

**CORRELACION DE LOS PUNTOS DE CORTE DE PERIMETRO
DE CINTURA, PARA DIAGNOSTICO DE OBESIDAD
ABDOMINAL CON MEDICION DE GRASA VISCERAL POR
BIOIMPEDANCIOMETRIA
ESTUDIO DE CORRELACION DE PRUEBAS DIAGNOSTICAS**

Richard Giovanni Buendia Godoy

Elsa María Espinosa Fula

July Alexandra Ramírez Velandia

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
DIVISIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN EPIDEMIOLOGIA CLÍNICA
2013**

**CORRELACION DE LOS PUNTOS DE CORTE DE PERIMETRO
DE CINTURA, PARA DIAGNOSTICO DE OBESIDAD
ABDOMINAL CON MEDICION DE GRASA VISCERAL POR
BIOIMPEDANCIOMETRIA
ESTUDIO DE CORRELACION DE PRUEBAS DIAGNOSTICAS**

Richard Giovanni Buendía Godoy

Elsa María Espinosa Fula

July Alexandra Ramírez Velandia

Trabajo de grado para obtener el título de
Especialista en Epidemiología Clínica

Dr. José Daniel Toledo
Asesor metodológico

UNIVERSIDAD EL BOSQUE
DIVISIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN EPIDEMIOLOGÍA CLÍNICA
2013

Nota de salvedad responsabilidad institucional

Artículo 37

Ni la Universidad El Bosque, ni el jurado serán responsables de las ideas propuestas por los autores de este trabajo.

Acuerdo 017 del 14 de Diciembre de 1989.

Acta de Aprobación

Agradecimientos

Este trabajo de grado realizado en el postgrado de Epidemiología Clínica de la Universidad El Bosque es un esfuerzo realizado por todas las personas que participaron en él, con el apoyo de los docentes de la especialización y de la IPS Colsubsidio que nos brindó su aval para la elaboración de esta investigación.

De igual manera agradecemos de manera especial y sincera al Dr. Daniel Toledo y al Dr. Luis Javier Uribe por su orientación para facilitarnos la formación como investigadores y su disposición a colaborar con todas las dudas e inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo

Tabla de Contenido

Nota de salvedad responsabilidad institucional	3
Acta de Aprobación.....	4
Agradecimientos.....	5
Resumen	7
Introducción	9
Justificación.....	10
Marco Teórico	11
Pregunta de investigación.....	20
Objetivos	20
Aspectos Metodológicos	21
Materiales y métodos	26
Aspectos estadísticos.....	29
Aspectos éticos.....	30
Resultados	31
Discusión.....	36
Conclusión.....	39
Bibliografía.....	40
Anexos.....	46
Anexo 1 Carta de aprobación comité de ética	46

Resumen

Estudio de correlación de pruebas diagnósticas para determinar los puntos de corte de perímetro de cintura que establece la presencia de obesidad abdominal para hombres y mujeres, con medición de grasa visceral por bioimpedanciometría. Adicionalmente, se estableció la correlación entre el porcentaje de grasa visceral medido por bioimpedanciometría con otros factores antropométricos (peso, talla, índice de masa corporal, músculo, porcentaje de grasa total) y la edad; así como la correlación del perímetro de cintura con estas variables.

La base de datos se construyó a partir de un cuestionario que incluía datos demográficos, antropométricos, mediciones de perímetro de cintura, porcentajes de grasa visceral, porcentajes de grasa corporal total y porcentajes de músculo tomadas con el bioimpedancímetro a 501 pacientes, que asistieron a consulta de Endocrinología en la IPS Colsubsidio en Bogotá, Colombia.

Se construyó una curva ROC por sexo, para identificar los puntos de corte de perímetro abdominal, que identificaran la presencia de grasa visceral aumentada, empleando como instrumento de medición el bioimpedancímetro.

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la correlación entre perímetro de cintura y las otras variables, con un intervalo de confianza del 95%.

Los resultados mostraron que existe una alta correlación entre el perímetro de cintura y la grasa visceral, el índice de masa corporal, el peso, y el porcentaje de grasa corporal total; igualmente, se demostraron diferencias entre los géneros, donde las mujeres tienen menor contenido de músculo, menor perímetro de cintura, pero mayor contenido de grasa corporal total que los hombres; hecho explicable por la constitución corporal inherente al sexo.

Se encontró un punto de corte para las mujeres de 88 cm (IC95% 0,85-0,92) con una sensibilidad del 84,56% y una especificidad del 76,54% con un área bajo la curva de 0,89; mientras que para los hombres

el punto de corte encontrado fue de 89 cm (IC95% 0,93-0,98) con una sensibilidad del 89,84% y una especificidad del 82,72% con un área bajo la curva de 0,9586.

Se considera que el perímetro de cintura es una medida conveniente, que le permite al médico clasificar adecuadamente a los pacientes con obesidad abdominal y por lo tanto, el incremento de grasa visceral; siendo este último factor de riesgo cardiovascular y trastornos metabólicos como la diabetes.

Introducción

El síndrome metabólico es una enfermedad de alta prevalencia y con un riesgo cardiovascular importante; en Colombia no existe un patrón para la medición de perímetro de cintura y por lo tanto se ha tomado los valores definidos por la International Diabetes Federation, para población asiática.

Para determinar estos puntos de corte, se utilizó como estándar de referencia la medición de grasa visceral por bioimpedanciometría, siendo este un método económico y sin exposición a radiación.

Se encontró una alta correlación de la grasa visceral y perímetro de cintura, con otras variables antropométricas como: el índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal total, la talla y el porcentaje de músculo.

Se hallaron puntos de corte de perímetro de cintura tanto para hombres como para mujeres, diferentes a los propuestos por la Federación Internacional de Diabetes, indicando que la población colombiana tiene una composición de grasa visceral diferente.

Son importantes los resultados encontrados, ya que permite definir el síndrome metabólico acorde a nuestra etnia, encontrar pacientes con riesgo cardiovascular, dado por el síndrome descrito, conocer la prevalencia en nuestra población y realizar programas de prevención en síndrome metabólico.

Justificación

El síndrome metabólico es un factor de riesgo para enfermedad cardiovascular y diabetes; cuyo componente principal es la determinación de obesidad abdominal medido por perímetro de cintura, el cual es propio de cada raza o etnia

En Colombia no se tiene un patrón definido de perímetro de cintura, se requiere determinar una medida de circunferencia de cintura que permita diagnosticar obesidad visceral para así identificar personas con síndrome metabólico y su vez el alto riesgo de diabetes mellitus y enfermedad cardiovascular. Para el diagnóstico de obesidad abdominal existen estándares de referencia, como Densitometría, Resonancia magnética y la tomografía axial computarizada de abdomen (TAC). En este estudio, se empleó el bioimpedanciometro como instrumento de medición de la grasa visceral a través de un procedimiento seguro y de bajo costo, que permite correlacionar el perímetro de cintura con el porcentaje de grasa visceral.

