



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

Título: “ **Evaluación de la utilidad de la fórmula CUN-BAE
para la cuantificación de adiposidad en población
mexicana**”

TESIS QUE PRESENTA

DR. MARIO ALBERTO SANTANA MATA
RESIDENTE DE ENDOCRINOLOGÍA

TUTOR PRINCIPAL:
M. en C. ALDO FERREIRA HERMOSILLO

CO-TUTOR:
M. en C. VICTORIA MENDOZA ZUBIETA

Servicio de Endocrinología y Unidad de Investigación en
Endocrinología Experimental
Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda”



CIUDAD DE MÉXICO

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso



DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
CENTRO MEDICO NACIONAL S. XXI
"DR. BERNARDO SEPULVEDA"

 07 FEB 2019 

DIRECCION DE EDUCACION
E INVESTIGACION EN SALUD

DOCTORA DIANA GRACIELA MENEZ DIAZ
JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION EN SALUD
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI



DOCTORA VICTORIA MENDOZA ZUBIETA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION EN ENDOCRINOLOGIA
CO-TUTOR
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI



DOCTOR ALDO FERREIRA HERMOSILLO
TUTOR PRINCIPAL, INVESTIGADOR ASOCIADO
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN SIGLO XXI



Dirección de Prestaciones Médicas
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud
Coordinación de Investigación en Salud



Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud **3601** con número de registro **17 CI 09 015 034** ante
COFEPRIS
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO
XXI, D.F. SUR

FECHA 17/11/2017

M.C. ALDO FERREIRA HERMOSILLO

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

Evaluación de la utilidad de la fórmula CUN-BAE para la cuantificación de adiposidad en población mexicana.

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2017-3601-225

ATENTAMENTE

DR.(A). CARLOS ERÉDY CUEVAS GARCÍA
Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios, porque sin el nada de esto podría ser posible, y reconozco mi deuda como hijo, por su infinita misericordia.

A mi esposa María José Muñiz Labred, y mis hijos, Mario Fernando Santana Muñiz y Marian Fernanda Santana Muñiz, por su paciencia y apoyo incondicional en momentos adversos, y disfrutando también, de aquellas experiencias y momentos felices, acompañándome en todo momento en esta aventura.

A mis padres, Mario Albero Santana Coronado, Leticia Guadalupe Mata Molina, por su infinito apoyo, moral, económico, siempre al pie del cañón y sin esperar nada a cambio.

A todos mis maestros, que además de compartir sus enseñanzas, con sus experiencias y amor por la endocrinología, facilitaron el día a día en mi aprendizaje.

Reconozco y agradezco de forma especial, el apoyo del Dr. Aldo Ferreira Hermosillo, por su colaboración incondicional para este trabajo.

A mis compañeros y amigos (residentes de endocrinología) por ser un equipo unido, dejando a un lado nuestras diferencias y luchar siempre por un mismo objetivo.

Gracias.....

Mario Alberto Santana Mata

HOJA DE DATOS

Alumno: Mario Alberto Santana Mata

Médico residente de Endocrinología
Hospital de Especialidades. Centro Médico Nacional Siglo XXI
Teléfono: 56276900 ext. 21053
E-mail: maariodk17@gmail.com

Tutor principal: Dr. Aldo Ferreira Hermosillo

Especialista en Endocrinología
Maestría en Ciencias Médicas, UNAM.
Investigador asociado.
Unidad de Investigación en Endocrinología Experimental, Hospital de Especialidades.
Centro Médico Nacional Siglo XXI
Teléfono: 56276900 ext. 21551
E-mail: aldo.naqisa@gmail.com

Cotutor: Dra. Victoria Mendoza Zubieta

Jefa de servicio de Endocrinología, Hospital de Especialidades. Centro Médico Nacional Siglo XXI
Especialista en Endocrinología
Maestría en Ciencias Médicas, UNAM
Teléfono: 56276900 ext. 21551
E-mail: vmendozazu@yahoo.com

ÍNDICE

TEMA		PÁGINA
1	Resumen	7
2	Marco teórico	9
3	Planteamiento del problema	17
4	Justificación	18
5	Pregunta de investigación	18
6	Hipótesis	18
7	Objetivos	18
8	Pacientes y métodos	19
9	Diseño del estudio	19
10	Criterios de selección	20
11	Análisis estadístico	21
12	Definición de variables	21
13	Aspectos éticos	24
14	Resultados	25
15	Discusión	33
16	Conclusión	36
17	Referencias	37
18	Anexos	41

Evaluación de la utilidad de la fórmula CUN-BAE para la cuantificación de adiposidad en población mexicana

RESUMEN

Introducción: Según la OMS, la obesidad es la enfermedad crónica no transmisible más prevalente a nivel mundial. Tanto sobrepeso como obesidad son factores de riesgo para el desarrollo de diabetes tipo 2, hipertensión arterial, dislipidemias, enfermedades cardiovasculares, enfermedades osteoarticulares, ciertos tipos de cáncer como el de mama, próstata y colon, apnea del sueño y otras enfermedades. Recientemente, se ha dado más importancia a la cantidad de tejido adiposo, término conocido como “adiposidad”. Sin embargo, su determinación es difícil de realizar, por lo cual el grado de obesidad se sigue estimando mediante el índice de masa corporal, el perímetro de cintura y cálculos que incorporan el uso de plicometría. En el año 2013 la Universidad de Navarra propuso un estimador de adiposidad a través de una fórmula matemática y dicha herramienta se validó en población española. Esta fórmula es fácil de realizar, utiliza variables clínicas sencillas de obtener, y es útil en aquellos sitios en donde se carece de las herramientas necesarias para hacer plicometría o bioimpedancia.

Pacientes y métodos: Se estudiaron pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años y menores de 70 años, trabajadores pertenecientes al Hospital de Especialidades, CMN Siglo XXI. Se excluyeron pacientes con insuficiencia renal crónica KDIGO 3 o mayor, insuficiencia hepática CHILD B o C, mujeres embarazadas, con peso de más de 150 kg y aquellos que no dieron su consentimiento informado por escrito. Se registró edad, sexo, presencia de comorbilidades como diabetes, hipertensión, dislipidemia (y otras) y su tratamiento actual. Los trabajadores acudieron a una consulta en donde se evaluó su peso, talla, perímetro de cintura, plicometría de región bicipital, tricipital, subescapular y supraíliaco. Posteriormente se calculó su índice de masa corporal, índice cintura/talla, índice cintura/cadera y se determinó su porcentaje de grasa corporal mediante fórmula de Durnin y Womersley (utilizando los parámetros de la plicometría), bioimpedancia y fórmula de CUN-BAE. Se analizó la correlación entre el porcentaje de grasa corporal obtenido mediante la fórmula CUN-BAE y el obtenido mediante la fórmula de Durinin y Womersley y la bioimpedancia. Tomando como estándar de oro a la plicometría y bioimpedancia, se evaluó la utilidad de la fórmula de CUN-BAE para clasificar a los pacientes como con y sin incremento de la adiposidad.

Análisis estadístico: Se describieron las variables cuantitativas utilizando medidas de tendencia central y dispersión de acuerdo a las distribuciones de los datos y las variables cualitativas mediante frecuencias y porcentajes. Para las comparaciones entre los grupos de acuerdo a su IMC se utilizó la prueba de ANOVA y para las variables cualitativas prueba exacta de Fisher o chi cuadrada. Además, se buscó correlación entre el porcentaje de grasa obtenido por los tres métodos mediante prueba de Pearson. Por medio de una tabla de 2x2 se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos para la clasificación de los pacientes como con y sin incremento del porcentaje de grasa corporal (adiposidad), comparando la fórmula CUN-BAE con la fórmula de Durnin Womersley y la bioimpedancia como estándar de oro. Se utilizó una $p < 0.05$ para establecer significancia estadística. Para el análisis de los datos utilizamos el paquete estadístico SPSS versión 21.0.

Resultados: El 68% de los participantes presentaba algún grado de sobrepeso/obesidad de acuerdo con el IMC, siendo la prevalencia en mujeres del 61.52% y en hombres del

62.5%. El mejor método para la determinación de adiposidad fue la fórmula de CUN-BAE, con una sensibilidad del 92% y especificidad del 68% y un AUC-ROC de 0.9172 (IC95% 0.86352 – 0.97079), seguida por el impedanciómetro (HBF- 306INT) con una sensibilidad del 81% y especificidad del 73% y AUC-ROC de 0.9008 (IC95% 0.84193 – 0.95976). A diferencia de las otras formas de evaluación de la adiposidad, la edad y el género no influyen en la capacidad diagnóstica de la fórmula de CUN-BAE.

Conclusión: El uso de la fórmula CUN-BAE y el impedanciómetro (HBF- 306INT) son dos métodos útiles para la identificación de la adiposidad cuando se comparan con la plicometría. Es necesaria la reproducción de nuestro estudio en otras regiones de nuestro país para la validación de los datos encontrados.

Palabras clave: obesidad, adiposidad, CUN-BAE, plicometría, impedancia.

MARCO TEÓRICO

Introducción.

La obesidad representa un proceso patológico común en el ser humano. Dicho proceso ha perdurado durante siglos por factores genéticos y ambientales, hasta convertirse actualmente en una pandemia con consecuencias serias para la salud. De hecho, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es la primera enfermedad crónica no transmisible de curso epidémico de tipo global y progresivo.¹

Esta enfermedad conlleva múltiples complicaciones y tiene un alto impacto tanto en la salud como en la economía propia y de la sociedad. Se reconoce que el sobrepeso y la obesidad son factores de riesgo para el desarrollo de diabetes tipo 2 (DT2), hipertensión arterial (HAS), dislipidemias, enfermedades cardiovasculares (especialmente la cardiopatía isquémica y los infartos cerebrales), enfermedades osteoarticulares; ciertos tipos de cáncer como el de mama, próstata y colon y apnea del sueño, entre otras.^{2,3}

Definición.

De acuerdo a la OMS y la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) se define como un aumento patológico en la cantidad de grasa corporal, con un porcentaje de masa grasa superior al 25% en hombres y al 33% en mujeres. Debido a que la determinación del tejido adiposo es difícil de realizar, se ha estimado el grado de obesidad de acuerdo al índice de masa corporal (IMC), siendo clasificada como: obesidad clase I con un IMC de 30-34.9 kg/m², clase II con IMC de 35-39.9 kg/m² y clase III con IMC \geq 40 kg/m².⁴ Otro estimador utilizado es el perímetro de cintura (PC), con el cual se define obesidad abdominal con PC de \geq 102 cm en hombres y \geq 88 cm en mujeres. Este punto de corte no es universal y se adapta a la población estudiada.⁵ En México, debido a que no existen datos epidemiológicos que definan el PC que constituya un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares o síndrome metabólico (SM), se ha adoptado los puntos de corte propuestos por la *International Diabetes Federation (IDF)* que consideran obesidad abdominal con un PC \geq 80 cm en mujeres y \geq 90 cm en hombres. La *American Association of Clinical Endocrinologist (AACE)* y el *American College of Endocrinologist (ACE)* proponen desde el 2016 el termino de “enfermedad crónica basada en la adiposidad”, señalando que este termino ejemplifica mejor la patogenia de base, la cronicidad de la misma y deja a un lado el termino de obesidad, que suele ser ambiguo dentro de un marco social e incluso clínico.⁶

Epidemiología en México y el mundo.

