la modificación de la dieta se ve reflejada en alteraciones, no sólo de peso, sino también en la composición corporal de la población. <sup>(20)(21)</sup>

Según la ENSANUT 2012 los índices de sobrepeso y obesidad en adultos muestran que es mayor la prevalencia en mujeres (73%) que en hombres (69.4%). La presencia de sobrepeso y obesidad en mujeres tiende a ser más alta en la adultez temprana, mientras que en los hombres los casos tienden a ser más elevados en la adultez tardía, haciendo que las mujeres sea el grupo más vulnerable de padecer sobrepeso y obesidad. <sup>(22)</sup>

El Índice de Masa Corporal es un indicador que permite el fácil diagnóstico del estado de nutrición de los pacientes, sin embargo no es predictor de la composición corporal. Es importante considerar el porcentaje de grasa corporal en los individuos debido a que la adiposidad abdominal es considerada como uno de los mejores

predictores de enfermedades cardiovasculares. La técnica de diagnóstico por imagen es el método más eficiente, su uso es limitado, debido a su alto costo, es por ello que los marcadores antropométricos, son utilizados ampliamente. Sin embargo, pocos son los estudios que vienen explorando la exactitud de estas mediciones en países subdesarrollados. Además de ello, hay controversias con relación al mejor indicador para grasa abdominal. <sup>(23)</sup>

Por lo tanto debido a que el IMC no predice la composición corporal y las características de los diferentes aparatos y métodos existentes para el cálculo de la composición corporal surge la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el mejor método para medir la composición grasa corporal en mujeres con IMC normal?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La obesidad, incluido el sobrepeso como un estado premórbido, es una enfermedad crónica caracterizada por almacenamiento excesivo de tejido adiposo en el organismo y que va acompañada de alteraciones metabólicas, patología endocrina, cardiovascular y ortopédica, además de estar relacionada con factores socioculturales y psicológicos. Dada su magnitud y trascendencia, en México es considerada un problema de salud pública. Cuando predomina la acumulación de grasa en el segmento inferior, pelvis y muslos, la obesidad se denomina ginecoide; cuando hay mayor acumulación de grasa en el abdomen, sea subcutánea o visceral, se le llama obesidad androide, del segmento superior. <sup>(24)</sup>

La distribución de la adiposidad corporal con predominio en el tronco y de segmento superior del cuerpo se relaciona con mayor riesgo de hipertensión arterial sistémica, intolerancia a la glucosa, diabetes mellitus tipo 2, hiperlipidemia e hiperinsulinismo. <sup>(25)</sup>

Según varios estudios realizados señalan que la mujer tiene un riesgo mayor que el hombre de padecer sobrepeso u obesidad debido a las características anatómicas de este género. Ahí la razón por la cual el presente trabajo tiene como objeto identificar la relación de los diferentes componentes corporales con el IMC para tener una medición más real de la composición corporal, y así dar un tratamiento más específico

Si bien el índice cintura-cadera es simple y conveniente para estudios epidemiológicos y proporciona una información útil de la grasa abdominal en la parte superior del cuerpo, no distingue entre acumulación de grasa visceral y subcutánea abdominal. <sup>(26)</sup> Para poder establecer un diagnóstico de obesidad, se debe basar no sólo en el IMC, sino también en el porcentaje de grasa corporal, dicha composición debe ser evaluada constantemente, para ello se requiere de aparatos o técnicas con una sensibilidad alta y una variabilidad mínima entre cada uno.

Como profesionales de la salud, nuestra labor va encaminada a alcanzar el mejor nivel posible de salud para toda la población durante todo el ciclo de vida de las personas; tomando en cuenta que uno de los principales problemas de salud en nuestra sociedad es el sobrepeso y la obesidad, es necesario hacer un buen diagnóstico, no sólo guiado por el IMC, debido a que éste puede reflejar estar dentro de los rangos normales, sin embargo al contrastarlo con un análisis de la composición corporal el porcentaje de grasa se puede ver alterado. Por lo tanto sería importante hacer un mejor diagnóstico antropométrico

Dicho lo anterior, cabe señalar la importancia de evaluar el uso de diferentes métodos para el análisis de la composición corporal dentro de todos los servicios de salud para tener un método adecuado para el diagnóstico y distribución de la masa grasa corporal.



## **4. HIPÓTESIS**

### **5.1 Hipótesis alterna:**

El IMC normal no identifica los valores de grasa corporal en mujeres jóvenes con peso normal

### **5.2 Hipótesis nula:**

El IMC normal identifica los valores de grasa corporal en mujeres jóvenes con peso normal

## 5. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo general

Comparar 4 métodos para diagnosticar el porcentaje de grasa corporal en mujeres jóvenes con IMC normal (23-24.9 kg/m<sup>2</sup>)

### 6.2 Objetivos específicos

- Identificar el porcentaje de grasa corporal por los 4 métodos
- Identificar el porcentaje de masa magra por los 4 métodos
- Comparar el porcentaje de grasa corporal y de masa magra por los 4 métodos
- Describir la relación entre el porcentaje de grasa corporal con el IMC

## **6. MÉTODO**

### **7.1 DISEÑO DE ESTUDIO**

El diseño del estudio es del tipo transversal comparativo que se realizará dentro de las instalaciones de CICMED. La información necesaria para el análisis del presente estudio se recogerá en la base de datos (SPSS versión 22).

## 7.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Índice de Masa Corporal (IMC)</b>	Relación entre la masa y la longitud corporal al cuadrado	El peso dividido entre la altura en metros al cuadrado	Cuantitativa Continua	Normal (18.5-24.9 kg/m <sup>2</sup> )
<b>Edad</b>	Lapso transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha actual	Número de años de vida	Cuantitativa discreta	18- 25 años
<b>Peso corporal</b>	Medida de un cuerpo, por acción gravitacional	Kilogramos de peso corporal total	Cuantitativa continua	Kilogramos
<b>Masa grasa</b>	Peso corporal constituido por tejido adiposo	Cantidad de grasa corporal	Cuantitativa Continua	Kilogramos
<b>Porcentaje de masa grasa</b>	Fracción de la masa corporal que corresponde a la masa grasa	Cantidad de grasa corporal	Cuantitativa Continua	Porcentaje
<b>Masa magra</b>	Peso corporal constituido por tejido muscular	Cantidad de masa libre de grasa	Cuantitativa Continua	Kilogramos
<b>Agua corporal</b>	Volumen de los compartimentos de líquidos corporales	Cantidad de líquidos en el cuerpo	Cuantitativa continua	Kilogramos
<b>Densidad mineral ósea</b>	Volumen de calcio y otros tipos de minerales presentes en un área del hueso	Cantidad de materia mineral presente en los huesos	Cuantitativa continua	Gramos/centímetros <sup>2</sup>

### **7.3 UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA**

- Universo de trabajo: estudiantes del sexo femenino de la Facultad de Medicina de la UAEMéx
- Muestra de trabajo: a conveniencia 34 estudiantes con IMC normal

#### **7.3.1 Criterios de inclusión**

- Mujeres estudiantes de la UAEMéx
- Con un rango de edad de 18 a 25 años.
- Que acepten participar en el estudio, previa firma de consentimiento informado
- Con un IMC normal (18.5 a 24.9 kg/m<sup>2</sup>)

#### **7.3.2 Criterios de exclusión**

- Mujeres embarazadas.
- Con alguna enfermedad o situación crónico degenerativo

#### **7.3.3 Criterios de eliminación**

- Mujeres que decidan abandonar el estudio.