Es un estudio factible, ya que la biompedanciometría es un procedimiento seguro, que se puede realizar en la consulta de endocrinología y es de bajo costo.

Marco Teórico

La obesidad se ha constituido como un problema de salud en los países desarrollados. La OMS ha clasificado el exceso de peso con base en el índice de masa corporal (IMC) en obesidad ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$) y sobrepeso ($IMC: 25 - 29,9 \text{ kg/m}^2$).

La obesidad es una alteración heterogénea, y existen grandes diferencias en la forma como se distribuyen los depósitos de grasa en el organismo provenientes de la ingesta excesiva de calorías, confiriendo diferentes riesgos en salud.

Obesidad abdominal

El exceso de la acumulación de grasa de la región intra-abdominal conocida como obesidad abdominal o visceral, tiende a asociarse con la resistencia a la insulina y es el mejor predictor para el desarrollo de enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus tipo 2, dislipidemia, intolerancia a los hidratos de carbono e hiperinsulinemia comparado con la cantidad de tejido adiposo corporal total (determinada por el IMC).

En 1956, Vague (1) observó que los pacientes con obesidad androide (central o superior) tenían una predisposición a diabetes, aterosclerosis y gota. Estudios en Gothenburgo, Suiza (2) mostraron que la obesidad central, determinada por la relación de circunferencia cintura – cadera, predijo el desarrollo de diabetes mellitus, infarto de miocardio, angor pectoris, ECV y muerte, independiente a la grasa corporal total estimada por el IMC. Al inicio de 1980 (3), se estableció la asociación entre la obesidad central y resistencia del músculo esquelético a la insulina, hiperinsulinemia, presión

arterial incrementada, VLDL en plasma incrementada y niveles de HDL reducidos. Estas observaciones sugirieron que la distribución de grasa corporal es más importante que la cuantificación total de grasa como factor de riesgo para enfermedad cardiovascular y diabetes mellitus.

Estudios detallados realizados en la década de los 90s utilizando TAC o RMN (4), mostraron que el pool de tejido adiposo visceral se correlaciona independientemente con resistencia a la insulina y respuestas metabólicas adversas. El depósito de tejido adiposo visceral esta contenido dentro del abdomen, consistente en adipocitos mesentéricos y omentos mayores, menores y el tejido adiposo que rodea los órganos internos. Los depósitos de tejido adiposo visceral representan aproximadamente 10 a 20% de la grasa corporal total en hombres y 5 – 10% en mujeres.

Existe una relación inversa entre insulino sensibilidad y volumen de tejido adiposo visceral en hombres y mujeres, la relación toma un patrón curvilínea, modestos incrementos de depósito de grasa visceral producen resistencia a insulina en forma significativa. Por el contrario, se observó falta de relación entre sensibilidad a la insulina y total de tejido adiposo subcutáneo (5).

Se destacan múltiples características de la relación existente entre adiposidad visceral e insulino resistencia:

- La relación inversa entre sensibilidad a insulina y volumen de tejido adiposo visceral toma un patrón curvilínea cuando esta última se presenta sobre el rango de 0,5 – 2,5 L/m² de área de superficie corporal (5), explicando por qué la pérdida de

peso en cerca del 5 a 10% en individuos moderadamente obesos puede ejercer beneficios dramáticos en condiciones clínicas de comorbilidad.

- El mejoramiento de sensibilidad a insulina que ocurre con pérdida de peso se correlaciona con la reducción del tejido adiposo visceral y no con la reducción de adiposidad total o subcutánea (6).
- La distribución relativa de tejido adiposo entre depósitos visceral y subcutáneo varía en individuos como mucho hasta 3 o 4 veces y parece ser determinado genéticamente (7).
- El incremento de adiposidad visceral conduce a un incremento en grasa hepática y triglicéridos intramusculares. Algunos datos sugieren que esa asociación de pools de triglicéridos elevados contribuyen al desarrollo de insulino resistencia (8).

Existen individuos cuya obesidad es primariamente subcutánea (obesidad corporal inferior) y no visceral, quienes tienen sensibilidad normal a la insulina y ninguno de los componentes del síndrome de resistencia a la insulina (9).

Para que el tejido adiposo visceral regule la acción de la insulina, debe poseer características que lo diferencian fisiológicamente del tejido adiposo subcutáneo. El tejido adiposo visceral libera factores que circulan e influyen a nivel muscular en la cascada de acción de la insulina. Tanto la regulación metabólica como la función del tejido adiposo visceral son diferentes a las del tejido adiposo subcutáneo. Los productos

del tejido adiposo visceral tienen acceso directo al hígado jugando un papel fundamental en la regulación del metabolismo intermediario (10) (11).

Cuando la ingesta calórica se realiza en exceso, el tejido adiposo esterifica ácidos grasos libres (AGLs) almacenándolos como triglicéridos. Cuando la ingesta calórica es deficiente, el tejido adiposo hidroliza triglicéridos liberando ácidos grasos libres y glicerol (Proceso conocido como lipólisis). La lipólisis también se presenta en respuesta a estrés. En la generación de la resistencia a la insulina por parte del tejido adiposo, existe una relación con el metabolismo de los ácidos grasos libres observándose una interferencia con el efecto de la insulina llevando a reducción del metabolismo de la glucosa. Utilizando tecnología de RMN, el cual capta el metabolismo de la glucosa y de los ácidos grasos libres tanto en humanos como en animales, se ha observado que los ácidos grasos libres inhiben la cascada de acción de la insulina bloqueando su efecto a nivel de la translocación del Glut-4 (transportador de glucosa) al pasar desde los sitios de depósito intracelulares hacia la membrana plasmática reduciendo el transporte de glucosa mediado por insulina en la célula.

El tejido adiposo es muy activo en la producción de hormonas y citoquinas como la leptina, que modula el apetito y podría tener acciones directas sobre la resistencia a la insulina (12)(13), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) que al menos en roedores interfiere con la acción de la insulina a nivel del sustrato del receptor (IRS) y en humanos podría tener un efecto paracrino a nivel de las células adiposas intercaladas dentro de las fibras musculares (14).

Recientemente se han descrito otras sustancias como la Resistina, y la Adiponectina. Esta última se encuentra en concentraciones plasmáticas reducidas en individuos obesos y con diabetes tipo 2 (15). Los niveles en humanos están estrechamente relacionados con el grado de insulinoresistencia y la magnitud de la hiperinsulinemia (15).