Desde el año 2005 la OMS reconoció a la obesidad como una epidemia en salud. En 2014, el 13% de la población adulta del mundo (11% de los hombres y 15% de las mujeres) eran obesos¹. En México, de acuerdo a las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición (ENSANUT), la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en adultos mayores de 20 años se incrementó del 71.2% en 2012 a 72.5% en 2016. Las prevalencias tanto de sobrepeso como de obesidad y de obesidad mórbida fueron más altas en el sexo femenino y en las zonas urbanas.⁷

Fisiopatología

La obesidad es de origen multifactorial, causada por la interacción entre factores genéticos, ambientales, psicológicos, sociales y culturales.^{8,9}

Factores Genéticos. Se han registrado más de 250 genes, marcadores y regiones cromosómicas relacionadas con la obesidad.⁸ Algunos de los más importantes son:

- a) **Gen ob.** En 1994, se descubrió el “gen de la obesidad” en ratas, que luego fue homologado en el hombre. Este gen está localizado en el cromosoma 7q31 y se expresa en células adiposas. El gen determina la producción de la leptina, el cual es un péptido de 167 aminoácidos y que se expresa principalmente en los adipocitos maduros del tejido adiposo blanco en respuesta al aporte de los triglicéridos procedentes de la dieta, para posteriormente ser liberada a la circulación sanguínea y actuar de manera selectiva sobre el centro de la saciedad hipotalámico disminuyendo el apetito¹⁰⁻¹¹. Se han encontrado niveles más altos de leptina en los pacientes con obesidad, como reflejo de un mayor número de adipocitos y probablemente una resistencia a la acción de la leptina⁸.
- b) **Gen de la pro-conwertasa 1(PC1), de la pro-opiomelanocortina (POMC), y del receptor de melanocortina 4 (MC4).** El control central del apetito no sólo depende de la leptina y de su acción sobre el receptor obR. Existen muchos otros mensajeros hipotalámicos entre los que destacan el neuropéptido Y (NPY) y la pro-opiomelanocortina (POMC). Es conocida la relación del NPY con la patogenia de la obesidad, ya que se concentra en áreas implicadas en la regulación de la conducta alimentaria (su acción en el núcleo arqueado produce aumento del apetito) y del gasto energético. Las mutaciones del gen de la MC4 son las causas

monogénicas más frecuentes de obesidad y tienen una herencia tanto dominante como recesiva¹¹⁻¹².

- c) **Gen asociado a la masa grasa y obesidad (FTO)** El gen FTO se localiza en el cromosoma 16 (16q12.2) y codifica la producción de una proteína nuclear con actividad de demetilasa de ácidos nucleicos. Su acción se ha relacionado con diversos procesos bioquímicos y fisiológicos, entre los que destacan la reparación del DNA, la homeostasis de la temperatura y la regulación del almacenamiento de lípidos y del tejido adiposo. También se expresa en el hipotálamo y en el páncreas. Se ha señalado que por lo menos 20 polimorfismos están asociados con algún aspecto de la obesidad, aunque también con la susceptibilidad a la diabetes tipo 2 y con el SM. Dichos cambios podrían influir en los mecanismos de ingesta y saciedad y su alteración podría repercutir en el aumento del tejido adiposo y la masa corporal¹³.
- d) El control hipotalámico del hambre y la saciedad es complejo y no depende únicamente del equilibrio entre leptina, NPY y POMC. Varios defectos genéticos que cursan con una menor expresión de los receptores dopaminérgicos D4 y serotoninérgicos H5, también han sido implicados en algunos casos de obesidad¹⁴.

Señales periféricas que controlan el apetito

El hipotálamo integra las señales provenientes del sistema nervioso central y periférico. De acuerdo con el «modelo glucostático», una disminución de glucosa en la sangre durante el estado de ayuno desencadena el apetito y la ingesta, mientras que un aumento en la glucemia hace que dejemos de comer; sin embargo, este modelo es insuficiente para explicar el desarrollo de obesidad, ya que la glucosa no es la única señal metabólica para el control del apetito.¹⁵ En el «modelo adipostático», se propone que los factores liberados por el tejido adiposo son los que modifican la actividad cerebral para controlar la alimentación y mantener el peso corporal¹⁶.

Son numerosas las sustancias que liberadas en el sistema gastrointestinal en respuesta a la entrada de alimentos en el estómago, proporcionan señales de saciedad al cerebro para limitar la cantidad de comida ingerida, por ejemplo la colecistocinina (CCK) y el péptido YY (PYY). Todas estas señales actúan a través de vías aferentes vágales que terminan en el núcleo del tracto solitario, el cual envía señales activadoras de la saciedad hacia el hipotálamo y otras regiones de los hemisferios cerebrales^{14,17}.

La CCK fue el primer péptido gástrico identificado como un factor de la saciedad. Sus acciones están mediadas por los receptores CCK1 que se encuentran en el nervio vago. Los ratones que carecen de los receptores CCK1 sobre-ingieren una dieta rica en grasa, generándose obesidad y diabetes, así como un aumento del NPY en el núcleo dorso-medial (NDM) del hipotálamo¹⁸. El glucagon-like peptide-1 (GLP-1, «péptido similar al glucagón-1») se obtiene del pro-glucagón y se libera de las células L del intestino en respuesta a la ingesta. Se encontró que a los ratones a los que se les inyecta GLP-1 en el cerebro disminuyen de forma drástica su ingesta de alimentos¹⁷.

La oxintomodulina también se deriva del pro-glucagón y es secretada junto con el GLP-1. Esta hormona induce saciedad, incrementa el gasto energético y disminuye el peso corporal, lo cual se ha probado en modelos animales. Finalmente, la amilina es secretada con la insulina en las células beta del páncreas y produce una reducción en los niveles de glucemia¹⁷.

Factores Socioculturales.

Los datos epidemiológicos indican una notable influencia de los factores sociales, económicos, raciales y otros relacionados con el estilo de vida para el desarrollo de obesidad., como son el sedentarismo y los cambios en el patrón de alimentación. En el último siglo la introducción a nuestra dieta de los “Fast Food” (hamburguesas, papas fritas y refrescos) que aportan una gran cantidad de azúcares simples y grasas, han tenido un impacto negativo en toda la sociedad, fundamentalmente en los niños y adolescentes.^{19,20}

Factores Familiares.

La familia es la unidad estructural básica de la sociedad y las intervenciones de modificación de la dieta e incremento de la actividad física enfocadas en ella, son eficaces en prevenir la ganancia de exceso.¹⁹ Se ha encontrado que un periodo de 2 a 5 años es un tiempo clave para establecer buenos hábitos nutricionales, especialmente cuando los padres participan. De hecho, existe una fuerte correlación entre el IMC de los padres y el del resto de la familia. Además, el riesgo de desarrollar obesidad se encuentra influenciado tanto por haber el peso mantenido en la etapa infantil, como por tener uno o ambos padres obesos. En el adulto, el riesgo de obesidad incrementa con el aumento de la edad y la gravedad de la obesidad durante la infancia.²⁰

Factores Psicológicos.

Los problemas emocionales como las situaciones de pérdida, crisis vitales, sentimientos de frustración o respuestas defensivas ante la ansiedad, angustia o depresión, pueden ser factores desencadenantes para el desarrollo y perpetuación de la obesidad, generando lo que se denomina “sobre ingesta compensadora”. No queda claro por qué, algunas personas responden con hiperfagia o con anorexia ante situaciones de estrés. Sin embargo, no se ha relacionado el desarrollo de obesidad con algún trastorno de la personalidad ¹⁹. Lo que si se ha encontrado es que la obesidad aumenta el riesgo de depresión y el paciente deprimido está en riesgo de desarrollar obesidad ²¹.

Antropometría para el estudio de la obesidad.

Este procedimiento hace referencia a la valoración de la composición corporal de forma indirecta, mediante ecuaciones de predicción de la densidad corporal a partir de la medida de los pliegues de grasa subcutánea²⁴. La cuantificación de la masa grasa se basa en dos suposiciones: que el grosor del tejido adiposo subcutáneo refleja una proporción constante de la grasa corporal total y que los puntos elegidos para tomar los pliegues representan un valor medio del grosor del tejido adiposo subcutáneo²⁴.

Los índices más utilizados para la determinación de adiposidad se describen a continuación.

Índice de masa corporal.

Quetelet observó que entre los adultos el peso parecía aumentar en proporción al cuadrado de la estatura y estableció en 1869 el índice de Quetelet, al que Keys et al. en 1972 nombraron como IMC. La OMS y la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) recomiendan su uso en estudios epidemiológicos como indicador del estado nutricional dada su reproductibilidad, facilidad de utilización y capacidad de reflejar la adiposidad en la mayoría de la población^{1,5}. Por su parte, Ferro-Luzzi et al. en el Comité de Expertos de la FAO/OMS completaron el sistema de puntos de corte^{4,28}. De esta forma los individuos quedaron clasificados como con IMC normal, sobrepeso u obesidad. Sin embargo, este índice no informa de la distribución de la grasa corporal, no diferencia entre masa magra (MM) y masa grasa (MG) y es un mal indicador en sujetos de

baja estatura, edad avanzada, musculosos, con retención hidrosalina o gestantes²⁴⁻²⁶.

Perímetro de cintura.

Fue validado por Lean en 1995 y es uno de los más aceptados a nivel mundial^{9,30}. Desde un inicio se demostró que el PC puede usarse en programas de promoción de salud para identificar individuos obesos que necesitan reducir su peso corporal. De esta forma, los hombres con un PC ≥ 94 cm y mujeres con PC ≥ 80 cm, tienen pre-obesidad abdominal y riesgo incrementado de comorbilidad, mientras que los hombres con PC ≥ 102 cm y mujeres con un PC ≥ 88 cm tienen obesidad abdominal y alto riesgo de comorbilidad^{25,27-28}. Este parámetro ha sido ampliamente utilizado para la definición de SM¹⁴. Por sí solo puede ser utilizado para indicar la adiposidad o para reflejar factores de riesgo metabólico y se ha relacionado de forma directa con el contenido de grasa abdominal y en particular con el de grasa visceral, además se le vincula con los distintos componentes del SM e incluso con la mortalidad total y por enfermedad cardiovascular^{14,25}.

Índice Cintura/Cadera (ICC).

Existe una larga experiencia en la medición de este índice, (midiendo la cintura en el intermedio entre la cresta ilíaca y el margen costal inferior y la cadera en la zona bitrocantérea) el cual permite valorar la adiposidad intraabdominal. Valores superiores a 1 en el hombre y 0.9 en la mujer se correlacionan de forma directa con un elevado riesgo de padecer algún acontecimiento cardiovascular²⁸. El ICC también ha sido cuestionado porque la grasa que se acumula en la región de las caderas es muy variable y puede inducir a error; además, si en forma simultánea aumenta la cantidad de grasa en la cintura y la cadera, la razón se mantendrá constante sin que se considere el incremento del riesgo absoluto²⁸.

Índice Cintura-Estatura (ICE).

Fue diseñado por un colectivo de investigadores japoneses en el 2003, es muy sencillo de calcular porque sólo se deben dividir ambos valores en centímetros. El ICE puede ser un óptimo predictor de factores de riesgo del SM y la obesidad abdominal. Hasta el momento se han utilizado puntos de corte en adultos de China de 0.50 en ambos sexos y ha demostrado una buena correlación con el porcentaje de grasa corporal²⁹.

Plicometría o medición de los pliegues cutáneos.

Proporciona una estimación más exacta de la grasa subcutánea a través de la determinación de cuatro pliegues subcutáneos (bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco). Esta medición se utiliza frecuentemente en la práctica médica y en la investigación debido a que es una técnica económica y sencilla. Los pliegues cutáneos también son importantes para la obtención del porcentaje de grasa corporal a través de la aplicación de la ecuación de Siri, Durnin y Womersley²⁷.