#### 7.4 INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

- **Absorciometría de rayos X de doble energía:** Es la técnica de elección para diagnosticar osteoporosis y monitorizar sus evolución, pero además es utilizada para el análisis de composición corporal, siendo esta el estándar de oro para describirlos
- **Antropometría:** Es una ciencia que se encarga de hacer mediciones físicas del cuerpo que permite hacer el cálculo de la composición corporal a través de fórmulas ya establecidas
- **Báscula de bioimpedancia eléctrica (In-Body®):** Es una báscula profesional que por medio de bioimpedancia bioeléctrica escanea todo el cuerpo, nos checa lo que es grasa, músculo, hueso, agua pero por secciones del cuerpo tanto en el hombro, pecho, brazos, abdomen, cadera y piernas y da información exacta de los % de los componentes corporales. Brinda información de acuerdo a nuestras características y constitución, y nos dice que parte de nuestro cuerpo es la que tenemos que trabajar más con cierto ejercicio y cuál es el mejor.
- **Báscula de bioimpedancia eléctrica (Tanita ®):** Es una báscula que además de brindar el peso en kg nos ofrece otros datos como el porcentaje de masa magra, grasa y se basa en la cantidad de agua de nuestro cuerpo para brindar información de los porcentajes ya mencionados

## 7.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

- Los voluntarios serán citados a las 7:30 horas del día en el Centro de Investigación de Ciencias Médicas (CICMED) de la Universidad Autónoma del Estado de México, en condiciones de ayuno, sin haber ingerido bebidas alcohólicas 48 horas antes, con la vejiga vacía y sin haber realizado el día anterior algún tipo de ejercicio físico o deporte, sin haber usado diuréticos 7 días antes y sin estar menstruando.
- Las medidas antropométricas se realizarán con la mínima cantidad de ropa posible, sin calzado y sin ningún objeto metálico.
- Calcular el IMC mediante la toma de peso y estatura.
- Medir el porcentaje de grasa corporal de los pacientes mediante los 4 métodos descritos anteriormente
- Realizar el análisis cualitativo y cuantitativo para ver la concordancia de los resultados

## 7.6 LÍMITE DE TIEMPO Y ESPACIO

Se establecerán 2 límites de tiempo:

- La primera fase fue durante el periodo de Febrero a Marzo del 2016, en cual se realizaron las mediciones de composición corporal mediante los aparatos y técnicas previamente ya descritos en las instalaciones de CICMED
- En la segunda fase se hizo el procesamiento y análisis de la información obtenida así como la redacción del trabajo de tesis en las instalaciones es las instalaciones de CICMED



## 7.7 DISEÑO DE ANÁLISIS

- Se usaron medidas de descripción de tendencia central y para la comparación entre los métodos se hizo un análisis de ANOVA de acuerdo a la distribución de los datos
- Para hacer la conexión entre IMC y la grasa corporal por distintos métodos se aplicó la Correlación de Pearson.
- Para ver si los métodos arrojaban los mismos resultados se realizó un ANOVA.
- La captura de datos y análisis estadístico se realizó en el programa SPSS versión 22.0

## **7. IMPLICACIONES BIOÉTICAS**

La investigación se llevó a cabo bajo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki en su última revisión del año 2013, tomando en cuenta el consentimiento informado y voluntario. (anexo 1 )(Helsinki)

Todos los resultados de los estudios se entregaron a los participantes en un sobre cerrado.

En este proyecto los participantes no se sometieron a estudios de riesgo por no tratarse de un estudio de intervención.

## 8. RESULTADOS

Se invitó a estudiantes femeninas de las diferentes licenciaturas de la Facultad de Medicina, con un rango de IMC normal, a participar en el presente estudio para el análisis de datos antropométricos, de las cuales aceptaron a participar 34 jóvenes universitarias (Tabla 1), con un rango de 18 a 25 años, siendo la media de 21.1 años (Tabla 2).

**Tabla 1 Frecuencia de participantes por Licenciatura**

<i>Licenciatura</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
1. <i>Medicina</i>	17	50
2. <i>Nutrición</i>	12	35.3
3. <i>Terapia Física</i>	2	5.9
4. <i>Terapia Ocupacional</i>	1	2.9
5. <i>Bioingeniería</i>	2	5.9
<i>TOTAL</i>	34	100

En la tabla 1 se observa el número de participantes de las 5 licenciaturas de la facultad de Medicina de la UAEMéx, donde el 50% de la población total pertenecen a la licenciatura de Médico Cirujano, seguido por un 35.3% de la Licenciatura en Nutrición, Terapia Física y Bioingeniería con un 5.9% cada una y finalmente Terapia Ocupacional con un 2.9%.

**Tabla 2 Características de las participantes**

	<i>Media (DE)</i>
<i>Edad</i>	21.1 (2.0)
<i>IMC</i>	21.6 (1.9)

DE= Desviación estándar

En la tabla 2, se describe de manera breve la edad promedio de las participantes siendo ésta de 21.1 años  $\pm$  2.0, teniendo un máximo de 25 años y una edad mínima

de 18 años. En cuanto al IMC el mínimo fue de 18.5 y el máximo de 24.7 teniendo como media 21.6 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 3. Comparaciones de mediciones con los distintos métodos**

	<i>Tanita</i>	<i>Inbody</i>	<i>Antropometría</i>	<i>Densitometría</i>	<i>Valor F</i>	<i>Valor p</i>
	$\bar{X}$ (DE)	$\bar{X}$ (DE)	$\bar{X}$ (DE)	$\bar{X}$ (DE)		
<i>Peso corporal total (kg)</i>	54.2 (6.9)	54.1 (6.9)	54.1 (6.9)	54.9 (6.9)	18.49	0.0001
<i>Masa magra (kg)</i>	<b>41.3</b> (3.3)	38.2 (5.8)	37.3 (4.8)	<b>33.9 (5.0)</b>	96.35	0.0001
<i>Masa grasa (%)</i>	<b>23.3</b> (5.5)	29.4 (5.6)	31.1 (2.9)	<b>34.3 (5.2)</b>	72.43	0.0001
<i>Masa grasa (kg)</i>	13.0 (4.3)	16.1 (3.7)	16.9 (3.0)	17.8 (3.8)	53.01	0.0001
<i>Agua (kg)</i>	30.2 (2.4)	28.0 (4.2)	---	----	32.67	0.0001

Media

DE= Desviación estándar

F= Análisis de varianza

p= significancia estadística

La Tabla 3 muestra las medias ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DE) de los valores obtenidos por medio de los diferentes métodos; los parámetros que se pudieron comparar fueron: peso, masa magra, masa grasa (tanto kilogramos como porcentaje), así como IMC, y sólo en el caso de Tanita e InBody agua corporal total.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que para todos los parámetros medidos, existe diferencia entre cada uno de los instrumentos utilizados, aunque exista una variación mínima en el peso la diferencia sigue siendo significativa. (Anexo 2,3,4 y 5)

La variable con más diferencia fue la de masa magra (kg), teniendo valores más elevados en Tanita en comparación con los otros tres métodos y los resultados más bajos fueron con la Densitometría, con valores de 41.3 y 33.9 respectivamente. En

cuanto a la masa grasa (%), la Tanita presentó los valores más bajos (23.3%), y la densitometría los más elevados (34.3%) teniendo así que la antropometría y el InBody presentaron valores muy similares (29.4% y 31.1% respectivamente). Y para la masa grasa (kg) la referencia de la Tanita fue más baja de 13.0 kg la densitometría fue de aproximadamente 17.8 kg.