Aunque la obesidad abdominal parece ser un factor de riesgo independiente e identifica a individuos que sin ser obesos pueden sufrir las consecuencias del exceso de grasa, es en el contexto del síndrome metabólico.

Actualmente la obesidad abdominal constituye el principal componente del Síndrome Metabólico (SM), junto con alteraciones en la tolerancia a la glucosa, elevación de la tensión arterial, elevación de los triglicéridos y descenso del colesterol HDL. El SM se considera actualmente como una condición de riesgo independiente para desarrollar enfermedad cardiovascular y muerte derivada de esta.

Inicialmente el síndrome de resistencia a la insulina o síndrome X descrito Reaven, no incluía la obesidad como uno de sus componentes primarios aunque si se consideraba como un factor determinante de su aparición clínica y un objetivo principal del tratamiento (16). Posteriormente la OMS incluyó la obesidad en su definición del síndrome que a partir de entonces se denominó síndrome metabólico (SM), y resaltó la necesidad de identificar la presencia de obesidad abdominal en aquellos individuos con IMC inferior a 30 kg/m².(17). En el mismo sentido se incluyó la obesidad abdominal como parte del SM en la definición del Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR) (18) y el Panel de Tratamiento del Colesterol en Adultos (ATP III) (19).

Todos los grupos convinieron en incluir los componentes básicos del síndrome metabólico: obesidad de predominio abdominal, triglicéridos altos, HDL bajo y presión arterial elevada. La Federación Internacional de Diabetes (IDF) decidió unificar los criterios debido a que había división o diferentes enfoques, según OMS ATP III Y EGIR; por lo tanto se trató de buscar la esencia del Síndrome Metabólico; es por eso que recientemente la IDF, da las nuevas pautas para la definición del SM, donde se considera la obesidad abdominal como el eje principal del síndrome metabólico. (20). Se estima que alrededor 20-25 por ciento de la población adulta mundial tienen el síndrome metabólico con dos veces mayor riesgo de muerte, tres veces mayor riesgo de un evento cardiovascular y cinco veces mayor riesgo de presentar diabetes tipo 2 (21)

Medición de la obesidad abdominal

La medición del tejido adiposo visceral (VAT) por intermedio de técnicas radiológicas como el TAC es muy precisa y se viene utilizando como patrón de oro (22), pero resulta costosa para ser utilizada como método de rutina e involucra exposición a radiación. En el año 2002, la sociedad japonesa para el estudio de la obesidad a través del comité para la evaluación de los criterios de obesidad en Japón, determinó un área de VAT ≥ 100 cm² a partir de la cual se diagnostica obesidad visceral en dicha población (23). Se están tratando de estandarizar técnicas imagenológicas más sencillas como la ecografía pero todavía no se conoce bien su precisión y exactitud

La relación del perímetro de cintura y cadera (WHR) fue propuesta por la OMS para determinar antropométricamente la presencia de obesidad abdominal como componente del SM (17). Sin embargo, la medición del perímetro de cadera sigue siendo más

engorrosa que el de cintura, y éste último ha probado ser suficiente para identificar individuos con obesidad abdominal como lo demostró el grupo de Quebec al establecer la cintura hipertriglicéridémica como factor de riesgo cardiovascular (24). Por ello el EGIR, el ATP III y la IDF incluyeron solamente el perímetro de cintura como medida de obesidad abdominal, pero difieren en el punto de corte. Mientras los primeros proponen una medida de 90cm, similar a la de los Canadienses, los segundos utilizaron las medidas de 102cm en hombres y 88cm en mujeres con base en la correlación existente entre estas medidas y un IMC ≥ 30 kg/m², y la IDF propone para la población latinoamericana extrapolar los datos de los asiáticos donde los puntos de cortes son 90 cm para hombres y 80 cm para mujeres(20).

Asimismo estudios en asiáticos también han encontrado diferentes mediciones en lo que podría llamarse un perímetro de cintura abdominal normal (23).

Aunque la forma más fácil de medir la obesidad central es mediante el perímetro de cintura; este es dependiente del género y del grupo étnico. En la definición de la IDF, se basó en diversos estudios epidemiológicos para determinar los puntos de corte; pero se carece de datos referentes a las poblaciones del centro y sur de América; por lo cual la recomendación es extrapolar los datos de perímetro de cintura de los sur asiáticos para esta población.(20)

En Colombia el grupo de la Doctora Perez encontró que un perímetro de cintura de 88cm se relacionaba con hipertriglicéridemia y una relación colesterol total /HDL aumentada con una sensibilidad 80,6% y una especificidad del 80,1%, relación de

curva ROC e igualmente con elevación de la proteína C reactiva, niveles de glucosa en ayunas e insulina incrementados. (25)

En Latinoamérica, el grupo del Dr. Aschner determinó 94 cm para hombres y entre 90 y 92 cm para mujeres (26), como puntos de corte del perímetro de cintura que definieran obesidad abdominal, correlacionando los cortes de perímetro de cintura con el TAC abdominal.

Todo lo anterior indica que probablemente el perímetro de cintura es un buen indicador de obesidad abdominal siempre y cuando se estandarice su medición y se establezcan los puntos de corte en los diferentes grupos étnicos.

Aunque el TAC de abdomen es el estándar de referencia para medición de grasa visceral, es un procedimiento costoso, con una duración prolongada y en el cual se expone a radiación a los pacientes. Por lo tanto se ha determinado la medición de grasa visceral con bioimpedanciometría, como un método barato, fácil de realizar, no se somete a radiación al paciente y que además estudios han demostrado una buena correlación $r = 0,759$ y $r=0,772$ con $p < 0,001$ con el TAC de abdomen. (27) (28).

Si se compara con otros métodos, también de referencia como el dexta y la resonancia magnética se encuentra $r = 0,90$ y $0,94$ respectivamente con $p < 0,01$ (29)(30).

En cuanto a las características operativas de la bioimpedanciometría se encuentra una sensibilidad del 95 % y una especificidad del 100% (30)(31)

El análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) es un método comúnmente utilizado para estimar la composición corporal basado en un modelo de composición 2C cuerpo. BIA mide la impedancia o resistencia a una pequeña corriente eléctrica, que viaja a través de agua del cuerpo. La Bioimpedanciometria permite diferenciar el contenido de Agua corporal total, contenido de músculo, grasa corporal total y grasa visceral.(32)

Pregunta de investigación

¿Cuál es el punto de corte de perímetro de cintura que permite establecer el diagnóstico de obesidad abdominal para hombres y mujeres medido por bioimpedanciometría?

