

## Indicadores Antropométricos de Resistencia a la Insulina

Ana Carolina Vasques<sup>1</sup>, Lina Rosado<sup>1</sup>, Gilberto Rosado<sup>1</sup>, Rita de Cassia Ribeiro<sup>1</sup>, Sylvia Franceschini<sup>1</sup>, Bruno Geloneze<sup>2</sup>

Universidade Federal de Viçosa (UFV)<sup>1</sup>, Viçosa, MG; Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)<sup>2</sup>, Campinas, SP - Brasil

### Resumen

Algunos estudios han analizado la eficiencia de indicadores antropométricos para predecir resistencia a la insulina (RI), por ser más económicos y accesibles. En este estudio, se buscó discutir sobre las medidas e índices antropométricos que han sido asociados a la RI. Se realizó un levantamiento bibliográfico en las bases *Scielo*, *Science Direct* y *Pubmed*. Entre los estudios analizados, perímetro de la cintura y diámetro abdominal sagital presentaron mejor capacidad predictiva para RI, con resultados más consistentes. Las relaciones cintura/muslo, cintura/estatura, cuello/muslo, el índice de conicidad y el índice sagital demostraron resultados positivos, con todo son necesarios más estudios para consolidarlos como predictores de RI. Los resultados obtenidos con el uso del índice de masa corporal y de la relación cintura/cadera fueron más inconsistentes. Se sugiere la realización de estudios evaluando el desempeño de esos indicadores para predecir RI en la población brasileña, pues resultados de estudios hechos con otras poblaciones muchas veces no son aplicables a la nuestra, debido a las diferencias étnicas resultantes de la gran mezcla de razas en el País.

### Introducción

El síndrome de resistencia a la insulina (RI) es uno de los principales factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares, presentando elevada morbimortalidad y elevados costos socioeconómicos. La RI, considerada el nexo entre las demás alteraciones fisiológicas que componen el complejo cuadro de ese síndrome, está asociada a la obesidad visceral, a la hipertensión arterial, a la intolerancia a la glucosa, a la diabetes tipo 2, a las dislipidemias, a la hiperuricemia, entre otras alteraciones metabólicas<sup>1-3</sup>.

La evaluación de la RI ha recibido considerable atención en los últimos años. En Brasil, la determinación de la RI todavía no hace parte de los exámenes médicos de rutina y

no está disponible en la mayoría de los servicios de salud. Los métodos de laboratorio para la determinación de la RI son dispendiosos y con deficiencias de estandarización para su ejecución, limitando la comparación entre los resultados de diferentes laboratorios y su aplicación en la práctica clínica<sup>4</sup>.

Estudios han correlacionado las medidas antropométricas aisladas y los índices antropométricos con la RI<sup>5-9</sup>. Los indicadores antropométricos surgen como una alternativa para la evaluación de la RI con menor costo y mayor facilidad de aplicación en los estudios epidemiológicos y en los servicios de atención básica a la salud. En virtud de la importancia de ese tema, se procuró discutir sobre las principales medidas e índices antropométricos que han sido asociados a la RI.

### Metodología

Se realizó un levantamiento bibliográfico con consulta a periódicos disponibles en las bases científicas *Scielo*, *Science Direct* y *Pubmed*. Los descriptores utilizados para la búsqueda de los artículos fueron: resistencia a la insulina (*insulin resistance*); antropometría (*anthropometry*); índice de masa corporal (*body mass index*); circunferencia de la cintura (*waist circumference*); diámetro abdominal sagital (*sagittal abdominal diameter*); relación cintura-cadera (*waist-hip ratio*); índice de conicidad (*conicity index*); relación cintura-muslo (*waist-thigh ratio*); circunferencia del cuello (*neck circumference*); y relación cintura-estatura (*waist-stature ratio*). Fueron seleccionados artículos publicados entre 1990 y 2007, además de la incorporación de trabajos clásicos referentes al tema publicados anteriormente. La mayoría de los estudios incluidos en esta revisión fue transversal. También fueron discutidos algunos trabajos del tipo caso-control y algunas cohortes. Fueron incluidos artículos caracterizados por rigor científico no tocante al tamaño de la muestra y análisis estadística adecuados a los objetivos del estudio.

### Resistencia a la insulina

#### Determinación de laboratorio

La RI puede ser determinada de forma directa, a partir de la administración de cantidad predeterminada de insulina exógena, o de forma indirecta, basándose en las concentraciones de insulina endógena<sup>10</sup>.