**Tabla 4. Correlación entre el IMC y el Porcentaje de grasa**

	% Masa Grasa							
	Tanita		InBody		Antropometría		Densitometría	
	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>IMC Tanita</i>	<b>0.65</b>	0.0001	0.42	0.014	0.49	0.003	0.41	0.020
<i>IMC InBody</i>	<b>0.64</b>	0.0001	0.42	0.013	0.50	0.003	0.41	0.016
<i>IMC</i>	<b>0.66</b>	0.0001	0.40	0.021	0.51	0.002	0.39	0.023
<i>Densitometría</i>								

r= Coeficiente de correlación  
p= significancia estadística

**Tabla 5. Correlación entre peso corporal y porcentaje de grasa**

	% Masa Grasa							
	Tanita		InBody		Antropometría		Densitometría	
	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>Peso Tanita</i>	<b>0.83</b>	0.0001	0.09	0.63	0.24	0.17	0.20	0.25
<i>Peso InBody</i>	<b>0.84</b>	0.0001	0.09	0.61	0.24	0.16	0.21	0.24
<i>Peso</i>	<b>0.84</b>	0.0001	0.09	0.61	0.24	0.16	0.21	0.24
<i>Antropometría</i>								
<i>Peso</i>	<b>0.83</b>	0.0001	0.07	0.71	0.23	0.20	0.18	0.31
<i>Densitometría</i>								

r= Coeficiente de correlación  
p= significancia estadística

Para el caso de IMC, correlacionado con el porcentaje de grasa, estimado por los cuatro métodos, la Tanita fue la que tuvo la asociación más relevante (Ver Tabla 4), y en el caso del peso y su relación con el porcentaje de grasa mediante los diferentes métodos, Tanita sigue teniendo mayor importancia estadística, obteniendo la correlación más fuerte (Ver Tabla 5).

**Tabla 6. Relación de Masa Magra con Densidad mineral ósea**

	<i>Masa magra (kg)</i>							
	Tanita		InBody		Antropometría		Densitometría	
	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>Densidad ósea</i>	0.38	0.026	0.34	0.048	0.40	0.019	0.38	0.025

r= Coeficiente de correlación  
p= significancia estadística

**Tabla 7. Relación de Masa grasa con Densidad mineral ósea**

	<i>Masa grasa (kg)</i>							
	Tanita		InBody		Antropometría		Densitometría	
	r	p	r	p	r	p	r	p
<i>Densidad ósea</i>	0.38	0.025	0.17	0.349	0.26	0.134	0.21	0.234

r= Coeficiente de correlación  
p= significancia estadística

Finalmente realizamos un análisis entre la masa magra y su relación con la densidad mineral ósea (Ver Tabla 6), teniendo una asociación positiva, sin embargo se presentó también esta asociación con la masa grasa y la densidad mineral ósea (Ver Tabla 7), por lo tanto, la relación no es válida en esta población de estudio. Y

la densidad mineral ósea se puede relacionar más con el consumo de Calcio y Fósforo, independientemente del peso corporal, ya sea magro o graso.

## 9. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación, es derivado de la tesis de Maestría en Ciencias de la Salud titulada: “La hipersensibilidad a los alimentos y su relación con la composición corporal y perfil de lípidos en estudiantes de la UAEMex”, donde los resultados arrojados indican que la mayoría de las participantes del sexo femenino tenían un IMC normal (68%), sin embargo el 67% de las participantes presentó un porcentaje de grasa elevado, y con masa muscular baja, mas sin embargo en la población masculina no se presentaron estos resultados. Dicho lo anterior fue el motivo de hacer este trabajo de investigación para corroborar dichos resultados en esta población en específico. <sup>(27)</sup>

Después de analizar una muestra de 34 estudiantes del sexo femenino, de las diferentes Licenciaturas de la Facultad de Medicina de la UAEMéx, siendo éstas en su mayoría provenientes de la Licenciatura en Médico Cirujano, con una edad promedio de 21.1 años, pudimos observar que la Tanita es el método más preciso para el análisis de la composición corporal, teniendo ésta mayor asociación estadística.

Como parte de nuestra hipótesis tenemos que IMC normal no identifica los valores de grasa corporal en mujeres jóvenes con peso normal, esto pudo ser comprobado en nuestro estudio, puesto que a pesar de que todas las participantes tenían IMC normal (18.5- 24.9 kg/m<sup>2</sup>) obtuvieron peso de masa grasa superior al recomendado por la OMS (21.0 – 32.9), superando éstos valores hasta con un 40 %.

El presente trabajo en su mayoría cumplió con los objetivos establecidos; sin embargo al inicio de la investigación, se tenía como criterio de inclusión que las participantes tuvieran un IMC normal alto (23- 24.9 kg/m<sup>2</sup>), pero debido a que era un rango muy corto, no se cumplía con el número de participantes que se pretendía, por lo cual tuvimos que ampliar el rango de IMC incluyendo a todas las que tuviera un IMC normal (18.5 -24.9 kg/m<sup>2</sup>).

Otro de los objetivos de la investigación era también comparar la medición de masa muscular por los cuatro métodos, sin embargo sólo el InBody medía dicho



parámetro, ya que el resto de los métodos sólo midió la masa magra, que incluye músculo, agua y hueso.

Dentro de los resultados obtenidos el método con valores inferiores de porcentaje de grasa fue la Tanita, en segundo lugar el InBody, seguido por la Antropometría y finalmente la densitometría ósea, estos resultados podemos compararlos con el estudio realizado en el año 2007, en España, por Marrodan y cols., donde encontraron que los valores de adiposidad eran inferiores con el aparato BIO tetrapolar comparado con el método antropométrico y la BIO bipolar subestima el porcentaje de grasa con respecto a los otros métodos. <sup>(28)</sup>

Tomando como referencia el estudio realizado en el año 2008, en Argentina, Rodríguez y cols., se encontró que BIO subestimó los valores de grasa corporal respecto a los obtenidos por DXA, otro resultado que concuerda con nuestro estudio. <sup>(29)</sup>

Por otro lado, en un estudio más reciente (2012), titulado “Correlación de la composición corporal por plicometría y bioimpedancia en estudiantes de nutrición”, hallaron que la plicometría sobrestima los valores de grasa corporal en comparación con la BIO, mientras en masa magra la BIO sobrestimas los valores en comparación con la plicometría, dichos resultados pueden ser comparados con los nuestros, ya que dicho estudio fue realizado en población mexicana estudiantil. <sup>(30)</sup>

Otro estudio realizado en México en el año 2014, por Velázquez-Alva Ma. del Consuelo y cols., donde analizaron a 188 mujeres estudiantes de la UAM Xochimilco, donde un 66.2% tenían un IMC normal, los resultados arrojados fueron que la densitometría ósea estimó los valores de grasa corporal más elevados, seguidos por la bioimpedancia tetrapolar y por último la bioimpedancia bipolar, estos resultados pueden ser contrastados con los nuestros, al igual que la masa magra obtiene los valores mínimos con la densitometría y los más elevados con la bioimpedancia bipolar. <sup>(31)</sup>

Ante estos hallazgos, podemos concluir que el método más confiable, al menos para el grupo poblacional al que se realizó el presente estudio, es la Tanita, aunado a

que es un aparato de menor costo, fácil de transportar y en el caso de los pacientes no se someten a radiación y resulta ser más rápido y cómodo. Sin embargo se sugiere considerar ampliar el estudio en nuevas, diferentes y mayores poblaciones, para poder hacer una comparación más confiable entre los diferentes métodos.