Objetivos

General

Identificar los puntos de corte de perímetro abdominal, para hombres y mujeres, a través de la generación de una curva ROC por sexo, que permitan determinar la presencia de obesidad abdominal.

Específicos

1. Correlacionar el porcentaje de grasa visceral medido por bioimpedanciometría con otros factores antropométricos (peso, talla, índice de masa corporal, músculo, porcentaje de grasa total) y edad.
2. Correlacionar el perímetro de cintura con otros factores antropométricos (peso, talla, índice de masa corporal, músculo) y edad.

Aspectos Metodológicos

Diseño

El diseño utilizado en este estudio es el de pruebas diagnósticas el cual permite evaluar una prueba comparándola con otra usada como patrón de oro, realizando un análisis de correlación que permita determinar la reproducibilidad y concordancia.

Fuente de información

La base de datos se construyó con la información recolectada de pacientes que asistieron a consulta externa del servicio de endocrinología del Centro de Especialistas Colsubsidio, que no presentaran patologías abdominales que pudiera alterar el perímetro de cintura.

Se empleó el siguiente cuestionario como instrumento de recolección de datos:

Nombre: _____

Raza: Blanca ___ Negra ___ Indígena ___ Mestiza ___

Edad: _____ años cumplidos Sexo: M___ F___

¿Ha perdido peso en el último año? Si ___ No ___ ¿Cuántos kilogramos? _____

Medidas antropométricas:

Talla: _____ Mts Peso: _____ kg IMC: _____ kg/ m²

Circunferencia abdominal:

Intersección del punto medio entre el reborde costal y la cresta iliaca con la línea media axilar tanto del lado derecho como del lado izquierdo ubicando la cinta métrica que pase por las dos marcaciones, rodeando la cintura en posición paralela al nivel del piso en la fase final de la espiración.

Medición 1 _____ cm.

Medición 2 _____ cm.

Hallazgos en Bioimpedanciometria:

1. Porcentaje de grasa corporal total: _____
2. Porcentaje de Grasa visceral : _____
3. Porcentaje de Musculo: _____

Población

Se recolectó una muestra de 501 pacientes (315 mujeres y 186 hombres), mayores de 18 años, que asistieron a consulta de endocrinología en el Centro de Especialistas Colsubsidio durante el periodo Marzo-Junio 2013.

Matriz de variables

<i>Nombre</i>	<i>Definición conceptual de la variable</i>	<i>Definición operacional de la variable</i>	<i>Escala de medición</i>
Edad	Duración de la existencia de un individuo medida en unidades de tiempo.	Años transcurridos desde el nacimiento hasta la fecha de ingreso al estudio.	Numérica Continua (Años)
Sexo	Condición orgánica que distingue al macho de la hembra en los seres humanos.	Se evalúa la característica fenotípica del paciente.	Catégorica Nominal 1. Femenino 2. Masculino
Raza	Cada uno de los grupos en que se subdividen algunas especies biológicas y cuyos caracteres diferenciales se perpetúan por herencia.	Se evalúa la característica fenotípica del paciente.	Catégorica Nominal 1. Blanca 2. Negra 3. Indígena 4. Mestiza

Peso	Fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo.	Kilogramos obtenidos del peso de la masa del cuerpo	Numérica continua (Kilogramos)
Talla	Medida de la estatura del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo.	Medición de la estatura obtenida en centímetros tomada desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo	Numérica Continua (Centímetros)
Perímetro de cintura	Contorno del talle natural tomado entre la parte superior del hueso de la cadera (crestas ilíacas) y la costilla inferior, medido durante la respiración normal con el sujeto de pie y con el abdomen relajado.	Tamaño de la circunferencia de la cintura medida en cm.	Numérica Continua (Centímetros)
Índice de masa corporal (IMC)	Indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos.	Peso en kilogramos dividido por la talla en metros elevada al cuadrado.	Numérica continua (Kilogramos por metro cuadrado)
Porcentaje de grasa total	Grasa contenida en todo el cuerpo que difiere de la masa libre de grasa.	Porcentaje de grasa contenida en todo el cuerpo medida por el bioimpedanciometro.	Numérica continua (porcentaje)
Porcentaje de grasa visceral	Grasa corporal que existe en el abdomen y alrededor de los órganos internos.	Porcentaje de grasa contenida en el abdomen medida por el bioimpedanciometro.	Numérica continua (porcentaje)

Porcentaje de músculo	Cantidad de tejido muscular contenido en el cuerpo	Porcentaje de musculo contenido en el cuerpo medido por el bioimpedanciometro.	Numérica continua (porcentaje)
-----------------------	--	--	--------------------------------

Criterios de selección

Criterios de inclusión

La selección de Pacientes mayores de 18 años de edad que acuden al servicio de consulta externa de endocrinología de la IPS Colsubsidio por cualquier causa y que no presenten patología abdominal que pueda alterar el perímetro de cintura.

Criterios de exclusión

- Pacientes menores de edad
- Visceromegalias.
- Abscesos peritoneales.
- Neumoperitoneo.
- Obstrucción intestinal.
- Megacolon tóxico y otras causas de distensión de asas.
- Procedimientos invasivos a nivel abdominal (Catéteres, etc.)
- Radioterapia.

- Laparotomía reciente (≤ 8 días)
- Ascitis.
- Embarazo.
- Cáncer metastático a cavidad abdominal.
- Peritonitis.
- Falla cardíaca (III – IV NYHA)
- Masas intra-abdominales.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó en la IPS Colsubsidio en Bogotá, Colombia, con pacientes que acuden a consulta de endocrinología, provenientes de diferentes zonas del país. Se incluyeron 501 pacientes, a los cuales se les aplicó un cuestionario con los siguientes datos: edad, sexo, peso, talla, índice de masa corporal, porcentaje de grasa visceral, grasa corporal total, porcentaje de músculo y medición de la circunferencia de cintura. Se realizó la toma de consentimiento informado a todos los participantes.

Bioimpedanciometría

Se realiza con el Bioimpedanciómetro OMRON Modelo HBF-500-INT con el paciente en bipedestación con electrodos para 4 puntos de apoyo (manos y pies), para una medición más precisa. Esta tecnología reduce la variación diaria en las mediciones relacionada con la distribución del agua corporal (que durante el día tiende a ir hacia las piernas), y minimiza el efecto de la distribución de la grasa corporal (obesidades localizadas en piernas, brazos o abdominal).