Dentro del gran universo de fórmulas bi-compartimentales basadas en la medición de pliegues cutáneos, la de Durnin y Womersley de 1974 es una de las más utilizadas debido a que surgió de un universo heterogéneo de personas, lo que quiere decir que se puede aplicar a un gran universo de personas²⁴. Esta fórmula considera la medición de 4 pliegues cutáneos, que por designación de los autores son señalados como pliegues: bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco, según los protocolos de medición elaborados por la ISAK (International Society of the Advancement of Kineanthropometry).

La fórmula de Durnin y Womersley se expresa de la siguiente forma;

Densidad = $1.1765 - 0.0744 \times \log (\text{Bíceps} + \text{Tríceps} + \text{Subescapular} + \text{Supracrestal})$, para varones de 17 a 72 años; mientras que para mujeres de 16 a 68 años es: Densidad = $1.1567 - 0.0717 \times \log (\text{Bíceps} + \text{Tríceps} + \text{Subescapular} + \text{Supracrestal})$ ²⁴.

Absorciometría Dual de Rayos X

La Absorciometría Dual de Rayos X (DEXA) es un método que permite medir 3 compartimentos (masa grasa, masa magra y masa ósea), y que se ha posicionado como estándar de oro comparado contra otros métodos, ya que la hidrodensitometría y pletismografía aunque son métodos más exactos son menos disponibles. Tiene la ventaja de entregar información no solo de masa grasa total, sino que de masa grasa regional. Es un proceso de baja radiación, pero es de alto costo y no acepta sujetos de gran peso (superior a 150 kg.), por lo cual se emplea fundamentalmente en la investigación clínica²⁴.

Métodos eléctricos para la valoración de adiposidad

El método eléctrico más utilizado para la determinación del porcentaje de grasa corporal es la impedancia bioeléctrica o bioimpedancia. Su fundamento biológico se basa en la distinta resistencia de los tejidos corporales al paso de una corriente eléctrica, en función de la cantidad y distribución de agua y electrolitos en los distintos compartimentos

corporales. La corriente sale de los electrodos emisores y se propaga a través de los tejidos corporales hasta volver a los electrodos receptores situados a pocos centímetros de los anteriores. La impedancia es la resistencia de un conductor al flujo de una corriente eléctrica alterna. La resistencia (R) es la medida de la oposición al flujo de corriente a través de las soluciones electrolíticas intra y extracelulares del cuerpo^{24,30}.

Existen diferentes factores que pueden modificar los valores obtenidos con esta técnica como son: el estado hídrico del paciente, la hora de la medición, si se está de pie o sentado y la distancia entre ambas manos al presionar los electrodos, entre otros^{24,30}. Hoy en día y desde la década de los 90 encontramos distintos equipos a la venta para el estudio de la grasa corporal por impedancia y algunos tienen costos accesibles. La frecuencia utilizada en los aparatos de bioimpedancia (conocidos como de frecuencia única) suele ser de 50 kHz; a esa frecuencia el índice de impedancia (H^2/R) está relacionado de manera directa con el agua corporal total, y a partir de la relación del 73% de agua en la fracción corporal libre de grasa se puede calcular la masa grasa. Otros analizadores utilizan un espectro de frecuencias que puede abarcar desde 1 hasta 1350 kHz. A frecuencias de 5 kHz o menores la corriente no atraviesa las membranas celulares y sólo fluye por el agua extracelular. Los aparatos de una sola frecuencia no permiten distinguir la distribución del agua corporal extracelular de la intracelular, aunque la cuantificación del agua corporal total a partir de las medidas de impedancia de frecuencia única es razonablemente exacta^{24,30}.

Estimadores matemáticos de adiposidad

Existen algunos indicadores matemáticos que se han propuesto como marcadores sencillos para la determinación del porcentaje de grasa corporal. El Índice de Adiposidad Corporal (IAC) fue introducido por Bergman et al. y ha mostrado una fuerte correlación³¹. Este indicador tiene buena correlación con la grasa corporal, pero se requieren de otros estudios que lo validen pues las variables antropométricas que utiliza son la circunferencia de cadera y la talla, las cuales según el autor, no son las indicadas para el diagnóstico correcto de la obesidad abdominal pues un individuo que concentre la mayor parte de su exceso de grasa en la zona media abdominal no necesariamente tiene que acumularla en sus caderas, por lo que puede ser valorado como sin obesidad por este índice³¹. En 2013 se publicó el estudio realizado en la Clínica Universidad de Navarra, en el que se evaluó el método del IMC y se observó que proporciona una alta tasa de error en el

diagnóstico de personas con obesidad. Por ello, el equipo de investigadores desarrolló una nueva fórmula llamada CUN-BAE (Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator), que establece la condición de normalidad, sobrepeso u obesidad en función del porcentaje de la grasa corporal de cada individuo de manera más precisa, añadiendo a las variables usadas en el IMC (peso y estatura), la edad y el género de la persona ³². En este estudio se evaluaron 6510 sujetos, entre 18 a 80 años, utilizando la siguiente fórmula : $GC\% = -44.988 + (0.503 \times \text{edad}) + (10.689 \times \text{sexo}) + (3.172 \times \text{IMC}) - (0.026 \times \text{IMC}) + (0.181 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) - (0.02 \times \text{IMC} \times \text{edad}) - (0.005 \times \text{IMC}^2 \times \text{sexo}) + (0.00021 \times \text{IMC}^2 \times \text{edad})$ donde hombre es 0 y mujer 1.

La fórmula matemática es compleja, sin embargo, existe en formato Excel para ser descargada en cualquier dispositivo ³³.

Planteamiento del problema

Desde el año 2005 la OMS reconoció a la obesidad como una epidemia. En México, más del 70% de la población tienen sobrepeso y obesidad de acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016 de medio camino. La obesidad se clasifica utilizando el IMC; sin embargo, en diversos estudios se ha observado que éste índice no diferencia de forma adecuada entre los diferentes componentes corporales, particularmente el porcentaje de grasa corporal. De hecho, el estándar de oro para la evaluación de la MG es la absorciometría de rayos dual de rayos "X" (a excepción de la grasa visceral, en donde la tomografía computada es considerada el método de referencia), cuyas limitantes son el costo del equipo necesario para su realización y su limitada disponibilidad en los diferentes niveles de atención sanitaria. Por esto, algunos índices antropométricos han sido propuestos como una medida indirecta de la MG, como el perímetro de cintura, índice cintura/cadera o índice de cintura/talla, pero su correlación es variable dependiendo de la estatura del paciente, la edad o el origen étnico, por lo que no han sido utilizados de forma universal.

Existen algunos índices de adiposidad que se obtienen de fórmulas matemáticas sencillas y que han tenido buena correlación con la bioimpedancia. Estos índices no han sido validados en la población mexicana.

Justificación

En el año 2013 en España, se desarrolló una fórmula llamada CUN-BAE (Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator), que estima de forma indirecta el porcentaje de grasa corporal y clasifica a los pacientes en: normalidad, sobrepeso u obesidad. La principal ventaja de esta fórmula radica en que incrementa el valor diagnóstico de los índices antropométricos (como el IMC), al ajustarlos por edad y género. Algunos estudios han demostrado una adecuada correlación entre el porcentaje de grasa corporal obtenido mediante esta fórmula con la bioimpedancia y con la plicometría (método ampliamente utilizando por los nutriólogos clínicos y con excelente correlación con absorciometría dual de rayos x y bioimpedancia); sin embargo, esta fórmula no ha sido validada en nuestra población.

En caso de demostrarse que el porcentaje de GC calculado mediante la fórmula CUN-BAE es similar al obtenido mediante el estándar de oro y la plicometría, podría proponerse como una herramienta sencilla y de bajo costo para la estimación de adiposidad en los diferentes niveles de atención sanitaria.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la utilidad de la fórmula CUN-BAE para la cuantificación de adiposidad en la población mexicana?

Hipótesis

La adiposidad cuantificada mediante la fórmula CUN-BAE tendrá una correlación mayor al 80% con la estimada mediante bioimpedancia y plicometría.

Objetivos

a) Objetivo general

- Evaluar la utilidad de la fórmula CUN-BAE para la cuantificación de adiposidad en población mexicana.

b) Objetivos específicos

- Correlacionar el porcentaje de grasa corporal determinado mediante la fórmula de CUN-BAE, con el calculado mediante plicometría y el evaluado mediante bioimpedancia.

- Calcular la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos del grado de adiposidad determinado con la fórmula de CUN-BAE en comparación con el estándar de oro y con el obtenido con plicometría.
- Evaluar la relación entre IMC, plicometría y CUN-BAE para el diagnóstico de obesidad.
- Comparar los índices antropométricos y la frecuencia de comorbilidades de los participantes divididos por grados de peso de acuerdo al IMC: normal, sobrepeso, obesidad grado I y grado II.

Pacientes, material y métodos

Tipo de estudio: observacional, analítico, transversal.

Población de estudio:

- **Universo de estudio:** Personal del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional “Siglo XXI”.
- **Periodo de estudio:** de Noviembre del 2017 a Agosto de 2018.
- **Lugar de estudio:** Ciudad de México.

Diseño del estudio:

- 1) Se invitó a los trabajadores del Hospital de Especialidades a participar en el estudio mediante la publicación de carteles que se colocaron en las áreas comunes de uso exclusivo para el personal (checadores, comedor, parte posterior de las consultas externas). Los carteles no especificaron los criterios de selección, el único requisito solicitado fue presentar la credencial interna del Hospital. Los participantes fueron invitados a acudir al área de consulta externa de Endocrinología los días viernes de cada mes.
- 2) Una vez que los pacientes acudieron a valoración, se le entregó una carta de consentimiento informado (Anexo 1) y una vez firmado se anotó en una hoja de recolección de datos su edad, sexo, presencia de comorbilidades y tipo de tratamiento utilizado para cada una de ellas (Anexo 2).
- 3) Los investigadores a cargo del proyecto, evaluaron y registraron las variables antropométricas de cada participante (Anexo 2).

- 4) Se determinó de forma cuantitativa la adiposidad por método de bioimpedancia con los instrumentos OMRON, modelo HBF-306INT y modelo HBF-514c, así como con la fórmula CUN-BAE y plicometría.
- 5) Se identificó aquellos pacientes con obesidad, utilizando los criterios de la OMS y la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (criterios consenso, Anexo 4).
- 6) Los pacientes con sobrepeso y obesidad grado I, II o III, recibieron consejería nutricional y se les dio recomendaciones sobre actividad física. No se realizaron modificaciones del tratamiento médico y los participantes fueron advertidos (incluso en el consentimiento informado) de que solo recibirían una valoración única.
- 7) Una vez obtenidos los datos, fueron analizados conforme lo estipulado en la sección de análisis estadístico.

Criterios de inclusión

1. Edad mayor de 18 años.
2. Personal del Hospital de Especialidades CMN siglo XXI que se identifique mediante credencial interna.

Criterios de no inclusión

1. Pacientes con más de 150 kg de peso corporal.
2. Pacientes que no firmen la carta de consentimiento informado.

Criterios de eliminación

1. Pacientes con insuficiencia cardíaca NYHA III o superior.
2. Pacientes con enfermedad renal crónica KDIGO 4 o superior.
3. Pacientes con Insuficiencia hepática CHILD B o superior.
4. Pacientes embarazadas.

Tamaño de la muestra:

Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos de los participantes registrados en el periodo de tiempo establecido.