Cabe mencionar que hubo seguimiento en una de las participantes, quien después de haberse realizado los estudios se sometió a un programa de ejercicios durante 2 meses, al transcurrir este tiempo se le realizaron nuevamente el análisis de la composición corporal por medio de los diferentes métodos y se encontró un cambio en los componentes corporales, ya que aumento el porcentaje de masa magra, la densidad mineral ósea, agua corporal y a su vez disminuyó su porcentaje de grasa, manteniendo el mismo peso de la primera lectura. (Anexo 6)

Aunado a ello es importante hacer hincapié en la población de la importancia no sólo del peso corporal, sino también en la composición corporal, puesto que porcentajes altos de masa grasa puede desencadenar enfermedades crónicas. Y siendo parte de las Ciencias de la Salud es importante promover hábitos saludables en las diferentes etapas de la vida de manera que sean desarrollados en la rutina diaria; y que esto sea el primer paso para una prevención efectiva.

Finalmente recomendamos la Tanita como método para el análisis de la composición corporal, puesto que es una herramienta apta para su uso en el consultorio o en el trabajo de campo, teniendo en cuenta que no debe ser usada en personas con marcapasos, con implantes metálicos o mujeres embarazadas.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Casanueva Esther, Kaufer-Horwitz Martha, Pérez-Lizaur Ana Bertha, Arroyo Pedro, Nutriología Medica, Ed. Panamericana, 3º Edición, 2008, México, Pág. 666
2. González Hita M, Bastidas Ramírez BE, Madrigal R, Godínez S, Panduro A. Funciones endocrinas de la célula adiposa. Rev Endocrinol y Nutr [Internet]. 2012;10(3): 140-6.
3. Guyton C. Arthur, Tratado de Fisiología Medica, ELSEVIER, Estados Unidos, 12ª Edición, pág. 821
4. Cinti S. The role of brown adipose tissue in human obesity. Nutr Metab Cardiovasc Dis [Internet]. 2006;16(8):569–74.
5. Nedergaard J, Bengtsson T, Cannon B. Unexpected evidence for active brown adipose tissue in adult humans. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2007;293:444–52.
6. Miguelsanz JP, Parra WC, Moreiras GV, Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. Nutr Hosp. 2010;25(2):207–23.
7. Van Marken Lichtenbelt WD, Vanhomerig JW, Smulders NM, Kemerink GJ, Bouvy ND, Schrauwen P, et al. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. N Engl J Med [Internet]. 2009;360(15):1500–8.
8. Trayhurn P, Beattie JH. Physiological role of adipose tissue: white adipose tissue as an endocrine and secretory organ. Proc Nutr Soc [Internet]. 2001;60(03):329–39.
9. Version RD, Version CM. BODY COMPOSITION ANALYZER Instruction manual.
10. Portao J, Bescós R, Iruña a., Cacciatori E, Vallejo L. Valoración de la grasa corporal en jóvenes físicamente activos: Antropometría vs bioimpedancia. Nutr Hosp. 2009;24(5):529–34.
11. Martínez EG. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y

- algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. *Salud Uninorte*. 2010;26(1):98–116.
12. Sánchez Jaeger A, Barón MA. Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. *An Venez Nutr*. 2009;22(2):105–10.
  13. Ángel Gil, Tratado de nutrición, tomo III, nutrición humana en el estado de salud, editorial médica panamericana, 2007, pág. 111
  14. Marfell-jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. Estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas. 2006;2(revisión).
  15. Suverza Fernández Araceli, Hava Navarro Karime, Manual de Antropometría, Universidad Iberoamericana, 1º Edición, 2009, México D.F., pág. 15
  16. Suverza Fernández Araceli, Hava Navarro Karime, El ABCD de la evaluación del estado de nutrición. Mc Graw Hill. 1ª Edición. 2010. México DF, páginas: 32-34.
  17. Lorente Ramos RM, Azpeitia Armán J, Arévalo Galeano N, Muñoz Hernández a., García Gómez JM, Gredilla Molinero J. Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. *Radiología*. 2012;54(5):410–23.
  18. Bellido D, Carreira J. [ r e v i s i ó n ] Análisis por absorciometría de rayos X de doble energía y composición corporal. 2008;II:85–108.
  19. Huerta KB. Artículo original Correlación de la composición corporal por plicometría y bioimpedancia en estudiantes de nutrición. *Rev Espec medica Quir*. 2012;17(1):15–9.
  20. Rull JA, Aguilar-Salinas CA, Rojas R, Rios-Torres JM, Gómez-Pérez FJ, Olaiz G. Epidemiology of type 2 diabetes in Mexico. Departamento de Endocrinología y Metabolismo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. *Arch Med Res*. 2005;36(3):188-196
  21. Wild S., Roglic G., Green A., Sicree R., King H. Global prevalence of Diabetes. Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Epidemiology. Diabetes Care* 2004. 27: 1047-1053.

22. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 Resultados Nacionales. Available from: <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
23. Arruda MO, Martins Fagundes, Machado Moreira, Santos de Moraes. Relación de Indicadores Antropométricos con Factores de Riesgo para Enfermedad Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2010;94(4): 462-469
24. Ríos Oliveros LA, Legorreta Soberanis J. Distribución de grasa corporal en diabéticos tipo 2, como factor de riesgo cardiovascular. *Rev Med IMSS* 2005; 43 (3): 199-204
25. Gray DS. Diagnosis and prevalence of obesity. *Med Clin N Am* 1989;73:1-10.
26. Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev* 2000;21(6):697-738.
27. Puente Fernández C., La hipersensibilidad a los alimentos y su relación con la composición corporal y perfil de lípidos en estudiantes de la UAEMex, Tesis de Maestría en Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de México, 2015, pp 156
28. Marrodán Serrano MD, Santos Beneit MG, Mesa Santurino MS, Cabañas Armesilla MD, González-Montero De Espinosa M, Pacheco Del Cerro JL. Técnicas analíticas en el estudio de la composición corporal. Antropometría frente a sistemas de bioimpedancia bipolar y tetrapolar. *Nutr Clin y Diet Hosp.* 2007;27(1):11–9
29. Rodríguez DPN, Bermúdez EF, Rodríguez GS. Composición corporal en niños preescolares : comparación entre métodos antropométricos simples , bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X, *Am J Clin Nutr.*, Argentina, 2008;106(2):102–9.
30. Huerta KB. Artículo original Correlación de la composición corporal por plicometría y bioimpedancia en estudiantes de nutrición. *Rev Espec medica Quir.*, México, 2012;17(1):15–9
31. Velázquez-Alva Ma. del Consuelo y cols., Comparación De La Absorciometría De Rayos X De Energía Dual Y Dos Analizadores De Impedancia Bioeléctrica Para Medir El Porcentaje De Grasa Corporal Y El

Índice De Masa Libre De Grasa En Un Grupo De Mujeres Jóvenes Mexicanas, Nutr Hosp. 2014;29(5):1038-1046

## 11. ANEXOS

### Anexo 1 – Carta de consentimiento informado

Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Medicina

Universidad Autónoma del Estado de México  
Centro de Investigación en Ciencias Médicas (CICMED)

#### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio de la presente, se le invita a usted a participar en el estudio de investigación médica titulado: “COMPARACION DE 4 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL: BIOIMPEDANCIA, PORTÁTIL Y FIJA, ANTROPOMETRÍA Y DENSITOMETRÍA ÓSEA EN MUJERES CON INDICE DE MASA CORPORAL NORMAL”, el cual está a cargo de las alumnas tesistas de la Licenciatura en Nutrición. Beatriz Anaíd García Bahena y Verónica Jazmín Vásquez Enríquez y cuyas sede será en CICMED.