El monitor de composición corporal con balanza hace pasar una corriente eléctrica muy débil de 50kHz y menos de 500 μ A a través del cuerpo, a fin de medir la cantidad de tejido graso al tomar una medición. Esta corriente eléctrica débil no se siente mientras se usa el monitor. No debe usar este monitor si se le ha colocado un marcapasos u otro dispositivo médico, ni debe permitir que otra persona que tenga implantado un dispositivo de esta clase lo use.

Área de grasa visceral:

Se determinará en centímetros cuadrados mediante un software contenido en el bioimpedanciometro OMRON Modelo HBF-500-INT, cuya interpretación es la siguiente.

<i>Interpretación del resultado del nivel de grasa visceral</i>	
	
Nivel de grasa visceral <9	Nivel de grasa visceral ≥ 10
0 (Normal)	+ (Alto)
Distribución del área de grasa visceral (0 - Aprox. 300 cm ² , 1 pulgada=2,54 cm) con 30 niveles. Clasificación del nivel 0: Nivel 1 - 9 +: Nivel 10 - 30 * Los datos consultados por Omron Healthcare.	

Parámetros antropométricos:

A cada persona en posición de pie con las piernas juntas se mide:

1. Peso en kilogramos
2. Talla en centímetros.
3. Cálculo del Índice de masa corporal = Peso en kg / Talla en metros al cuadrado
4. Perímetro de cintura

Medición del perímetro de cintura:

A cada persona en posición de pie, con las piernas juntas y los brazos extendidos en posición de descanso, se realiza su medición de la siguiente manera:

1. Marcación sobre la piel de una línea horizontal de aproximadamente 1 cm. de longitud en la intersección del punto medio entre el reborde costal y la cresta iliaca con la línea media axilar tanto del lado derecho como del lado izquierdo.
2. Se ubica una cinta métrica que pase a nivel de las dos marcaciones, rodeando la cintura en posición paralela al nivel del piso.
3. Al final de la espiración, se registra en dos ocasiones diferentes la medición obtenida en centímetros.
4. Si en el proceso de medición descrito la cinta métrica no pasa por el ombligo, se realizarán dos mediciones adicionales utilizando las mismas líneas de demarcación, pero pasando la cinta a nivel del ombligo durante la fase final de la espiración y registrando la medida obtenida en centímetros.

Aspectos estadísticos

Tamaño de la muestra

El cálculo de tamaño de muestra se realizó en Epidat. Se determinó con un nivel de significancia del 5 %, una diferencia porcentual máxima esperada del 1% con relación al verdadero valor de coeficiente y correlación, con una desviación estándar estimada de 0,05 y un coeficiente de correlación mínimo de 0,9, a dos colas.

Con una sensibilidad del 95 % y una especificidad del 90%, el tamaño requerido calculado fue de 366 pacientes. Sin embargo, durante el período de recolección se capturó un tamaño mayor de la muestra (501 pacientes).

Curva ROC

Para identificar los puntos de corte de perímetro abdominal, para hombres y mujeres, que permitan identificar los pacientes con grasa visceral aumentada, se utilizó STATA 11.0 (Data Analysis and Statistical Software) para generar la curva ROC y el punto de corte con la mejor sensibilidad y especificidad.

Correlaciones

Se empleó STATA 11.0 (Data Analysis and Statistical Software) para calcular el coeficiente de Pearson que permite medir la relación lineal entre la grasa visceral medida por bioimpedanciometría y el perímetro de cintura, adicionalmente se calculó la correlación de la grasa visceral con otros factores antropométricos y la edad.

Con el fin de análisis estadístico, se calcularon los coeficientes de Pearson para determinar la correlación entre el perímetro cintura y la edad, peso, talla, Índice Masa Corporal y músculo.

Aspectos éticos

El estudio fue sometido para evaluación del comité de bioética de la I.P.S. Colsubsidio.

El comité de ética en acta 99 del 29 de enero de 2013 evaluó el proyecto de investigación y dio el aval para la realización del trabajo de investigación en la I.P.S. Colsubsidio calle 63, considerando que cumple los requisitos metodológicos y no representa riesgos para la población estudiada (Anexo 1).

Según la resolución 8430 de 1993, y como lo considera el comité de ética, este estudio no representa riesgo para los pacientes, dado que se registran datos a través del examen físico y de la historia clínica.

Al no representar riesgo según la regulación local no se necesita consentimiento informado por escrito. Sin embargo, el consentimiento informado se realizó verbalmente y se documentó en la historia clínica del paciente.

Resultados

Se incluyeron 501 pacientes, 315 mujeres (62,87%) y 186 hombres (37,13%).

La mediana de la edad fue de 50 años , tanto para hombres como para mujeres ($p=0,39$), el peso con una mediana 64,3 kilos para mujeres (rango 57,3-75) y 73,85 kilos para hombres (rango 67,3-83)($p<0,001$), la mediana del Índice de masa corporal fue de 26,5 para mujeres y 26,4 para hombres ($p=0,15$), la mediana de la circunferencia de cintura fue de 87 cm para mujeres (rango 78-97) y 92 cm para hombres (rango 87 -100) ($p<0,001$), el porcentaje de grasa visceral fue mediana de 8 % (rango 6-10) y mediana 11 % (rango 8-14)($p<0,001$). En la tabla No 1 se presenta las características de base de los pacientes incluidos.

Tabla No1 Características de base de la población estudiada N= 501

VARIABLES	Mujer n (%) 315(62,87)	Hombre n (%) 186 (37,13)	p
Edad mediana (rango intercuartílico)	50 (37-60)	50,5 (38-63)	0,399
Peso Mediana (rango intercuartílico)	64,30 (57,3-75)	73,85 (67,3-83)	0,001
Talla Mediana (rango intercuartílico)	1,55 (1,51-1,59)	1,69 (1,65-1,74)	0,001
Índice de Masa Corporal Mediana(rango intercuartílico)	26,59 (23,75-31,1)	26,44 (23,8-29,03)	0,15
Porcentaje Grasa Corporal total (Media(sd))	40,14 (7,66)	24,71 (6,93)	0,001
Porcentaje de Grasa Visceral Mediana (rango intercuartílico)	8 (6-10)	11 (8-14)	0,001
Porcentaje de Músculo Mediana(rango intercuartílico)	24,9 (22,8-26,8)	34,45 (32-37,1)	0,001
Perímetro de Cintura Mediana(rango intercuartílico)	87 (78-97)	92 (87-100)	0,001

Se realizaron pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnova para las variables numéricas y prueba de diferencia de varianzas, encontrando que las variables tienen distribución normal y homocedástica.