Análisis estadístico:

Se describió las variables cuantitativas utilizando medidas de tendencia central y dispersión de acuerdo a las distribuciones de los datos. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias y porcentajes. Para las comparaciones entre los grupos de acuerdo a su IMC se utilizó la prueba de ANOVA y para las variables cualitativas prueba exacta de Fisher o chi cuadrada. Además, se buscó correlación entre el porcentaje de grasa obtenido por los tres métodos mediante prueba de Pearson. Por medio de una tabla de 2x2 se calculó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y negativos para la clasificación de los pacientes como peso normal, sobrepeso y obesidad, comparando la fórmula CUN-BAE con la bioimpedancia y la fórmula de Durinin y Womersley y como estándar de oro. Se utilizó una $p < 0.05$ para establecer significancia estadística. Para el análisis de los datos utilizamos el paquete estadístico SPSS versión 21.0.

Definición de variables

Nombre de la variable	Tipo de variable	Escala de medición	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de medición
VARIABLES DEMOGRÁFICAS					
Edad	Cuantitativa continua	Razón	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento actual	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el registro del paciente	Años
Sexo	Cualitativa dicotómica	Nominal	Taxón que agrupa a especies que comparten ciertos caracteres	Sexo consignado en la hoja de registro	0 = mujer 1 = hombre
Peso	Cuantitativa Continua	Razón	Fuerza con la que la Tierra atrae un cuerpo	Cuantificación total en kilogramos registrado por la misma persona en la misma báscula calibrada durante las evaluaciones en consulta	Kilogramo (kg)
Talla	Cuantitativa Continua	Razón	Longitud de una persona medida de los pies a la cabeza	Altura registrada utilizando el mismo estadiómetro para todos los pacientes, en la primera evaluación y	Metros (m)

				registrado en la hoja correspondiente	
Índice de masa corporal	Cuantitativa continua	Razón	Medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo	Relación del peso en Kg con el cuadrado de talla en metros, registrado durante las consultas	Kg/m²
Perímetro de cintura	Cuantitativa Continua	Razón	Medida del punto medio entre la última costilla falsa y la línea imaginaria entre las apófisis espinosas anterosuperiores	Perímetro consignado en la hoja de registro, utilizando la misma cinta flexible, durante la evaluación en la consulta	Centímetros (cm)
Perímetro de cadera	Cuantitativa continua	Razón	Medida del perímetro abdominal tomando como referencia las espinas ilíacas anterosuperiores	Perímetro consignado en la hoja de registro, utilizando la misma cinta flexible, durante la evaluación en la consulta	Centímetros cm
Índice Cintura/ Cadera (ICC)	Cuantitativa continua	Razón	Resultado de la relación (división) entre ambos perímetros, cintura y cadera	Valores superiores a 1 en el hombre y 0.9 en la mujer se correlacionan de forma directa con un elevado riesgo de padecer algún acontecimiento cardiovascular	Centímetros (cm)
Índice Cintura- Estatura (ICE)	Cualitativa continua	Razón	Resultado de la relación (división) entre ambas medidas, cintura y estatura	Valores superiores a .5 se han vinculado con riesgo de SM	Centímetros (cm)
Diabetes Mellitus tipo 2	Cualitativa dicotómica	Nominal	Enfermedad multifactorial caracterizada por una menor sensibilidad y/o secreción de insulina, e hiperglucemia crónica	Diagnostico establecido criterios ADA, Glucosa mayor en ayuno 160 mg/dl, postprandial 2 horas 75 gr de glucosa mayor a 200 mg/dl Hemoglobina glucosilada mayor a 6.5% Glucosa mayor 200 mg/dl	0 = no 1 = si

				con síntomas propios	
Hipertensión arterial sistémica	Cualitativa dicotómica	Nominal	La Hipertensión arterial es un aumento de la resistencia vascular debido a vasoconstricción arteriolar e hipertrofia de la pared vascular que conduce a elevación de la presión arterial sistémica $\geq 140/90$ mmHg.	Hipertensión grado 1 (presión sistólica 140-159 mmHg, presión diastólica 90-99 mmHg), 2). Hipertensión grado 2 (presión sistólica 160-179 mmHg, presión diastólica 100-109 mmHg), 3). Hipertensión grado 3 (presión sistólica ≥ 180 mmHg, presión diastólica ≥ 110 mmHg).	0 = no 1 = si
Dislipidemia	Cualitativa dicotómica	Nominal	Condiciones patológicas cuyo único elemento común es una alteración del metabolismo de los lípidos, con su consecuente alteración de las concentraciones de lípidos y lipoproteínas séricas	Hipercolesterolemia, colesterol mayor a 200 mg/dl Hipertrigliceridemia, triglicéridos mayores a 150 mg/dl Dislipidemia mixta Presencia de las dos anteriores	0 = no 1 = si
Otras enfermedades	Cualitativa dicotómica	Nominal	Cualquier otra condición patológica que condicione pérdida o alteración en la salud	Presencia de Insuficiencia hepática, Enfermedad renal crónica, Insuficiencia Cardíaca	0 = no 1 = si
Adiposidad	Cuantitativa continua	Razón	Medición indirecta por método de bioimpedancia, plicometría por medio de la fórmula de Durnin y Womersley la fórmula matemática CUN BAE	Grado de masa magra, definiendo obesidad en hombres un porcentaje mayor de 25% y en mujeres un porcentaje mayor de 33%	Porcentaje

Consideraciones éticas:

- **Riesgo de la investigación:** Según la Ley general de Salud en materia de la investigación para la salud el presente estudio no confirió un riesgo a los participantes (Artículo 17).
- **Contribuciones y beneficios del estudio para los participantes y la sociedad en su conjunto:** Los pacientes no se beneficiaron de forma directa; sin embargo, aquellos que fueron identificados con sobrepeso o algún grado de obesidad, recibieron consejería dietética personalizada y recomendaciones sobre actividad física.
- **Confidencialidad:** Se otorgó la seguridad al participante de que no se identificaron sus datos personales y se mantuvo la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad (Artículo 21 Fracción VIII de la Ley General de Salud).
- **Condiciones en las que se solicitará consentimiento informado:** La carta de consentimiento informado se solicitó previo a la inclusión del participante al estudio, durante su valoración en el área de consulta externa. Se solicitó por el investigador principal y colaboradores. El participante tuvo la libertad de negar su consentimiento en cualquier momento de la investigación (Artículo 21, Fracciones I-VII de la Ley General de Salud).
- **Forma de selección de participante:** Se incluyó al personal que cumplió con los criterios de selección y autorizó su inclusión al estudio mediante la carta de consentimiento informado.

Financiamiento

La institución contó con los recursos humanos, materiales y logísticos para llevar a cabo el proyecto.

Resultados

Se realizó, previo consentimiento informado, el llenado del cuestionario para la obtención de los antecedentes de importancia, antropometría y cálculo de adiposidad por impedancia y plicometría a 106 trabajadores del Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social, en la ciudad de México.

El 70% eran mujeres y el 30% eran hombres, con una mediana de edad de 32 años, promedio de peso de 71.8 kg y una altura 1.61 m, con promedio de IMC de 26.6 kg/m², con un promedio de perímetro de cintura para la población total de 85.8 cm e índice cintura/cadera de 0.84 cm. La mayoría de los participantes eran solteros (60%), con ocupación médicos residentes (48%) y con antecedentes heredofamiliares de obesidad en el 49%, DT2 en 41%, HAS en el 45% y cáncer (de cualquier tipo) en el 14% (Tabla 1).

Dentro los antecedentes personales no patológicos, hasta el 69% (n = 73) de los encuestados presentaban algún grado de etilismo y 22% (n = 23) tenía tabaquismo. La mayoría realizaba algún tipo de actividad física (solo el 21% eran sedentarios) y 39% percibía que consumía una dieta hipercalórica (Tabla 1). El 23% de las mujeres participantes (n = 18) tenía antecedente de alteraciones menstruales, 50% (n = 22) tenían antecedente de embarazo (34% un solo embarazo y 16% más de un embarazo) y el 5% tenía antecedente de productos macrosómicos. El 14% (n = 15) se encontraban en menopausia.

Respecto a los antecedentes personales patológicos, el 9% (n = 10) tenían HAS, 6% (n = 5) tenían DT2, 6% (n = 6) tenían dislipidemias y 12% (n = 13) tenía hipotiroidismo, solo el 12% se refería con obesidad o sobrepeso. Durante la antropometría y determinación de signos vitales se detectó a 5 personas (5%) con TAS superior a 140 mm/Hg y/o TAD mayor a 90 mm/Hg, no se encontró alguna otra alteración en las constantes vitales.

Al clasificar el grado de obesidad por IMC se encontró que el 32% tenían un peso normal, el 43% tenían sobrepeso, 15% obesidad grado 1, 9% obesidad grado 2 y 1% obesidad grado 3; al determinar la grasa corporal por plicometría se obtuvo una mediana del 33.3%, por impedancia modelo HBF-306 del 32.24% y por báscula de impedancia modelo HBF-514c del 39.2% y al calcular la adiposidad por fórmula CUN-BAE se obtuvo una media de 34.22% (Tabla 1).

Tabla 1. Características basales de los pacientes

Característica (n = 106)	Valor
Sexo, n (%)	
Femenino	74 (69.8)
Masculino	32 (30.2)
Edad, años (mediana, RI)	32 (27 – 42)
Peso, kg (media ± DE)	71.8 ± 12.3
Talla, m (media ± DE)	1.61 ± 0.10
IMC, kg/m ² (mediana, RI)	26.8 (24.3 – 29.9)
Perímetro de cintura, cm (media ± DE)	85.8 ± 10.6
Mujeres	84.5 ± 10.6
Hombres	88.6 ± 10
Índice cintura/cadera (mediana, RI)	0.84 (0.77 – 0.90)
Mujeres	0.82 (0.75 – 0.88)
Hombres	0.88 (0.84 – 0.91)
Índice cintura/estatura (media ± DE)	0.53 ± 0.07
Estado civil, n(%)	
Soltero	64 (60)
Casado	34 (32)
Unión libre	6 (6)
Divorciado	2 (2)
Lugar de origen, n(%)	
CDMX	57 (54)
Otros	49 (46)
Ocupación, n(%)	
Médico (residente/adscrito)	51 (48)
Enfermería	29 (27)
Laboratorio	13 (12)
Asistente médico	6 (6)
Secretariado	1 (1)
Servicios básicos	2 (2)
Trabajadores sociales	2 (2)
Administrativo	2 (2)
Antecedentes heredofamiliares, n(%)	
Obesidad	52 (49)
DT2	43 (41)
HAS	48 (45)
Cáncer	15 (14)
Hipotiroidismo primario	12 (12)
Dislipidemias	8 (8)
Cardiopatía isquémica	6 (6)
Otras cardiopatías	4 (4)
Neumopatía	4 (4)
Hepatopatía	4 (4)
Nefropatía	2 (2)
EVC	2 (2)

Actividad física, n(%)	
Sedentario	22 (21)
Leve	59 (56)
Moderado	24 (23)
Intenso	1 (1)
Percepción de tipo de dieta, n(%)	
Hipocalórica	2 (2)
Normocalórica	63(59)
Hiperocalórica	41 (39)
Sobrepeso/Obesidad, n(%)* percibido por el participante	13 (12)
Obesidad/sobrepeso por IMC, n(%)	72 (68)
Obesidad, n(%)	26 (25)
% GC por plicometría (mediana, RI)	33.35 (24.57 – 38.07)
% GC con impedanciómetro (media ± DE)	32.24 ± 8.86
% GC por báscula de bioimpedancia (mediana, RI)	39.2 (30.17 – 45.05)
% GC por CUN-BAE (media ± DE)	34.22 ± 9.47

Donde RI: rangos intercuartílicos, DE: desviación estándar, DT2: diabetes mellitus tipo 2, HAS: hipertensión arterial sistémica, EVC: enfermedad vascular cerebral, GC: grasa corporal, CUN-BAE: Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator

Del total de pacientes con sobrepeso el 63% eran mujeres y 37% eran hombres, mientras que del total de pacientes con obesidad el 89% eran mujeres y 12% hombres; con un peso promedio de los pacientes con sobrepeso de 73.1 ± 9.5 kg y de los pacientes con obesidad de 82.9 ± 10.7 kg. Las mujeres con sobrepeso tenían un perímetro de cintura de 83.7 ± 6.4 cm, mientras que los hombres tenían 92.1 ± 5.4 cm. Las mujeres con obesidad tenían un perímetro de cintura de 95.6 ± 7.1 cm y los hombres de 105.9 ± 8.8 cm. Al obtener la relación cintura/cadera se encontró que las mujeres con sobrepeso tenían un índice de 0.82 (0.75 – 0.88), mientras que los hombres tenían 0.88 (0.80 – 0.88) y al calcular el índice de cintura/estatura se encontró un promedio de 0.53 ± 0.03 para sobrepeso y 0.62 ± 0.05 para obesidad.