Antes de decidir si participa o no, deberá comprender cada uno de los siguientes apartados, este proceso se conoce como “consentimiento informado”. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto. Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento.

#### 1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:

La obesidad es una enfermedad crónica degenerativa de origen multifactorial, que se va a caracterizar por el exceso de grasa corporal debido a un balance positivo de energía que se ha mantenido durante un largo periodo de tiempo. Este padecimiento provoca un deterioro en el estado de salud debido a que está relacionada con una mayor incidencia de enfermedades crónico-degenerativas. Según varios estudios realizados señalan que la mujer tiene un riesgo mayor que el del hombre de padecer sobrepeso u obesidad debido a las características anatómicas de este género. He ahí la razón por la cual el presente trabajo tiene como objeto identificar la relación de los diferentes componentes corporales con el IMC para tener una medición más real de la composición corporal, y así dar un tratamiento más específico. Para poder establecer un diagnóstico de obesidad, se debe basar no sólo en el IMC, sino también en el porcentaje de grasa corporal, dicha composición debe ser evaluada

constantemente, para ello se requiere de aparatos o técnicas con una sensibilidad alta y una variabilidad mínima entre cada uno..

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

Comparar 4 métodos para diagnosticar el porcentaje de grasa corporal en jóvenes con IMC normal

## 3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO:

Le serán entregados en sobre cerrado todos los resultados de sus estudios. Se conocerán los niveles de masa grasa, masa magra y de hidratación para poder hacer su intervención posteriormente con algún profesional de la salud en caso de haber alguna alteración no favorable de alguna de estas

## 4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO:

En este estudio se seleccionara a las participantes que cumplan con los siguientes requisitos:

- Mujeres estudiantes de la UAEMex
- Con un rango de edad de 18-25 años
- Con un IMC normal alto (23 a 24.9)

En caso de participar y haber cumplido con los requisitos del estudio, se le programara una cita en CICMED, para poder realizar las pruebas de composición corporal mediante los siguientes aparatos y métodos

- Báscula Tanita®
- Báscula In-Body®
- Antropometría
- Aparato de Densitometría

Es importante que tendrá que acudir a las instalaciones de CICMED con las siguientes condiciones:

- Estar en ayuno de mínimo 8 horas ,
- Sin haber ingerido bebidas alcohólicas 48 horas antes de las pruebas
- Con la vejiga vacía
- Sin haber realizado el día anterior algún tipo de ejercicio físico o deporte
- Sin haber usado diuréticos 7 días antes

## 5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO:

En caso de participar en el estudio, puede presentar algún dolor que puede ser desde muy ligero o leve, dependiendo de su umbral del dolor durante la toma de pliegues en la antropometría.

## 6. ACLARACIONES:



- La decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, -aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- Los estudios de composición corporal serán pagados por la investigación, sin embargo, cabe señalar que los traslados al CICMED serán cubiertos por usted.
- No recibirá pago económico por su participación. Sin embargo, recibirá una copia de los estudios de composición corporal realizados, mismos que le serán explicados e interpretados.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- En caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario no previsto, tiene derecho a una indemnización, siempre que estos efectos sean consecuencia de su participación en el estudio.
- Usted también tiene acceso a las Comisiones de Investigación y Ética de la Facultad de Medicina de la UNAM en caso de que tenga dudas sobre sus derechos como participante del estudio a través de:

Dra. en C. Ma. Victoria Domínguez García

Centro de Investigación en Ciencias Médicas (UAEMéx)

Cuerpo de Investigación Biomédica

Oficina: 2194122, 2128027, 2806822 ext 137    Tel. móvil: 7223934227

## 7. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO:

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

\_\_\_\_\_

**Firma del participante**

**Fecha**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Licenciatura**

**Facultad**

**Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):**

He explicado al C. \_\_\_\_\_ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Firma del investigador**

**Fecha**

Anexo 2 – Hoja de resultados de la Tanita

TANITA  
Analizador de la  
Composición Corporal  
TBF-300A

TIPO DEL CUERPO	NORMAL
SEXO	FEMININO
EDAD	23
ALTURA	167 cm
PESO	52.9 kg
BMI	19.0
% DE GRASA	25.3%
BMR	5708 kJ
	1364 kcal
IMPEDANCIA	760 $\Omega$
MASA GRASA	13.4 kg
MASA MAGRA	39.5 kg
AGUA TOTAL	28.9 kg
GAMA DESEABLE	
% DE GRASA	21-33%
MASA GRASA	10.5-19.5 kg

## Anexo 3 – Hoja de Resultados InBody

# Lookin' Body

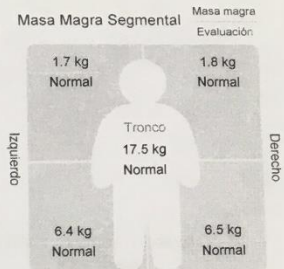
Lookin' Body Health care System

Nombre (ID)  Edad 24.0 Altura 167.0 Género Femenino Fecha de medición 2016.04.26 00:10:05

UAEM-CICMED Consultorio de Nutrición  
(722) 212 80 27 ext 149  
Jesús Carranza #205. Col. Universidad.

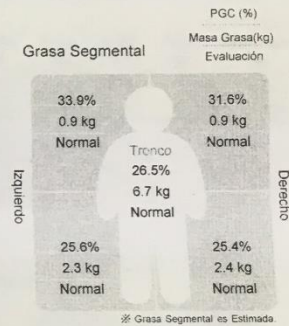
### Composición corporal

	Bajo	Normal	Alto	UNIDAD, %	Rango Normal									
Peso	40	55	70	85	100	115	130	145	160	175	190	205	52.8kg	51.0~69.0
Masa Muscular Masa Muscular Esquelético	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	20.9kg	22.9~28.0
Grasa	20	40	60	80	100	160	220	280	340	400	460	520	14.2kg	12.0~19.2
ACT Agua Corporal Total	28.2kg(30.5~37.3)			MLG Masa Libre de Grasa	38.6kg(39.0~49.8)									



### Análisis de Obesidad

	Valor	Rango Normal	Equación
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) Índice de Masa Corporal	18.9	18.5~25.0	$IMC = \frac{\text{Peso, kg}}{(\text{Altura, m})^2}$
PGC (%) porcentual de grasa corporal	26.9	18.0~28.0	$PGC = \frac{\text{Masa grasa, kg}}{\text{Peso, kg}} \times 100$
RCC Relación Cintura Cadera	0.86	0.75~0.85	$RCA = \frac{\text{Circunferencia da cintura, cm}}{\text{Circunferencia da anca, cm}}$
TMB (kcal) Metabolismo basal	1204	1160~1336	



### Control Músculo - Grasa

Control de Músculo	+ 7.6 kg	Control de Grasa	- 0.4 kg
--------------------	----------	------------------	----------

### Impedancia

Z	BD	BI	TR	PD	PI(Ω)
20kHz	485.1	510.4	31.8	360.6	372.2
100kHz	439.2	466.5	27.6	321.2	330.8

\* Utilizar los resultados como referencia a la hora de consultar con su médico o preparador físico.

### Planificador de ejercicios

Planifique sus ejercicios semanalmente de acuerdo con lo siguiente y calcule su pérdida de peso con esas actividades.