Correlación de Grasa visceral y Perímetro de cintura con otras variables

En cuanto a la grasa visceral se encontró una alta correlación con el índice de masa corporal $\rho = 0,84$ para mujeres ($p < 0,001$) y $\rho = 0,929$ para hombres ($p < 0,001$), para el porcentaje de grasa corporal total $\rho = 0,794$ para mujeres ($p < 0,001$) y $\rho = 0,857$ para hombres ($p < 0,001$), para la circunferencia de cintura $\rho = 0,776$ para mujeres ($p < 0,001$) y $\rho = 0,856$ para hombres ($p < 0,001$). En la tabla No 2 se describen los resultados de la correlación de Spearman de grasa visceral.

Tabla No 2. Correlación de grasa visceral con otras variables antropométricas

Correlación Spearman (ρ)	Mujer	P	Hombre	p
Grasa Visceral				
Edad	0,636	0,001	0,508	0,001
Peso	0,658	0,001	0,732	0,001
Talla	-0,292	0,001	-0,236	0,001
Índice de masa corporal	0,841	0,001	0,929	0,001
Porcentaje de grasa corporal total	0,794	0,001	0,857	0,001
Musculo	-0,639	0,001	-0,868	0,001
Perímetro de cintura	0,776	0,001	0,856	0,001

Se determinó una alta correlación entre el perímetro de cintura con el peso $\rho = 0,786$ para mujeres ($p < 0,001$) y $\rho = 0,807$ para hombres ($p < 0,001$), con el índice de masa corporal $\rho = 0,837$ para mujeres ($p < 0,001$) y $\rho = 0,846$ para hombres ($p < 0,001$). Y se observó una correlación inversa, tanto el perímetro de cintura como la grasa visceral con la talla y porcentaje de músculo en ambos sexos ($p < 0,001$). En la tabla No 3 se presenta la correlación del perímetro de cintura con las otras variables antropométricas y la edad.

Tabla No 3. Correlación de grasa visceral con otras variables antropométricas

Correlación de Spearman (rho)				
Perímetro de Cintura	Mujer	P	Hombre	p
Grasa visceral	0,776	0,001	0,856	0,001
Edad	0,317	0,001	0,40	0,001
Peso	0,786	0,001	0,807	0,001
Talla	0,008	0,89	0,04	0,56
Índice de masa corporal	0,837	0,001	0,846	0,001
Porcentaje de grasa corporal total	0,75	0,001	0,802	0,001
Musculo	-.0,52	0,001	-.0,81	0,001

Puntos de corte para circunferencia de cintura

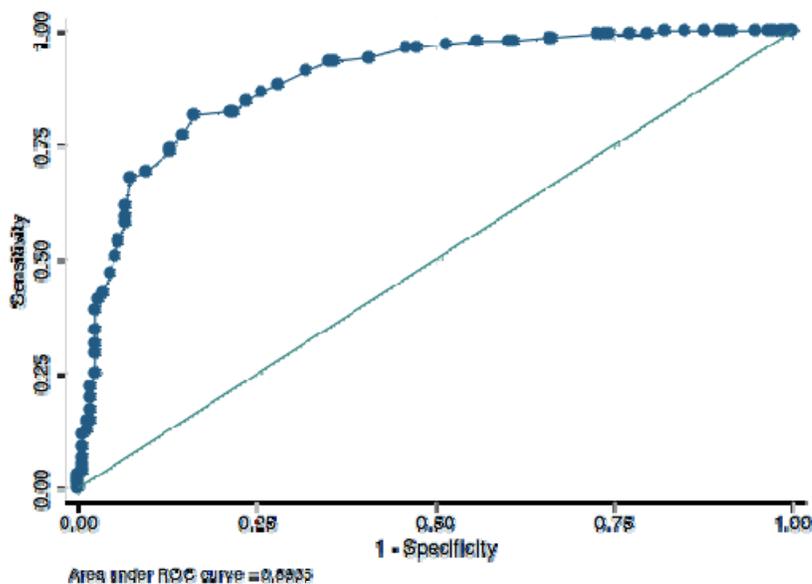
Usando como referencia una grasa visceral incrementada (mayor 9%) medido por bioimpedanciometría, se encontró un punto de corte de 88 cm (IC95% 0,85-0,92) para mujeres con una sensibilidad 84,56%, especificidad de 76,54%, correctamente clasificados 80,32%, likelihood ratio positivo =3,60 y área bajo la curva 0,89

(Tabla No 4 y Gráfico No 1).

Tabla No 4. Puntos de corte para perímetro de cintura en mujeres

Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad	Correctamente		
			Clasificados	LR+	LR-
>=85	91,18%	68,16%	78,10%	2,8633	0,1295
>=86	88,24%	72,07%	79,05%	3,1588	0,1632
>=87	86,76%	74,30%	79,68%	3,3763	0,1781
>=88	84,56%	76,54%	80,00%	3,6038	0,2017
>=88,5	82,35%	78,21%	80,00%	3,7798	0,2256
>=89	82,35%	78,77%	80,32%	3,8793	0,224
>=90	81,62%	83,80%	82,86%	5,0378	0,2194
>=91	77,21%	85,47%	81,90%	5,3153	0,2667
>=91,5	74,26%	87,15%	81,59%	5,7797	0,2953
>=92	73,53%	87,15%	81,27%	5,7225	0,3037

Gráfico No. 1 Curva ROC Punto de corte para perímetro de Cintura en Mujeres

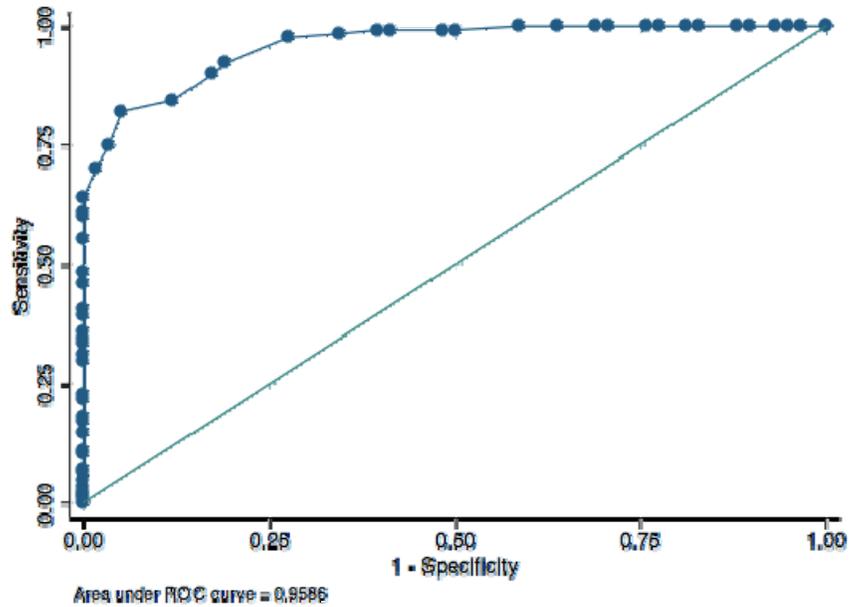


Para los hombres se encontró un punto de corte para perímetro de cintura de 89 cm (IC 95% 0.93-0.98), con una sensibilidad de 89,84%, especificidad de 82,72%, correctamente clasificados 87,63%, likelihood ratio positivo =5,21 y área bajo la curva 0.9586. (Tabla No 5 y Gráfica No2).