Se observó que los pacientes con obesidad eran mayores en comparación con los sujetos con peso normal y tenían una estatura menor (Tabla 2). Aunque los signos vitales no se encontraron fuera del rango de normalidad, se observó que los pacientes con obesidad tenían una mayor frecuencia cardíaca [76 (70 – 78 lpm) vs. 70 (68 – 74) lpm, $p < 0.001$] y respiratoria [16 (16 – 18) rpm vs. 16 (14 - 16) rpm] en comparación con los pacientes con peso normal. Además, se observaron diferencias significativas con respecto al lugar de origen (la mayor parte de los sujetos con obesidad eran de la CDMX) y la ocupación,

siendo más prevalente el sobrepeso en la población de residentes y más prevalente la obesidad en la población de enfermería (Tabla 2). Respecto al tabaquismo, se evidenció un incremento de su frecuencia en los participantes con obesidad. En cuanto al grado de actividad física se observó que el 42% de los participantes con obesidad eran sedentarios, en comparación con el 12% de los participantes en normopeso ($p = 0.012$). En cuanto a los antecedentes personales patológicos, se observó que los pacientes con obesidad tenían prevalencias más altas de hipertensión y dislipidemia.

No hubo diferencias significativas entre los grupos de sobrepeso/ obesidad y peso normal en la prevalencia de antecedentes heredofamiliares, el estado civil, la prevalencia de hipotiroidismo o menopausia y la percepción de la dieta. En las mujeres no hubo diferencias en el antecedente de alteraciones menstruales comparando los grupos; sin embargo, sí se observó mayor número de mujeres que tuvieron antecedentes de productos macrosómicos (Tabla 2).

Tabla 2. Características de la población de acuerdo a su clasificación por IMC.

Característica	Peso normal	Sobrepeso	Obesidad	p
Sexo, n (%)				NS
Femenino	22 (65)	29 (63)	23 (89)	
Masculino	12 (35)	17 (37)	3 (12)	
Edad, años (mediana, RI)	28 (27 – 31)	31 (27 – 42)	40 (36 – 50)	<0.001
Peso, kg (media \pm DE)	61.5 \pm 8.3	73.1 \pm 9.5	82.9 \pm 10.7	<0.001
Talla, m (media \pm DE)	1.63 \pm 0.10	1.63 \pm 0.10	1.56 \pm 0.08	0.007
Mujeres	1.57 \pm 0.06	1.57 \pm 0.06	1.54 \pm 0.06	NS
Hombres	1.73 \pm 0.08	1.73 \pm 0.05	1.74 \pm 0.04	NS
IMC, kg/m ² (mediana, RI)	23.7 (22.1 – 24.3)	27.5 (26 – 28.8)	33 (31.5 – 37.8)	<0.001
Perímetro de cintura, cm (media \pm DE)	75.9 \pm 6.4	86.9 \pm 7.3	96.8 \pm 7.93	<0.001
Mujeres	73.9 \pm 5.9	83.7 \pm 6.4	95.6 \pm 7.1	
Hombres	79.4 \pm 5.8	92.1 \pm 5.4	105.9 \pm 8.8	
Índice cintura/cadera (mediana, RI)	0.80 (0.75 – 0.85)	0.86 (0.78 – 0.89)	0.87 (0.79 – 0.95)	NS
Mujeres	0.76 (0.73 – 0.84)	0.82 (0.75 – 0.88)	0.87 (0.79 – 0.93)	NS
Hombres	0.85 (0.80 – 0.88)	0.88 (0.80 – 0.88)	0.98 (0.92 – 0.98)	NS
Índice cintura/estatura (media \pm DE)	0.46 \pm 0.04	0.53 \pm 0.03	0.62 \pm 0.05	<0.001
Estado civil, n(%)				NS

Casado	7 (21)	15 (33)	12 (46)	
Soltero	26 (77)	27 (59)	11 (42)	
Unión libre	1 (3)	4 (9)	1 (4)	
Divorciado	0	0	2 (8)	
Lugar de origen, n(%)				<0.001
CDMX	9 (27)	26 (57)	22 (85)	
Otros	25 (74)	20 (44)	4 (15)	
Ocupación, n(%)				<0.001
Médico	27 (79)	24 (52)	0	
(residente/adscrito)				
Enfermería	4 (12)	12 (26)	13 (50)	
Laboratorio	2 (6)	5 (11)	6 (23)	
Secretariado	1 (3)	0	0	
Servicios básicos	0	1 (2)	1 (4)	
Asistente médico	0	3 (7)	3 (12)	
Trabajadores sociales	0	0	2 (8)	
Administrativo	0	1 (2)	1 (4)	
Tabaquismo, n(%)	3 (9)	9 (20)	11 (42)	0.006
Alcoholismo, n(%)	22 (65)	31 (67)	20 (77)	NS
Actividad física, n(%)				0.012
Sedentario	4 (12)	7 (15)	11 (42)	
Leve	21 (62)	26 (57)	12 (46)	
Moderada	9 (27)	12 (26)	3 (12)	
Intensa	0	1 (2)	0	
Percepción de tipo de dieta, n(%)				NS
Hipocalórica	0	0	2 (8)	
Normocalórica	21 (62)	30 (65)	12 (46)	
Hipercaleórica	13 (38)	16 (35)	12 (46)	
Menarca normal, n(%)	12 (35)	27 (59)	3 (12)	0.03
Alteraciones menstruales, n(%)	4 (12)	5 (11)	9 (35)	NS
Número de embarazos, n(%)				0.009
Ninguno	3 (9)	9 (20)	9 (35)	
1	3 (9)	7 (15)	5 (19)	
>1	1 (3)	3 (6)	3 (12)	
Antecedente de productos macrosómicos, n(%)	1 (3)	2 (4)	2 (8)	0.006
Menopausia, n(%)	2 (6)	6 (13)	7 (27)	NS
DT2, n(%)	1 (3)	2 (4)	3 (12)	NS
HAS, n(%)	1 (3)	3 (7)	6 (23)	0.020
Dislipidemia, n(%)	1 (3)	1 (2)	4 (15)	0.047
Hipotiroidismo, n(%)	2 (6)	6 (13)	6 (23)	NS
% GC por plicometría (mediana, RI)	28.8 (20.35 – 33)	33.8 (23.77 – 37.27)	39.85 (36.37 – 41.65)	<0.001
% GC con impedanciómetro	25.85 ± 7.53	32.25 ± 7.21	40.61 ± 5.69	<0.001

(media ± DE)				
% GC por báscula de bioimpedancia (mediana, RI)	26.3 (18.9 – 32.42)	39.45 (30.87 – 43.62)	48.8 (45.1 – 51.32)	0.032
% GC por CUN-BAE (media ± DE)	26.73 ± 7.06	33.67 ± 6.98	44.98 ± 5.07	<0.001

Donde NS: no significativo, RI: rangos intercuartílicos, DE: desviación estándar, DT2: diabetes mellitus tipo 2, HAS: hipertensión arterial sistémica, EVC: enfermedad vascular cerebral, GC: grasa corporal, CUN-BAE: Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator

En la tabla 3 se observa que la plicometría (tomada como estándar de oro) correlacionó significativamente con todos los métodos utilizados para la determinación del porcentaje de grasa corporal; siendo la determinación por fórmula de CUN-BAE la que tuvo mejor correlación (0.928) y la determinación mediante báscula con impedancia la de menor correlación. La correlación estadísticamente significativa se mantuvo independientemente de la clasificación por IMC.

Tabla 3. Análisis de correlación entre las diferentes técnicas utilizadas para la determinación de grasa corporal.

Correlación (ρ)	Población general	Normal*	Sobrepeso*	Obesidad*
Plicometría vs. impedanciómetro	□□□□□□ □p□□□□□□□□	0.852 (p<0.001)	0.866 (p<0.001)	0.809 (p<0.001)
Plicometría vs. báscula	0.205 (p=0.035)	0.913 (p<0.001)	0.827 (p<0.001)	0.735 (p<0.001)
Plicometría vs. CUN-BAE	0.905 (p<0.001)	0.877 (p<0.001)	0.912 (p<0.001)	0.833 (p<0.001)
Impedanciómetro vs. CUN-BAE	0.928 (p<0.001)	0.905 (<0.001)	0.859 (<0.001)	0.922 (<0.001)

Se muestran los coeficientes de correlación (rho) de Pearson. * Clasificado de acuerdo a su IMC; CUN-BAE: Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator

En la tabla 4 se observan la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo de las diferentes técnicas utilizadas para determinar el aumento en la grasa corporal, comparadas con la plicometría como estándar de oro.

Se observa que al utilizar el impedanciómetro obtenemos una buena capacidad para la clasificación de pacientes con adiposidad incrementada al igual que con la fórmula CUN-BAE; mientras que la báscula de bioimpedancia tiene baja especificidad.

Tabla 4. Utilidad de las diferentes técnicas para determinar el aumento en la grasa corporal total

Técnica	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
Impedanciómetro (HBF- 306INT)	81%	73%	81%	73%
Báscula de bioimpedancia (HBF – 514C)	100%	36%	69%	100%
Fórmula de CUN-BAE	92%	68%	80%	86%

Donde VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, CUN-BAE: Clínica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator

Además, se realizó un análisis de regresión logística para evaluar la influencia de ciertas variables en la determinación de grasa corporal (Tabla 5).