Gasto de energía en cada actividad (peso base : 52.8kg / Duración:30 min./unidad: kcal)											
Caminata	Trote	Bicicleta	Natación	Alpinismo	Aeróbic	Ping pong	Tenis	Fútbol	Esgrima oriental	Gateball	Badminton
106	185	158	185	172	185	119	158	185	264	100	119
Racketball	Taekwondo	Squash	Baloncesto	Saltar la cuerda	Golf	Pectorales	Abdominales	Entrenamiento con pesas	Ejercicios con mancuernas	Banda elástica	Sentadillas
264	264	264	158	185	93	Desarrollo de la parte superior del cuerpo	Entrenamiento del músculo abdominal	Prevención del dolor de espalda	Fuerza muscular	Fuerza muscular	Mantenimiento de los músculos inferiores del cuerpo

### • Cómo hacer

1. Elija las actividades que practica y prefiere de la izquierda.
2. El gasto de energía se calcula cuando se realiza durante 30 min.
3. Elija los ejercicios que va a realizar durante 7 días.
4. Calcule el total del gasto de energía en una semana.
5. Calcule el total de la pérdida de peso deseado durante un mes utilizando la fórmula que se muestra a continuación.

Cálculo del total de la pérdida de peso deseado durante un mes (un mes = 4 semanas)

**Total del gasto de energía (kcal/semana) × 4 semanas ÷ 7700**


• Ingesta calórica recomendada por día

1600

kcal



## Anexo 4 – Hoja de Resultados Densitometría ósea



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS MEDICAS**  
**AV. JESUS CARRANZA #205**  
 Universidad Autónoma del Estado de México

<b>Paciente:</b> [Redacted]	<b>ID del paciente:</b> PROYECTO
<b>Fecha de nacimiento:</b> 11/04/1992 24.0 años	<b>Médico tratante:</b> LDL
<b>Estatura / Peso:</b> 169.0 cm 54.5 kg	<b>Medido:</b> 25/04/2016 02:39:04 p.m. (13.60)
<b>Sexo / Origen étnico:</b> Mujer Hispano	<b>Analizado:</b> 25/04/2016 02:39:48 p.m. (13.60)

Quantificación del tejido Cuerpo total

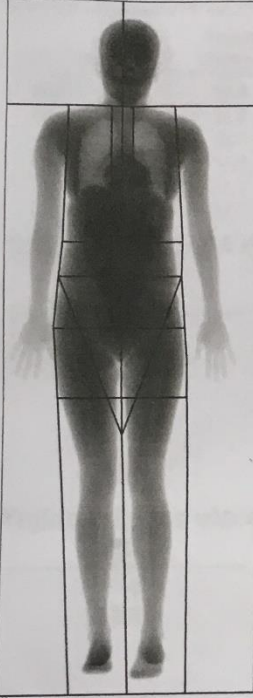
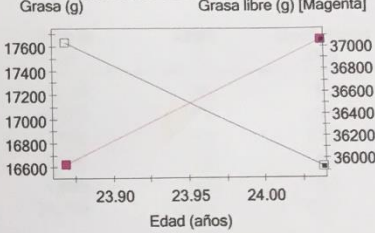


Gráfico ref.: no hay datos de ref. para la región Cuerpo total [Total]  
 España Población de Referencia no soportó Composición para Cuerpo total

Tendencia de la composición: Total  
 Grasa (g) [Magenta]



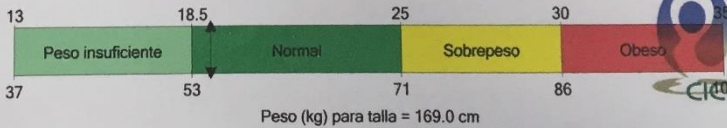
Fecha medida	Edad (años)	Región <sup>1</sup> (%Grasa)	Centil <sup>2,3</sup>	Masa total (kg)	Tejido (%Grasa)	Tejido <sup>1</sup> (g)	Grasa <sup>1</sup> (g)	Magro <sup>1</sup> (g)	CMO (g)	Grasa libre (g)
25/04/2016	24.0	30.9	-	53.7	32.3	51,401	16,607	34,794	2,267	37,061
23/02/2016	23.8	32.9	-	53.6	34.4	51,326	17,636	33,691	2,265	35,956

Fecha medida	Edad (años)	Androide (%Grasa)	Ginoide (%Grasa)	A/G Cociente	Corporal total (%Grasa) <sup>1</sup>
25/04/2016	24.0	34.0	35.1	0.97	32.3
23/02/2016	23.8	36.5	37.7	0.97	34.4

COMENTARIOS:

Organización Mundial de la Salud Clasificación IMC

IMC = 19.1 (kg/m<sup>2</sup>)




Peso (kg) para talla = 169.0 cm

Esta imagen no es para diagnóstico  
 Impreso: 25/04/2016 02:40:46 p.m. (13.60)100:0.19:153.85:15.6 0.00:-1.00  
 2.40x3.04 10.4:%Grasa=32.3%  
 0.00:0.00 0.00:0.00  
 Nombre del archivo: 5of76o4ia9.meb  
 Modo de exploración: Estándar 3.0 µGy

1 -Estadísticamente 68% de las exploraciones repetidas caen dentro del 1DE (± 0.4 % Grasa, ±150 g Masa tisular, ±280 g Masa grasa, ±310 g Masa magra para Cuerpo total)  
 2 -España Cuerpo total Composición Población de referencia (v112)  
 3 -Composición Ajust. a la edad

www.uaemex.mx  
 Av. Jesús Carranza No. 205. Col. Universidad. Toluca, Méx. C. P. 50130  
 Tels. (01 722) 212 80 27 y 212 80 22  
 ME+210321



GE Healthcare



**CENTRO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS MEDICAS**  
**AV. JESUS CARRANZA #205**

Universidad Autónoma

del Estado de México

<b>Paciente:</b>	[Redacted]	<b>ID del paciente:</b>	PROYECTO
<b>Fecha de nacimiento:</b>	11/04/1992 24.0 años	<b>Médico tratante:</b>	LDL
<b>Estatura / Peso:</b>	169.0 cm 54.5 kg	<b>Medido:</b>	25/04/2016 02:39:04 p.m. (13.60)
<b>Sexo / Origen étnico:</b>	Mujer Hispano	<b>Analizado:</b>	25/04/2016 02:39:48 p.m. (13.60)

**COMPOSICIÓN CORPORAL**

Región	Tejido <sup>1</sup> (%Grasa)	Región (%Grasa)	Tejido <sup>1</sup> (g)	Grasa <sup>1</sup> (g)	Magro <sup>1</sup> (g)	CMO (g)	Masa Total (kg)
Brazos	37.4	35.7	4,984	1,866	3,118	242	5.2
Piernas	31.2	29.6	15,575	4,853	10,723	800	16.4
Tronco	33.7	32.9	26,656	8,994	17,661	650	27.3
Androide	34.0	33.7	3,935	1,339	2,595	42	4.0
Ginoide	35.1	34.2	7,840	2,754	5,086	223	8.1
Total	32.3	30.9	51,401	16,607	34,794	2,267	53.7