Tabla No 5 Puntos de corte para perímetro de cintura en hombres

Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad	Correctamente		
			Clasificados	LR+	LR-
>=87	97,66%	72,41%	89,78%	3,54	0,0324
>=88	92,19%	81,03%	88,71%	4,8608	0,0964
>=89	89,84%	82,76%	87,63%	5,2109	0,1227
>=90	84,38%	87,93%	85,48%	6,9911	0,1777
>=91	82,03%	94,83%	86,02%	15,8594	0,1895
>=92	75,00%	96,55%	81,72%	21,75	0,2589
>=93	70,31%	98,28%	79,03%	40,7813	0,3021
>=94	64,06%	100,00%	75,27%		0,3594
>=94,5	60,94%	100,00%	73,12%		0,3906

Gráfico No 2. Curva ROC Puntos de corte de perímetro de cintura para hombres



Se realizó una regresión no paramétrica de la curva ROC para mujeres encontrando un área bajo la curva 0,887 (IC 95% 0,851-0,923) y para hombres un área bajo la curva 0,951 (IC95% 0,924-0,978).

Al definir los perímetros de cintura aumentados mayor a 88 cm en mujeres y 89 cm en hombres y correlacionarlos con grasa visceral aumentada por bioimpedanciometria, se encontró un coeficiente de correlación y concordancia de Lin rho_c= 0,644 (IC95% 0,593-0,695) p <0,001.

Un Kappa entre grasa visceral aumentada y perímetro de cintura aumentado 0,644 (IC 95% 0,577-0,711) con p <0,001.

Discusión

En este estudio se demostró cómo el perímetro de cintura se correlaciona de una forma robusta con la grasa visceral, índice de masa corporal, peso corporal y el porcentaje de grasa corporal total. Existe relación inversa con la talla y el porcentaje de músculo, resultados esperados dado a que a medida que se incrementa el contenido de músculo o si se tiene una talla mayor, el porcentaje de grasa visceral y el perímetro de cintura son menores, simplemente por reducción de la disponibilidad de grasa.

Igualmente se demostraron diferencias entre los géneros, donde las mujeres tienen menor contenido de músculo, menor perímetro de cintura, pero mayor contenido de grasa corporal total que los hombres; hecho explicable por las diferencias constitucionales inherentes al sexo.

En cuanto a la calidad de los datos de este estudio es sólida, ya que las áreas bajo la curva ROC, para el perímetro de cintura de mujeres y hombres, demuestra valores de 0,8935 y 0,9586 respectivamente. Además al realizar la regresión de la curva ROC en hombres y mujeres, se encuentran valores muy semejantes a los encontrados en el estudio, demostrando muy buena afinidad (0,95 hombres y 0,88 para mujeres). Asimismo se encontró una correlación y concordancia importante entre la grasa visceral y el perímetro de cintura aumentado ($\rho=0,655$ y $\kappa 0,654$).

Las Guías actuales de síndrome metabólico proponen el perímetro de cintura como estimador de la grasa visceral, el cual debe ser ajustado por sexo y etnia; por lo que se han tomado los puntos de corte en asiáticos 90 cm para hombres y 80 cm para mujeres según recomendación de la Federación Internacional de Diabetes (1). La medición de

grasa visceral actualmente tiene varios estándares de referencia como son la densitometría, resonancia magnética, tac de abdomen y actualmente bioimpedanciometría ; siendo esta última un método nuevo, con estudios sobre todo en población asiática. (2)

No existen en población colombiana estudios con resultados de punto de corte de perímetro de cintura y medición de grasa visceral por bioimpedanciometria, siendo este un método fácil, ya que se puede realizar en el consultorio; seguro porque no expone a radiación al paciente e innovador. Se define obesidad abdominal cuando el porcentaje de grasa visceral es mayor al 9% medido por bioimpedanciometria.

Con base en lo anterior se halló en este estudio un perímetro de cintura aumentado para hombres entre 89 a 90 cm y para mujeres entre 88 a 89 cm, con una razón de verosimilitudes positivas apropiadas para estos puntos de cortes ($LR + >3,6$). Los anteriores puntos de corte se asemejan a los encontrados en un estudio en Latinoamérica, utilizando TAC de abdomen para medición de grasa visceral, en especial en mujeres donde el punto de corte de perímetro de cintura se acerca a 90 cm.(3).

En este estudio se encontró un punto de corte de perímetro de cintura en hombres muy similar al recomendado por la Federación Internacional de Diabetes para los hombres alrededor de 90 cm (1)

Se considera que el perímetro de cintura es una medida conveniente , que le permite al médico clasificar adecuadamente a los pacientes con obesidad abdominal y por lo

tanto incremento de la grasa visceral; siendo esta última factor de riesgo cardiovascular y trastornos metabólicos como diabetes . Se ha encontrado como la prevalencia de obesidad abdominal puede ser tan alta como un 62 % en Colombia , muchas veces no se diagnóstica y no se interviene.(4) Por otra parte un punto de corte adecuado para población latinoamericana es necesaria ya que persiste la controversia en los diferentes estudios(5).

El punto más importante de discusión de este estudio, se presenta en la muestra. A pesar que es estadísticamente representativa, y la base de datos es robusta y de buena calidad, se limita a la consulta de Endocrinología de la IPS Colsubsidio, por lo que los datos obtenidos de los puntos de corte de perímetro de cintura identificados tienen la debilidad que no pueden ser extrapolables a la población Bogotana y mucho menos a la población Colombiana.

Conclusión

Con una muestra de 501 pacientes de la IPS Colsubsidio, este estudio de pruebas diagnósticas permitió establecer los puntos de corte de perímetro abdominal, mayor o igual a 89 cm (IC 95% 0.93-0.98) para hombres y para mujeres mayor o igual a 88 cm (IC95% 0,85-0,92), que determinan presencia de obesidad abdominal.