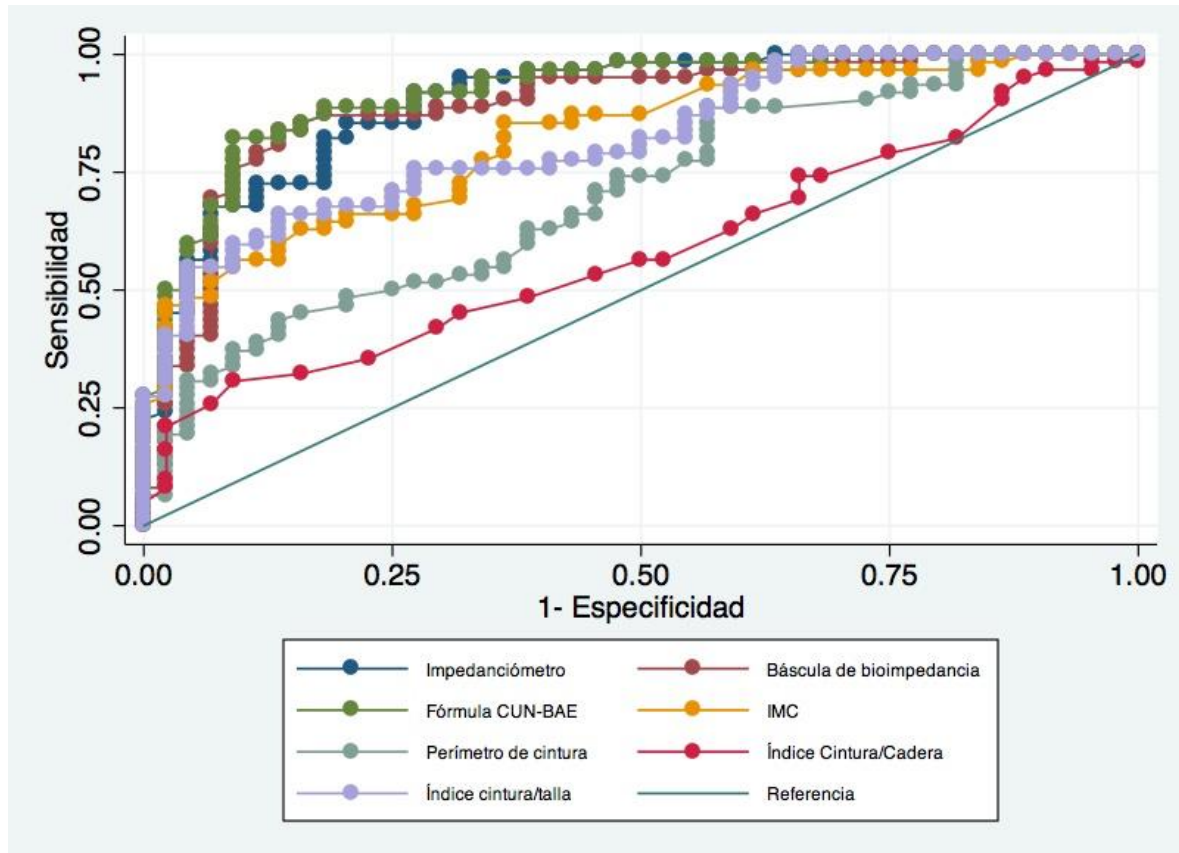
Tabla 5. Factores que influyen en la determinación de grasa corporal, por método de determinación

Técnica	Factor	Coefficiente β	p
Plicometría	Edad	0.264	0.001
	Género	10.127	<0.001
	Lugar de origen	-2.53	0.006
	Ocupación	0.590	0.033
	Actividad física	-1.332	0.019
	IMC	0.942	<0.001
	Grado de obesidad	5.684	<0.001
Impedanciómetro (HBF-306INT)	Edad	0.300	<0.001
	Género	7.038	<0.001
	Lugar de origen	-2.871	0.011
	Actividad física	-1.501	0.031
	IMC	1.217	<0.001
	Grado de obesidad	7.325	<0.001
Báscula de bioimpedancia (HBF – 514C)	Género	9.586	<0.001
	Lugar de origen	-3.731	0.010
	Actividad física	-2.070	0.020
	IMC	1.392	<0.001
	Grado de obesidad	8.326	<0.001
Fórmula de CUN-BAE	Lugar de origen	-3.890	0.030
	Ocupación	0.796	0.042

Como se muestra en la tabla 5, la actividad física y el lugar de origen tenían coeficientes de regresión negativos en la plicometría; al igual que el impedanciómetro o báscula de bioimpedancia, en quienes además influía el género, IMC y grado de obesidad; mientras

que no se observó la influencia de estas variables en la fórmula CUN-BAE. La determinación de adiposidad mediante dicha fórmula, únicamente se vio influida por el lugar de origen y la ocupación.

En la figura 1 se observa las curvas de ROC creadas para detectar incremento en adiposidad (definido mediante el estándar de oro de plicometría), utilizando las diferentes técnicas de determinación.



Se obtuvo como resultados para las AUC con IC del 95%:

- a) Impedanciómetro (modelo HBF-306INT): 0.9008 (0.84193 – 0.95976)
- b) Báscula de bioimpedancia (modelo HBF-514C): 0.8893 (0.82196 – 0.95663)
- c) CUN-BAE: 0.9172 (0.86352 – 0.97079)
- d) IMC: 0.82 (0.74180 – 0.89823)
- e) Perímetro de cintura: 0.7003 (0.60047 – 0.80019)
- f) Índice cintura/cadera: 0.5849 (0.47646 – 0.69326)
- g) índice cintura/talla: 0.8182 (0.73990 – 0.89647)

Al comparar las curvas ROC se encontró que para la determinación de GC por impedanciómetro vs. báscula de bioimpedancia y la fórmula de CUN-BAE, no hubo diferencias significativas; sin embargo al comparar el impedanciómetro y la fórmula de CUN-BAE vs. el IMC se encontró una $p = 0.005$ y $p = 0.04$. No hubo diferencias significativas con la báscula de bioimpedancia (modelo HBF-514C). Se observó que eran mejores los métodos por impedancia y fórmula CUN-BAE en comparación con el perímetro de la cintura ($p < 0.001$ para ambos), índice cintura/cadera ($p < 0.001$ para ambos) e índice cintura talla ($p = 0.04$ y $p = 0.01$, respectivamente). La báscula de bioimpedancia fue mejor que el perímetro de cintura ($p = 0.002$) y el índice cintura/cadera ($p < 0.001$), pero no se observaron diferencias vs. el índice cintura/talla.

Discusión

La obesidad representa una patología compleja, no solo desde el punto de vista etiopatológico, si no por sus repercusiones clínicas, psicológicas y sociales. Desde el año 2005 la OMS reconoció a la obesidad como una epidemia en salud¹. En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de Medio Camino 2016, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en adultos mayores de 20 años es del 72.5%⁷. Estas cifras concuerdan con las obtenidas en este trabajo, donde el 68% de los participantes presentaba algún grado de sobrepeso/obesidad de acuerdo con el IMC, siendo la prevalencia en mujeres del 61.52% y en hombres del 62.5%. Si bien no se determinaron alteraciones genéticas conocidas predisponentes para desarrollar obesidad; se encontró que hasta en 49% de los participantes existía antecedente familiar de obesidad.

En nuestro medio, es difícil el acceso a herramientas diagnósticas como la absorciometría dual de rayos "x" (DEXA), la cual se considera el estándar de oro para cuantificación de la grasa corporal total (ya que la tomografía se considera el estándar de oro para la determinación de adiposidad visceral) e incluso métodos que se basan en la bioimpedancia. En este protocolo utilizamos la plicometría como referente para la medición de grasa corporal, técnica ampliamente utilizada por los nutriólogos clínicos, ya que no contamos con técnicas de imagen como DEXA.

Al utilizar la definición de obesidad por IMC se observó que las ocupaciones con mayor prevalencia de obesidad eran: personal de enfermería con 50%, personal de laboratorio con 23% y asistentes médicos con 12%; ningún médico tuvo obesidad cuantificada por este método. Sin embargo, al utilizar la plicometría se detectó que el 28% del personal de enfermería tenía incremento en la adiposidad, 13% del personal de laboratorio y 10% de personal médico. Al utilizar plicometría 40% de los participantes tienen obesidad (incremento de la adiposidad), con impedancia modelo HBF-306INT el 39%, con báscula modelo HBF-514C el 29% y con fórmula CUN-BAE el 37%, en comparación con solo el 25% al utilizar el IMC. Esta observación concuerda con otras publicaciones donde se menciona que el IMC no informa de la distribución de la grasa corporal, ya que no diferencia entre masa magra (MM) y masa grasa (MG) y es un mal indicador en sujetos de baja estatura, edad avanzada, mayor masa muscular y en mujeres gestantes²⁴⁻²⁶. De hecho, desde el año 2016, la *American Association of Clinical Endocrinologist* (AACE) y el American College of Endocrinologist (ACE) proponen el término de “enfermedad crónica basada en la adiposidad” en lugar de obesidad, por las implicaciones etiopatogénicas, clínicas e incluso sociales que representa⁶.

Existe evidencia de la utilidad de la fórmula CUN-BAE como predictor de hipertensión y diabetes mellitus. En el estudio publicado por Vicente Martín y cols., en donde se evaluaron 3888 pacientes, se determinó que el estimador CUN BAE, tiene mejor capacidad para predecir obesidad y DT2, en comparación con el IMC³⁴. Sin embargo, en el estudio de Leticia Gámez-Sánchez y cols. no se observó una buena correlación entre la determinación de adiposidad (por métodos como IMC, CUN-BAE, índice cintura-talla), con la rigidez arterial, determinada mediante métodos indirectos como el índice vascular cardio-tobillo y la velocidad de onda braquial-tobillo³⁵. Por otra parte, en el trabajo publicado por Dávila-Batista y cols. se encontró que la fórmula CUN-BAE tenía mayor capacidad para predecir síndrome metabólico e hipertensión arterial que otros métodos como el IMC y el perímetro de cintura; sin embargo, no tuvo buena asociación para DT2³⁶.

En el estudio con más tiempo de seguimiento, realizado por Vinknes y cols., que incluyó 6796 pacientes con 6 años de seguimiento, se encontró que al utilizar la fórmula CUN-

BAE, existe una mayor capacidad para predecir DT2 y eventos cardiovasculares comparado con el IMC³⁷.

En nuestro estudio los mejores métodos para la determinación de grasa corporal fueron la fórmula CUN-BAE y el impedanciómetro, existiendo una buena correlación con el índice cintura-estatura. Ya en nuestro país existe un trabajo publicado por Ferreira y cols., en donde encontró que un punto de corte de dicho índice de 0.52 cm tenía una sensibilidad del 70% y especificidad del 68% para la detección de síndrome metabólico en pacientes con diabetes mellitus tipo 1, teniendo mayor especificidad y porcentaje de pacientes correctamente clasificados que el IMC y el perímetro de cintura³⁸.

Es de importancia las posibles repercusiones que tienen algunos factores como la realización o no de actividad física, edad, género e incluso el lugar de origen, al momento de cuantificar la adiposidad por los distintos métodos. En nuestro estudio observamos que dichos factores influyen en la determinación de adiposidad por plicometría; sin embargo, no existe un factor de corrección para las fórmulas establecidas para dicha técnica. Además, es lógico que al realizar actividad física y sobre todo de tipo anaeróbico, se modifique la composición corporal, influyendo en los resultados de los distintos métodos, situación que no ocurrió al utilizar la fórmula de CUN-BAE. Al utilizar dicha fórmula, observamos que únicamente el lugar de origen y la ocupación influyeron en su determinación; por lo que sugerimos que este estudio debe replicarse en población fuera del ámbito hospitalario y en diferentes estados de la República Mexicana.

Respecto a las comorbilidades, en la ENSANUT 2016 se reportó una prevalencia del 12.4% para DT2 y del 25.5% para HAS⁷, en nuestra población de estudio se encontró una prevalencia del 6% para DM2 y del 9% para HAS, aunque la mediana de edad de los participantes en nuestro trabajo fue de 32 años; sin embargo al analizar el comportamiento por edades en la ENSANUT se observa que la prevalencia de DT2 en población de 30 a 39 años y de 40 a 49 años fue de 2.1% y 8.7% respectivamente, y para HAS, la prevalencia de los 30 a los 39 años y de los 40 a 49 años fue de 7.6% y 13.6% respectivamente. Por lo anterior, parece que no existen diferencias importantes con lo observado en nuestro estudio.