**COCIENTES MASA GRASA**

Tronco/ Total	Piernas/ Total	(Brazos+Piernas)/ Tronco
0.54	0.29	0.75

**Tejido adiposo visceral estimado:**

Volumen	Masa
285 cm <sup>3</sup>	268 g



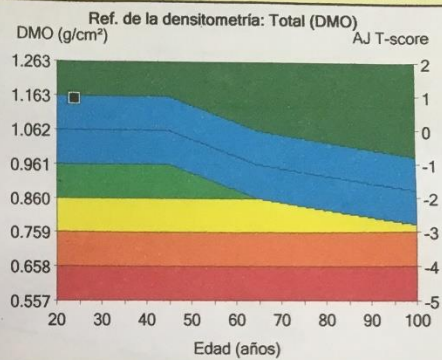
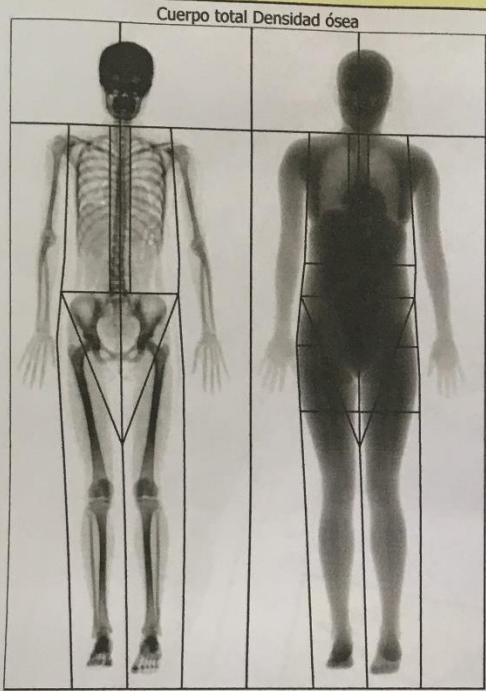
<sup>1</sup> -Estadísticamente 68% de las exploraciones repetidas caen dentro del 1DE (± 0.4 % Grasa, ±150 g Masa tisular, ±280 g Masa grasa, ±310 g Masa magra para Cuerpo total)  
 Nombre del archivo: 5of76o4ia9.meb



**CICMED**  
**CENTRO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS MEDICAS**  
**AV. JESUS CARRANZA #205**

**Paciente:** [Redacted]  
**Fecha de nacimiento:** 11/04/1992 24.0 años  
**Estatura / Peso:** 169.0 cm 54.5 kg  
**Sexo / Origen étnico:** Mujer Hispano

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
**PROYECTO**  
**ID de paciente:** LDL  
**Médico tratante:** LDL  
**Medido:** 25/04/2016 02:39:04 p.m. (13.60)  
**Analizado:** 25/04/2016 02:39:48 p.m. (13.60)



Región	1	2		3	
	DMO (g/cm <sup>2</sup> )	Adulto-Joven (%)	Puntuación	Ajust. a edad (%)	Puntuación
Cabeza	2.320	-	-	-	-
Brazos	0.639	-	-	-	-
Piernas	1.262	-	-	-	-
Tronco	0.926	-	-	-	-
Costillas	0.851	-	-	-	-
Pelvis	0.936	-	-	-	-
Columna	1.023	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>1.156</b>	<b>107</b>	<b>0.9</b>	<b>107</b>	<b>0.9</b>

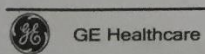
COMENTARIOS:

Esta imagen no es para diagnóstico  
 Impreso: 25/04/2016 02:41:53 p.m. (13.60)100:0.19:153.85:15.6 0.00:-1.00  
 2.40x3.04 10.4:%Grasa=32.3%  
 0.00:0.00 0.00:0.00  
 Nombre del archivo: Sof76o4ia9.meb  
 Modo de exploración: Estándar 3.0 µGy

- 1 - Estadísticamente 68% de las exploraciones repetidas caen dentro del 1DE (-1.96) para Cuerpo total Total)
- 2 - España (edades 20-40) Cuerpo total Población de referencia (v112)
- 3 - Ajust. a la edad



[www.uaemex.mx](http://www.uaemex.mx)  
 Av. Jesús Carranza No. 205, Col. Universidad, Toluca, Méx. C. P. 50130  
 Tels. (01 722) 212 80 27 y 212 80 22  
 ME+210321



## Anexo 5 – Hoja de resultados Antropometría



**Universidad Autónoma del Estado de México**  
Centro de Investigación en Ciencias Médicas



NOMBRE:   
EDAD: 23 SEXO: Femenino  
PESO: 52.8 ESTATURA: 1.67

PLIEGUES	
Bicipital	12
Tricipital	17.5
Subescapular	19
Supraílica	9
$\Sigma$ PLIEGUES	57.5


% MASA GRASA:	30.33451519
MASA GRASA	16.01662402
MASA LIBRE DE GRASA:	36.78337598

**GRACIAS POR TU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO:**  
*COMPARACION DE 4 MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL: BIOIMPEDANCIA, PORTÁTIL Y FIJA, ANTROPOMETRÍA Y DENSITOMETRÍA ÓSEA EN MUJERES CON INDICE DE MASA CORPORAL NORMAL*

Tesistas encargadas:  
P.L.N. Beatriz Anaid Garcia Bahena  
P.L.N. Verónica Jazmín Vásquez Enríquez



## Anexo 6 – Seguimiento de la participante



**CENTRO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS MEDICAS**  
**AV. JESUS CARRANZA #205**  
 Universidad Autónoma del Estado de México

**Paciente:** [Redacted]

**Fecha de nacimiento:** 11/04/1992 24.0 años

**Estatura / Peso:** 169.0 cm 54.5 kg

**Sexo / Origen étnico:** Mujer Hispano

**ID del paciente:** PROYECTO

**Médico tratante:** LDL

**Medido:** 25/04/2016 02:39:04 p.m. (13.60)

**Analizado:** 25/04/2016 02:39:48 p.m. (13.60)

Cuantificación del tejido Cuerpo total

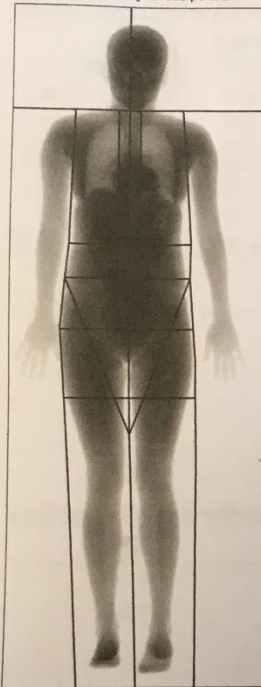
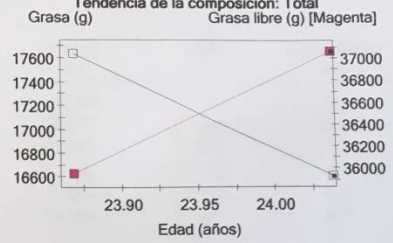


Gráfico ref.: no hay datos de ref. para la región Cuerpo total [Total]  
 España Población de Referencia no soportó Composición para Cuerpo total

Tendencia de la composición: Total  
 Grasa (g) Grasa libre (g) [Magenta]



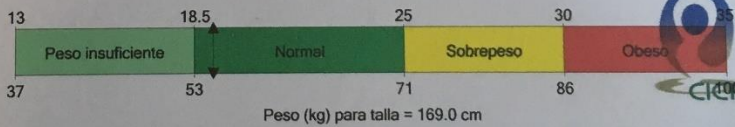
Tendencia: Total										
Fecha medida	Edad (años)	Región <sup>1</sup> (%Grasa)	Centil <sup>2,3</sup>	Masa total (kg)	Tejido (%Grasa)	Tejido <sup>1</sup> (g)	Grasa <sup>1</sup> (g)	Magro <sup>1</sup> (g)	CMO (g)	Grasa libre (g)
25/04/2016	24.0	30.9	-	53.7	32.3	51,401	16,607	34,794	2,267	37,061
23/02/2016	23.8	32.9	-	53.6	34.4	51,326	17,636	33,691	2,265	35,956