Como se presentó en la discusión, a pesar de la buena calidad de los datos y de obtener resultados estadísticamente significativos, el no poder extrapolar los resultados a la población colombiana por la restricción de la muestra, permite proponer la posibilidad de llevar a cabo un nuevo estudio bajo un diseño multicéntrico a nivel nacional para obtener datos extrapolables a la población Colombiana.

Bibliografía

1. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities. *Am J Clin Nutr* 1956; 4: 20-34.
2. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, et al. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *British Medical Journal* 1984; 289: 1257-1260.
3. Despres JP, Nadeau A, Tremblay A, et al. Role of deep abdominal fat in the association between regional adipose tissue distribution and glucose tolerance in obese women. *Diabetes* 1989; 38: 304– 309.
4. Carey D, Jenkins A, Campbell L, et al. Abdominal fat and insulin resistance in normal and overweight women: Direct measurements reveal a strong relationship in subjects at both low and high risk of NIDDM. *Diabetes* 1996; 45: 633-638.
5. Banerji M, Lebowitz J, Chaiken R et al. Relationship of visceral adipose tissue and glucose disposal is independent to sex in black NIDDM subjects. *AM. J. Physiol* 1997; 273: 425 – 432
6. Goodpaster B, Kelley D, Wing R, et al. Effects of weight loss on regional fat distribution and insulin sensitivity in obesity. *Diabetes* 1999; 48: 839 – 847.

7. Maeda K, Okubo K, Shimomura L, et al, Analysis of an expression profile of genes in the human adipose tissue. *Gene* 1997; 190: 227 –235.
8. Yamashita S, Nakamura T, Shimomura I, et al. Insulin resistance and body fat distribution . Contribution of visceral fat accumulation to the development of insulin resistance and atherosclerosis. *Diabetes care* 1996; 19 (3) 287 –291.
9. Brochu M, Tchernof A, Dionne IJ, et al. What are the physical characteristics associated with a normal metabolic profile despite a high level of obesity in postmenopausal women?. *J. Clin Endoc Metab* 2001; 86 (3) 1020 – 1025.
10. Kissebah AH, Vydelingum N, Murray R, et al. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 1982; 54: 254 – 260.
11. Kaplan NM, The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hipertriglyceridemia, and hipertension. *Arch Intrn Med* 1989;149: 1514 – 1520.
12. Takahashi M, Funahashi T, Shimomura I, et al. Plasma leptin levels and body fat distribution. *Horm Metab Res* 1996; 28: 751 – 752.
13. Zhang Y, Proenca R, Maffei M, et al. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 1994; 372: 425 – 432.

14. Hotamisligil GS, Shargil NS, Spiegelman BM. Adipose expression of tumor necrosis factor- α : direct role in obesity-linked insulin resistance. *Science* 1993; 259: 87 -91.
15. Matsuzawa Y, Funahashi T, Kihara S, Shimomura I. Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2004; 24: 29 – 33.
16. ReavenGM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistace in human disease. *Diabetes* 1988; 37: 1595 – 1607.
17. World Health Organization: Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva. World Health Organization , 1997 (Tech.. Req. Ser., no. 894).
18. Balkau B, Charles MA. Comment on the provisional report from the WHO consultation: European Group for the Study of insulin resistance (EGIR). *Diabet Med* 1999; 16: 442 – 443.
19. Expert Panel on Detection , Evaluation, And Treatment of High Bloode Cholesterol in Adults: Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol education program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285: 2486 – 2497.

20. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome-a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med* 2006 May; 23(5):469-80.
21. Stern M, Williams K, Gonzalez-Villalpando C et al. Does the metabolic syndrome improve identification of individuals at risk of type 2 diabetes and/or cardiovascular disease? *Diabetes Care* 2004;27(11):2676-81
22. Yoshizumi Tohru, Nakamura T, Yamane M, et al. Abdominal fat: Standardized technique for measurement at CT. *Radiology* 1999; 211: 283-286.
23. Matsuzawa Y, Nakamura T, Takahashi M, et al. (The Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan, Japan Society for the Study of Obesity). *Circ J* 2002; 66: 987-982.
24. Lemieux I, Pascot A, Couillard Ch, et al. Hipertriglyceridemic waist: A marker of the atherogenic matabolic triad. (Hyperinsulinemia; Hyperapolipoprotein B; Small, dense LDL) in men?. *Circulation* 2000; 102: 179 – 184.
- 25 Maritza Perez, Juan P. Casas, Luz A. Cubillos, Norma C. Serrano, Federico Silva Carlos A. Morillo, Patricio Lopez Jaramillo. Using waist circumference as a screening tool to identify colombian subjects at cardiovascular risk. *Eur J Cardiovasc Prevention Rehas* 2003; 10:328–335

26. Aschner P, Buendía R, Brajkovich I, Gonzalez A, Figueredo R, Juarez XE, Uriza F, Gomez AM, Ponte CI. Determination of the cutoff point for waist circumference that establishes the presence of abdominal obesity in Latin American men and women. *Diabetes Res Clin Pract.* 2011 Aug;93(2):243-7. Epub 2011 May 31.
27. Mami Unno, Norihiro Furusyo Haru Mukae, Tsunehisa Koga, Kunimitsu Eiraku and Jun Hayashi. The Utility of Visceral Fat Level by Bioelectrical Impedance Analysis in the Screening of Metabolic Syndrome — The Results of the Kyushu and Okinawa Population Study (KOPS) . *J Atheroscler Thromb*, 2012; 19:462-470.
28. Ogawa H, Fujitani K, Tsujinaka T, Imanishi K, Shirakata H, Kantani A, Hirao M, Kurokawa Y, Utsumi S: InBody 720 as a new method of evaluating visceral obesity. *Hepa- togastroenterology*, 2011; 58: 42-44
29. Xu I. Comparisons of body-composition prediction accuracy: a study of 2 bioelectric impedance consumer devices in healthy Chinese persons using DXA and MRI as criteria methods. *J Clin Densitom.* 2011 Oct-Dec;14(4):458-64. Epub 2011 Aug 10.
30. Browning Validity of a New Abdominal Bioelectrical Impedance device to Measure Abdominal and Visceral Fat: comparison With MRI . *Obesity* (2010) 18, 2385–2391
31. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, King J, Vashi PG, Grutsch JF, Lammersfeld CA. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutr J* 2008; 7: 19.
32. Oguz Ogretmeno lu Body Fat Composition: A Predictive Factor for Obstructive Sleep Apnea *Laryngoscope*, 115:1493–1498, 2005

33. Seon Yeong Lee^{a,b} and Dympna Gallaghere^c Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 2008, 11:566–5