Conclusión

- La obesidad como expresión de distintos factores etiopatogénicos, tiene un origen en las características metabólicas del adipocito, y es por eso, por lo que en la última década, el término de adiposidad ejemplifica de mejor forma este proceso fisiopatológico.
- El índice de masa corporal, sigue siendo una herramienta para el diagnóstico de obesidad; sin embargo, tiene limitaciones importantes al no diferenciar los distintos compartimientos corporales.
- Existen distintas fórmulas matemáticas para estimar la adiposidad corporal, en nuestro estudio, la que ofrece mejores resultados es la fórmula desarrollada por la Universidad de Navarra en 2013. Al comparar los distintos métodos para establecer el diagnóstico de obesidad y adiposidad, encontramos que la plicometría sigue siendo un método útil, de bajo costo y accesible para estimar la adiposidad corporal. Así mismo, encontramos una buena correlación de esta técnica con la fórmula CUN-BAE y el impedanciómetro modelo Omron HBF-306INF; sin diferencias significativas con el índice cintura/estatura desarrollado en 2003. Sin embargo, al momento de definir qué participantes tenían riesgo cardiovascular incrementado, de acuerdo con la presencia de obesidad, o el incremento de la grasa corporal, el IMC fue menos útil para detectar a aquellos pacientes con adiposidad incrementada.
- En nuestro estudio el uso de la plicometría y la fórmula CUN-BAE, representan dos métodos accesibles para la determinación de adiposidad. Debido a que el incremento en la adiposidad conlleva al desarrollo de complicaciones cardiovasculares, consideramos que su diagnóstico oportuno puede llevar a su prevención mediante estrategias higiénico dietéticas, con beneficio clínico real. Consideramos que nuestro trabajo debe ser replicado en la población general, de diferentes estados de la República, con el fin de regionalizar y al final unificar criterios para la correcta clasificación y diagnóstico de nuestros pacientes.

Referencias

1. WHO. Global status report on noncommunicable diseases 2014. World Health. 2014;176. doi:ISBN 9789241564854.
2. González-Muniesa P, Martínez-González M-A, Hu FB, et al. Obesity. Nat Rev Dis Prim. 2017;3:17034. doi:10.1038/nrdp.2017.34.
3. Secretaría de Salud. Prevención, Diagnóstico y Tratamiento del Sobrepeso y la Obesidad Exógena. Guías Práctica Clínica, Actual 2012. 2012:2-82. www.cenetec.salud.gob.mx/interior/gpc.htm.
4. World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva World Heal Organ. 2006;(311):3.
5. Lecube A, Monereo S, Rubio MÁ, et al. Prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad. Posicionamiento de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad de 2016. Endocrinol y Nutr. 2016;(xx):1-8. doi:10.1016/j.endonu.2016.07.002.
6. Mechanick JI, Hurley DL, Garvey WT. Adiposity-Based Chronic Disease As a New Diagnostic Term: the American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology Position Statement. Endocr Pract. 2017;23(3):372-378. doi:10.4158/EP161688.PS.
7. Narro J, Secretario R, Salud D, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. 2016;2016:151. <http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/encuestas/resultados/ENSANUT.pdf>.
8. Herrera BM, Keildson S, Lindgren CM. Genetics and epigenetics of obesity. Maturitas. 2011;69(1):41-49. doi:10.1016/j.maturitas.2011.02.018.
9. González Jiménez E. Obesidad: Análisis etiopatogénico y fisiopatológico. Endocrinol y Nutr. 2013;60(1):17-24. doi:10.1016/j.endonu.2012.03.006.
10. González Jiménez E. Genes y obesidad: Una relación de causa-consecuencia. Endocrinol y Nutr. 2011;58(9):492-496. doi:10.1016/j.endonu.2011.06.004.
11. Shawky RM, Sadik DI. Genetics of obesity. Egypt J Med Hum Genet. 2012;13(1):11-17. doi:10.1016/j.ejmhg.2011.08.005.
12. Xia Q, Grant SFA. The genetics of human obesity. Ann N Y Acad Sci. 2013;1281(1):178-190. doi:10.1111/nyas.12020.
13. Fawcett KA, Barroso I. The genetics of obesity: FTO leads the way. Trends Genet. 2010;26(6):266-274. doi:10.1016/j.tig.2010.02.006.

14. Berthoud H-R, Morrison C. The Brain, Appetite, and Obesity. *Annu Rev Psychol.* 2008;59(1):55-92. doi:10.1146/annurev.psych.59.103006.093551.
15. Mayer J. Glucostatic Mechanism of Regulation of Food Intake*. *Obes Res.* 1996;4(5):493-496. doi:10.1002/j.1550-8528.1996.tb00260.x.
16. Mayer BJ. the Glucostatic Theory and the Lipostatic Hypothesis *. *Public Health.* (249):15-43.
17. Murphy KG, Bloom SR. Gut hormones and the regulation of energy homeostasis. *Nature.* 2006;444(7121):854-859. doi:10.1038/nature05484.
18. Hsiao S, Wang CH. Continuous infusion of cholecystokinin and meal pattern in the rat. *Peptides.* 1983;4(1):15-17. doi:10.1016/0196-9781(83)90158-4.
19. Guzmán R, Del castillo A, García M. Factores psicosociales asociados al paciente con obesidad. *Obes un enfoque Multidiscip.* 2010:201-218. www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4823/libro_de_obesidad.pdf.
20. Vilaplana I Batalla M. Cultura alimentaria. *Nutrición.* 2011;30(6):53-56.
21. Lupino FS, de Wit LM, Bouvy PF, et al. Overweight, Obesity, and Depression. A Systematic Review and Meta-analysis of Longitudinal Studies. *Arch Gen Psychiatry.* 2010;67(3):220-229. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2010.2.
22. Adamczak M, Wiecek A. The Adipose Tissue as an Endocrine Organ. *Semin Nephrol.* 2013;33(1):2-13. doi:10.1016/j.semnephrol.2012.12.008.
23. Gómez-hernández A, Beneit N, Díaz-castroverde S, Escribano Ó. Differential Role of Adipose Tissues in Obesity and Related Metabolic and Vascular Complications. *Int J Endocrinology.* 2016;2016:1-14. doi:10.1155/2016/1216783.
24. Nucara A, Pietrafesa M, Rizzo G, Scaccianoce G. Handbook of Anthropometry. *Handb Anthr.* 2012:91-114. doi:10.1007/978-1-4419-1788-1.
25. M.A. Rubio, J. Salas-Salvadó, M. Barbany, B. Moreno, J. Aranceta, D. Bellido, V. Blay, R. Carraro, X. Formiguera, M. Foz, P. de Pablos, P.P. García-Luna, J.L. Griera, M. López de la Torre, J. Alfredo Martínez, X. Remesar, J. Tebar JV. Consenso Seedo 2007 Para La Evaluación Del Sobrepeso Y La Obesidad Y El Establecimiento De Criterios De Intervención Terapéutica. *Rev Española Obes.* 2007:7-48. doi:10.1016/S0025-7753(07)72531-9.
26. Deurenberg P, Weststrate AJ, Seidell CJ. Body mass index as a measure of body fatness: age-and sex- specific prediction formulas. *Br Journal of Nutr.* 1991;65:105-114. doi:10.1079/BJN19910073.

27. Frühbeck G, Diez-Caballero A, Gómez-Ambrosi J, Cienfuegos J, Salvador J. Preventing Obesity: Doctors underestimate obesity. *BMJ* 2003;326:102-3.
28. WHO. Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation. *World Heal Organ.* 2008;(December):8-11. doi:10.1038/ejcn.2009.139.
29. Hsieh S, Yoshinaga H, Muto T. PAPER Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. *Int J Obes.* 2003;27(May 2002):610-616. doi:10.1038/sj.ijo.0802259.
30. Duren DL, Sherwood RJ, Czerwinski SA, et al. Body Composition Methods: Comparisons and Interpretation. *J diabetes Sci Technol.* 2008;2(6):1139-1146. doi:10.1177/193229680800200623.
31. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obes (Silver Spring.* 2011;19(5):1083-1089. doi:10.1038/oby.2011.38.
32. Gó Mez-Ambrosi J, Silva C, Galofré J, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *Int J Obes.* 2011;36(10):286-294. doi:10.1038/ijo.2011.100.
33. Mbrosi JAGÓ, Alofré JUANCAG, Amírez BER. Clinical Usefulness of a New Equation for Estimating Body Fat. *Blood Press.* 2012:1-6. doi:10.2337/dc11-1334.
34. Martín V, Dávila-Batista V, Castilla J, et al. Comparison of body mass index (BMI) with the CUN-BAE body adiposity estimator in the prediction of hypertension and type 2 diabetes. *BMC Public Health.* 2016;16(1):1-8. doi:10.1186/s12889-016-2728-3.
35. Gomez-Sanchez L, Garcia-Ortiz L, Patino-Alonso MC, et al. Adiposity measures and arterial stiffness in primary care: The MARK prospective observational study. *BMJ Open.* 2017;7(9). doi:10.1136/bmjopen-2017-016422.
36. Davila-Batista V, Molina AJ, Vilorio-Marques L, et al. Net contribution and predictive ability of the CUN-BAE body fatness index in relation to cardiometabolic conditions. *Eur J Nutr.* 2018;0(0):10.1007/s00394-018-1743-9. doi:10.1007/s00394-018-1743-9.
37. Vinknes KJ, Nurk E, Tell GS, Sulo G, Refsum H, Elshorbagy AK. The relation of CUN-BAE index and BMI with body fat, cardiovascular events and diabetes during a 6-year follow-up: The hordaland health study. *Clin Epidemiol.* 2017;9:555-566. doi:10.2147/CLEP.S145130.
38. Ferreira-Hermosillo A, Ramírez-Rentería C, Mendoza-Zubieta V, Molina-Ayala MA. Utility of the waist-to-height ratio, waist circumference and body mass index in the

screening of metabolic syndrome in adult patients with type 1 diabetes mellitus. *Diabetol Metab Syndr.* 2014;6(1):32. doi:10.1186/1758-5996-6-32.

Anexo 1. Carta de consentimiento informado

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO ACUERDO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN: **Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)**
NOMBRE DEL ESTUDIO: "Evaluación de la utilidad de la fórmula CUN-BAE para la cuantificación de adiposidad en población mexicana"

NOMBRE DE LA PERSONA A CARGO DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN (MEDICO DEL ESTUDIO O INVESTIGADOR PRINCIPAL): DR. ALDO FERREIRA HERMOSILLO
DIRECCIÓN DEL CENTRO DEL ESTUDIO: UIM Endocrinología Experimental/Servicio de Endocrinología del Hospital de Especialidades Bernardo Sepúlveda. Centro Médico CMN SIGLO XXI
NÚMERO TELEFÓNICOS 56276900 EXT 21551
NUMERO DEL PARTICIPANTE: _____
CDMX a _____

Usted está siendo invitado a participar en un estudio de investigación, haga tantas preguntas como sean necesarias antes de decidir si quiere participar en el estudio. Esta forma de consentimiento puede incluir palabras difíciles de entender, pida al médico o al personal del estudio que le expliquen cualquier palabra o hecho que no entienda.

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La obesidad es una enfermedad muy común en México y puede provocar otras enfermedades. En este estudio se le harán medidas de su cuerpo y se le realizará medición de la cantidad grasa por un método que se llama impedancia, el cual es indoloro. Si los médicos determinan que tiene peso mayor al que debería de tener, será valorado por única ocasión por un nutriólogo quien lo orientará en qué alimentos comer y qué ejercicio realizar.

POSIBLES RIESGOS Y MOLESTIAS

Cuando le midan la grasa con el aparato llamado plicómetro, podría sentir un ligero pellizco.

PARTICIPACIÓN O RETIRO

Su participación en este estudio es completamente voluntaria. Si usted decide no participar, de cualquier manera recibirá la evaluación médica y de encontrarse con peso mayor, también será evaluado por única ocasión por el nutriólogo. Si en un principio desea participar y posteriormente cambia de opinión, usted puede abandonar el estudio en cualquier momento. El abandonar el estudio en momento que quiera no modificará de ninguna manera los beneficios que se le han mencionado.