Tendencia: Distribución de la grasa					
Fecha medida	Edad (años)	Androide (%Grasa)	Ginoide (%Grasa)	A/G Cociente	Corporal total (%Grasa) <sup>1</sup>
25/04/2016	24.0	34.0	35.1	0.97	32.3
23/02/2016	23.8	36.5	37.7	0.97	34.4

COMENTARIOS:

Organización Mundial de la Salud Clasificación IMC

IMC = 19.1 (kg/m<sup>2</sup>)



Peso (kg) para talla = 169.0 cm

Esta imagen no es para diagnóstico

Impreso: 25/04/2016 02:40:46 p.m. (13.60)100:0.19:153.85:15.6 0.00:-1.00

2.40x3.04 10.4:%Grasa=32.3%

0.00:0.00 0.00:0.00

Nombre del archivo: 5of76o4ia9.meb

Modo de exploración: Estándar 3.0 µGy

1 -Estadísticamente 68% de las exploraciones repetidas caen dentro del 1DE (± 0.4 % Grasa, ±150 g Masa tisular, ±280 g Masa grasa, ±310 g Masa magra para Cuerpo total Total)

2 -España Cuerpo total Composición Población de referencia (v112)

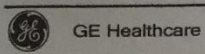
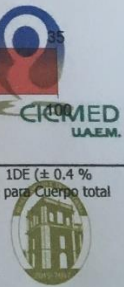
3 -Composición Ajust. a la edad

www.uaemex.mx

Av. Jesús Carranza No. 205, Col. Universidad, Toluca, Méx. C. P. 50130

Tels. (01 722) 212 80 27 y 219 0422

ME+210321



### CENTRO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS MEDICAS

AV. JESUS CARRANZA #205

IAEM Universidad Autónoma del Estado de México

<b>Paciente:</b>	[Redacted]	<b>ID del paciente:</b>	PROYECTO
<b>Fecha de nacimiento:</b>	11/04/1992 24.0 años	<b>Médico tratante:</b>	LDL
<b>Estatura / Peso:</b>	169.0 cm 54.5 kg	<b>Medido:</b>	25/04/2016 02:39:04 p.m. (13.60)
<b>Sexo / Origen étnico:</b>	Mujer Hispano	<b>Analizado:</b>	25/04/2016 02:39:48 p.m. (13.60)

### COMPOSICIÓN CORPORAL

Región	Tejido <sup>1</sup> (%Grasa)	Región (%Grasa)	Tejido <sup>1</sup> (g)	Grasa <sup>1</sup> (g)	Magro <sup>1</sup> (g)	CMO (g)	Masa Total (kg)
Brazos	37.4	35.7	4,984	1,866	3,118	242	5.2
Piernas	31.2	29.6	15,575	4,853	10,723	800	16.4
Tronco	33.7	32.9	26,656	8,994	17,661	650	27.3
Androide	34.0	33.7	3,935	1,339	2,595	42	4.0
Ginoide	35.1	34.2	7,840	2,754	5,086	223	8.1
Total	32.3	30.9	51,401	16,607	34,794	2,267	53.7

### COCIENTES MASA GRASA

Tronco/ Total	Piernas/ Total	(Brazos+Piernas)/ Tronco
0.54	0.29	0.75

### Tejido adiposo visceral estimado:

Volumen	Masa
285 cm <sup>3</sup>	268 g



1 -Estadísticamente 68% de las exploraciones repetidas caen dentro del 1DE (± 0.4 % Grasa, ±150 g Masa tisular, ±280 g Masa grasa, ±310 g Masa magra para Cuerpo total)

Nombre del archivo: 5of76o4ia9.meb

www.uaemex.mx  
Av. Jesús Carranza No. 205, Col. Universidad, Toluca, Méx. C. P. 50130

Tels. (01 722) 212 80 27 y 212 80 22  
ME+210321



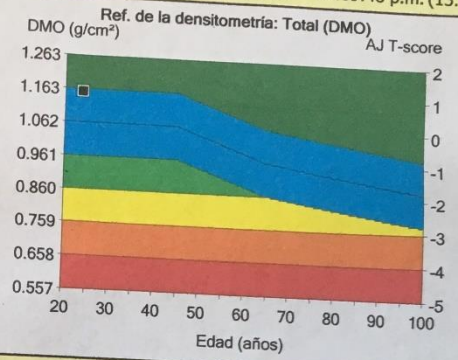
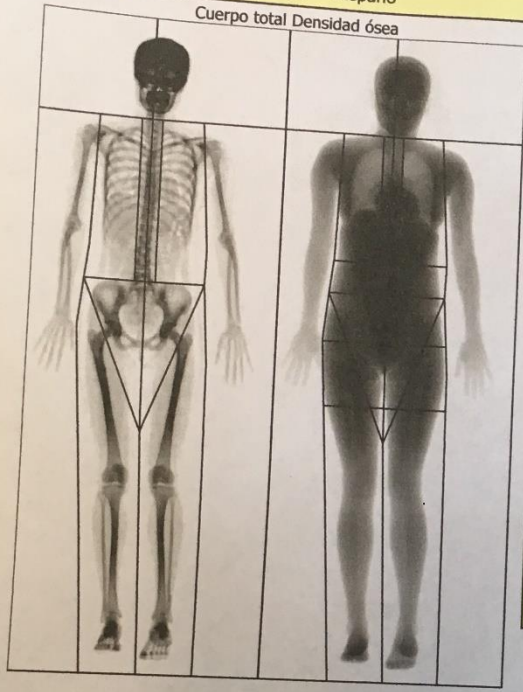
GE Healthcare



**CICMED**  
**CENTRO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS MEDICAS**  
**AV. JESUS CARRANZA #205**

**Paciente:** [Redacted]  
**Fecha de nacimiento:** 25/04/1992 24.0 años  
**Estatura / Peso:** 169.0 cm 54.5 kg  
**Sexo / Origen étnico:** Mujer Hispano

Universidad Autónoma del Estado de México  
**ID del paciente:** PROYECTO  
**Médico tratante:** LDL  
**Medido:** 25/04/2016 02:39:04 p.m. (13.60)  
 25/04/2016 02:39:48 p.m. (13.60)  
**Analizado:**



Región	DMO <sup>1</sup> (g/cm <sup>2</sup> )	Adulto-Joven <sup>2</sup> (%) Puntuación	Ajust. a edad <sup>3</sup> (%) Puntuación
Cabeza	2.320	-	-
Brazos	0.639	-	-
Piernas	1.262	-	-
Tronco	0.926	-	-
Costillas	0.851	-	-
Pelvis	0.936	-	-
Columna	1.023	-	-
<b>Total</b>	<b>1.156</b>	<b>107</b>	<b>0.9</b>

COMENTARIOS:

Esta imagen no es para diagnóstico  
 Impreso: 25/04/2016 02:41:53 p.m. (13.60) 100:0.19:153.85:15.6 0.00:-1.00  
 40x3.04 10.4:%Grasa=32.3%  
 00:0.00 0.00:0.00  
 Nombre del archivo: 5of76o4ia9.meb  
 Modo de exploración: Estándar 3.0 µGy

1 - Estadísticamente 68% de las exploraciones repetidas caen dentro del 1DE (+/- 1.96) para Cuerpo total Total)  
 2 - España (edades 20-40) Cuerpo total Población de referencia (v112)  
 3 - Ajust. a la edad



www.uaemex.mx  
 Av. Jesús Carranza No. 205, Col. Universidad, Toluca, Méx. C. P. 50130  
 Tels. (01 722) 212 80 27 y 212 80 22  
 ME+210321

GE Healthcare