Usted puede hacer las preguntas que desee al inicio o a lo largo del estudio a las personas encargadas del estudio.

¿QUIÉN UTILIZARÁ Y COMPARTIRÁ INFORMACIÓN SOBRE MI PARTICIPACIÓN EN ESTE ESTUDIO?

Su nombre no será divulgado. Su información se almacenará en diferentes sitios bajo un número de código, sin que aparezca su nombre u otra información que le identifique. Sin embargo, nosotros podremos identificarle si fuera necesario por motivos de investigación. Conforme a los lineamientos de las buenas prácticas clínicas, el investigador el estudio mantendrá su información personal por al menos 15 años.

Existen leyes nacionales e internacionales que obligan al médico del estudio a proteger la privacidad de sus registros médicos. Los investigadores, darán todos los pasos razonables para asegurar la confidencialidad y protección estricta de su información personal.

Usted tiene el derecho de ver sus registros. No obstante, si firma esta forma, quizás no pueda ver o copiar algunos de sus registros hasta después de que todos los participantes hayan concluido el estudio.

PERSONAL DE CONTACTO PARA DUDAS SOBRE SUS DERECHOS COMO PARTICIPANTE EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

Si usted tiene preguntas, dudas o quejas sobre este estudio, o para reportar una lesión relacionada con el estudio contacte por favor a: Dr. Aldo Ferreira Hermosillo, Dra. Victoria Mendoza Zubieta o Dr. Mario Santana Mata al tel. **56276900 Ext 21551**

Si usted tiene dudas o preguntas sobre sus derechos al participar en un estudio de investigación, puede comunicarse con los responsables de la Comisión de Ética en Investigación del IMSS, a los teléfonos: 56276900-21216, de 9 a 16:00 hrs.; o si así lo prefiere al correo electrónico: comiteeticainv.imss@gmail.com. La Comisión de ética se encuentra ubicada en el Edificio del Bloque B, Unidad de Congresos piso 4, Centro Médico Nacional XXI, Av. Cuauhtémoc 330 Colonia Doctores, C.P. 06725, México D.F.

PAGO POR SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

- Usted **NO** recibirá pago alguno por participar en este estudio.

Si firma esta forma:

- Usted da permiso al médico y el personal del estudio de realizar sus registros médicos para llevar a cabo este estudio.
- Usted da permiso al médico de compartir sus registros con otros investigadores involucrados en este estudio. Estas personas utilizarán sus registros para revisar el estudio, para verificar la seguridad y los resultados del estudio.
- Usted da permiso al médico y al personal del estudio de utilizar algunos hechos derivados de su participación en este estudio en libros, revistas, diarios y reuniones científicas. Si esto pasara nadie utilizara su nombre u otra información que pudiera emplearse para identificarle.
- Usted da permiso, al médico del estudio de compartir todos sus registros y esta forma de consentimiento informado con la secretaria de salud (SSA), autoridades del IMSS y otras agencias de gobierno o regulatorias en los Estados Unidos Mexicanos y otros países. El médico del estudio puede también compartir sus registros médicos con el comité de revisión de investigación, con el grupo de revisión o con el comité de ética local de este hospital o clínica. Estas agencias pueden emplear sus registros para verificar la información del estudio, cómo están haciendo el estudio los investigadores, la seguridad de los participantes y los resultados del estudio.

Una vez que haya tenido todas sus preguntas contestadas y que se sienta seguro con su participación en este estudio, firme por favor aquí abajo.

Nombre de él/la participante en letra de molde

Firma del participante

fecha y hora

Nombre de él/la testigo 1 en letra de molde

Firma del testigo 1

fecha y hora

Nombre de él/la testigo 2 en letra de molde

Firma del testigo 2

fecha y hora

Doy fe de que el/ la participante y/o su representante legal autorizado (nombrado arriba) tuvo suficiente tiempo para considerar esta información, tuvo una oportunidad para hacer preguntas, y voluntariamente convino en participar en este estudio.

Dr. Aldo Ferreira Hermosillo Investigador Principal

Firma del médico que explica el consentimiento

fecha y hora

Anexo 2. Hoja de recolección de datos

A.- FICHA IDENTIFICACION Fecha: _____ NSS: _____
 Nombre paciente: _____ Edad: _____ Genero H/M
 Lugar de Origen/Residencia _____ Estado Civil: _____

B.- ANTECEDENTES FAMILIARES Y NO PATOLOGICOS

B.1 Padre: Vivo/Finado Causa: _____ DM2 Si/No HAS Si/No Obesidad Si/No
 Otras comorbilidades: (Dislipidemia, Enf. Cardiovascular, Oncológicos, Endocrinopatía)

Madre: Viva/Finada Causa: _____ DM2 Si/No HAS Si/No Obesidad Si/No
 Otras comorbilidades (Dislipidemia, Enf. Cardiovascular, Oncológicos, Endocrinopatía)

Hermanos: Si/No Numero: H__ M__ Obesidad Si/No Edad comienzo: _____
 Otras comorbilidades: (DM2, HAS, Dislipidemia, Enf. Cardiovascular, Oncológicos, Endocrinopatía)

Hermanos finados: _____ Causa: _____ Edad defunción: _____

B.2 Tabaquismo paq/año _____ Etilismo gr/día _____ Otra toxicomanía: _____
 Actividad física Si/No Horas semana: _____ Tipo Aerobio/anaerobio Tiempo realizando AF Meses: _____
 Alimentación: Normocalórica, Hipercalórica, Hipocalórica (Promedio 30 kcal kg peso)
 Leche y derivados Días/semana: _____ Porciones día: _____ Verduras: Días/semana: _____ Porciones día: _____
 Carne, huevos y pescado: Días/semana: _____ Porciones día: _____ Frutas: Días/semana: _____ Porciones día: _____
 Legumbres, tubérculos, trutos secos: Días/semana: _____ Porciones día: _____
 Pan, pasta, cereales y azúcar: Días/semana: _____ Porciones día: _____
 Grasas, aceite y mantequillas: Días/semana: _____ Porciones día: _____
 Mujeres: Menarca: _____ Ciclos R/I FUM _____ MACO Si/No ¿Cuál? _____ G__P__A__
 Ocupación/Empleo: _____ Clase socioeconómica: _____

C.- ANTECEDENTES PERSONALES PATOLOGICOS

ENFERMEDAD	EDAD DX	TX ACTUAL	LABORATORIOS RECIENTES
DM2			
HAS			
SOBREPESO/OBESIDAD			
CARDIOPATIA			
DISLIPIDEMIA			
HIPOTIROIDISMO			
OTRAS			

Cirugías Si/No Tipo/año: _____ Trasfusiones Si/No _____
 Alergias medicamentos _____

D.- SIGNOS VITALES, ANTROPOMETRÍA Y GRASA CORPORAL POR IMPEDANCIA

Talla: _____ m Peso: _____ kg IMC: _____ kg/m² TA: _____ mm/hg FC: _____ lxm FR: _____ rxm

Perímetro abdominal: _____ cm Perímetro cadera: _____ cm

Grasa corporal por impedancia _____%

Peso ideal West: Hombres (22.1 x talla m²) _____ Mujeres (20.6 x talla m²) _____

Anexo 3 . Sumatoria de pliegues y su correspondiente porcentaje de grasa según formula diseñada por Durnin y Womersley (1974).

Suma de pliegues cutáneos (mm)	Hombres (edad en años)				Mujeres (edad en años)			
	17-29	30-39	40-49	>49	16-29	30-39	40-49	>49
15	4.8	--	--	--	10.5	--	--	--
20	8.1	12.2	12.2	12.6	14.1	17	19.8	21.4
25	10.5	14.2	15	15.6	16.8	19.4	22.2	24
30	12.9	16.2	17.7	18.6	19.5	21.8	24.5	26.6
35	14.7	17.7	19.6	20.8	21.5	23.7	26.4	28.5
40	16.4	19.2	21.4	22.9	23.4	25.5	28.2	30.3
45	17.7	20.4	23	24.7	25	26.9	29.6	31.9
50	19	21.5	24.6	26.5	26.5	28.2	31	33.4
55	20.1	22.5	25.9	27.9	27.8	29.4	32.1	34.6
60	21.2	23.5	27.1	29.2	29.1	30.6	33.2	35.7
65	22.2	24.3	28.2	30.4	30.2	31.6	34.1	36.7
70	23.1	25.1	29.3	31.6	31.2	32.5	35	37.7
75	24	25.9	30.3	32.7	32.2	33.4	35.9	38.7
80	24.8	26.6	31.2	33.8	33.1	34.3	36.7	39.4
85	25.5	27.2	32.1	34.8	34	35.1	37.5	40.4
90	26.2	27.8	33	35.8	34.8	35.8	38.3	41.2
95	26.9	28.4	33.7	36.6	35.6	36.5	39	41.9
100	27.6	29	34.4	37.4	36.4	37.2	39.7	42.6
105	28.2	29.6	35.1	38.2	37.1	37.9	40.4	43.3
110	28.8	30.1	35.8	39	37.8	38.6	41.	43.9
115	29.4	30.6	36.4	39.7	38.4	39.1	41.5	44.5
120	30	31.1	37	40.4	39	39.6	42	45.1
125	30.5	31.5	37.6	41.1	39.6	40.1	42.5	45.7
130	31	31.9	38.2	41.8	40.2	40.6	43	46.2
135	31.5	32.3	38.7	42.4	40.8	41.1	43.5	46.7
140	32	32.7	39.2	43	41.3	41.6	44	47.2
145	32.5	33.1	39.7	43.6	41.8	42.1	44.5	47.7
150	32.9	33.5	40.2	44.1	42.3	42.6	45	48.2
155	33.3	33.9	40.7	44.6	42.8	43.1	45.4	48.7
160	33.7	34.4	41.2	45.1	43.3	43.6	45.8	49.2
165	34.1	34.6	41.6	45.6	43.7	44	46.2	49.6
170	34.5	34.8	42	46.1	44.1	44.4	46.6	50

Fórmula de Durnin y Womersley (1974) para el cálculo de densidad corporal.

Densidad en hombres	Densidad en mujeres
Edad (años)	Edad (años)
17 - 19 = 1.1620 - 0.0630 por log. Suma 4 pliegues.	16 - 19 = 1.1549 - 0.0678 por log. Suma 4 pliegues
20 - 29 = 1.1631 - 0.0632 por log. Suma 4 pliegues	20 - 29 = 1.1599 - 0.0717 por log. Suma 4 pliegues
30 - 39 = 1.1422 - 0.0544 por log. Suma 4 pliegues	30 - 39 = 1.1599 - 0.0717 por log. Suma 4 pliegues
40 - 49 = 1.1620 - 0.0700 por log. Suma 4 pliegues	40 - 49 = 1.1333 - 0.0612 por log. Suma 4 pliegues
> 49 = 1.1715 - 0.0779 por log. Suma 4 pliegues	> 49 = 1.1339 - 0.0645 por log. Suma 4 pliegues

Anexo 4

Clasificación de obesidad de acuerdo a la OMS

Clasificación	IMC (kg/m ²)	Riesgo Asociado a la salud
Normo Peso	18.5 – 24.9	Promedio
Exceso de Peso	≥ 25	
Sobrepeso o Pre Obeso	25 - 29.9	AUMENTADO
Obesidad Grado I o moderada	30 – 34.9	AUMENTO MODERADO
Obesidad Grado II o severa	35 - 39.9	AUMENTO SEVERO
Obesidad Grado III o mórbida	≥ 40	AUMENTO MUY SEVERO

Clasificación de obesidad de acuerdo al porcentaje de masa grasa

Hombres	Mujeres
Masa grasa > 25%	Masa Grasa >33%