El *clamp* euglicémico hiperinsulinémico es un ejemplo de técnica directa que permite la determinación de la cantidad de insulina metabolizada por los tejidos periféricos durante la estimulación con insulina. Aunque actualmente sea la técnica estándar-oro para evaluación de la RI *in*

### Palabras clave

Resistencia a la insulina, antropometría, obesidad, grasa intra-abdominal, circunferencia abdominal.

Correspondencia: Ana Carolina Junqueira Vasques •

Laboratório LIMED - Gastrocentro - UNICAMP

Rua Carlos Chagas, 420 - 13081-970 - Barão Geraldo, Campinas, SP - Brasil

E-mail: anacarolinavasques@yahoo.com.br

Artículo recibido el 29/08/08; revisado recibido el 17/03/09; aceptado el 11/05/09.

vivo, es dispendiosa, demorada y de alta complejidad, siendo inviable su aplicación en estudios poblacionales, y principalmente en la práctica clínica<sup>11</sup>.

El índice HOMA (*Homeostasis Model Assessment*) representa una de las alternativas a la técnica de *clamp* para evaluación de la RI. Es un modelo matemático que predice el nivel de RI a partir de la glucemia e insulinemia basales en las condiciones de homeostasis, siendo representado por la ecuación<sup>12</sup>:

$$\text{HOMA} = [\text{Insulinemia de ayuno (mU/l)} \times \text{Glicemia de ayuno (mmol/l)}] / 22,5$$

El HOMA viene siendo ampliamente utilizado, principalmente en estudios poblacionales, debido a la facilidad de su aplicación y a la correlación fuerte y significativa con las técnicas directas de evaluación de la RI observadas en los trabajos de evaluación<sup>13,14</sup>. Con todo, para diagnóstico o acompañamiento individual, su utilización todavía requiere cautela en las cuestiones relacionadas al muestreo sanguíneo y a la deficiente estandarización de ensayos a ser utilizados por los laboratorios en el dosaje de insulina<sup>4</sup>, señalando la necesidad de métodos más accesibles y viables para la práctica clínica.

## Indicadores antropométricos

El desarrollo de la tomografía computarizada y de la imagen de resonancia magnética representó un avance importante en la investigación de composición corporal en seres humanos, pues permiten la medición esmerada y precisa de las grasas visceral y subcutánea localizadas en la región abdominal. La ultrasonografía y la DEXA (*dual energy x-ray absorptiometry*) también pueden ser utilizadas en la evaluación de la grasa abdominal, aunque esta última no haga la distinción entre grasa subcutánea y visceral<sup>15,16</sup>. Sin embargo, estas técnicas son dispendiosas y muchas veces no están disponibles.

Las medidas antropométricas son indicadores del estado nutricional, presentan bajo costo, inocuidad, simplicidad en su ejecución y han servido como indicadores de la obesidad<sup>17</sup>. Las correlaciones entre indicadores antropométricos y RI han sido ampliamente estudiadas, destacándolos como indicadores no invasivos para la evaluación del riesgo de RI, tanto en la investigación epidemiológica como en la práctica clínica.

Los índices antropométricos pueden ser clasificados según el tipo de obesidad evaluada<sup>17</sup>. Entre los indicadores de obesidad central están el perímetro de la cintura (PC), el diámetro abdominal sagital (DAS), el índice de conicidad (ICO) y la relación cintura/estatura (RCE). La distribución de la grasa corporal ha sido evaluada por la relación cintura/cadera (RCC), por el índice sagital (IS), por la relación cintura/muslo (RCintM) y por la relación cuello/muslo (RCueM). Para la obesidad generalizada, el índice de masa corporal (IMC) ha sido el más utilizado. La Tabla 1 detalla los principales estudios discutidos en esta revisión que evaluaron los indicadores antropométricos como predictores de RI.

Aunque los indicadores de obesidad estén relacionados a la RI, vale alertar que la RI no es una alteración metabólica exclusiva de individuos portadores de obesidad y de diabetes *mellitus* tipo 2, como sucede en los pacientes portadores

de diabetes lipoatrófico, en que hay defecto genético de la acción de la insulina en individuos magros. De la misma forma, algunos pacientes con IMC normal pueden presentar RI en virtud de la acumulación de grasa visceral, constituyendo el fenotipo conocido como MONW - *Metabolically Obese Normal Weight*<sup>18</sup>.

## Perímetro de la cintura

La practicidad de aplicación del perímetro de la cintura (PC), su asociación con factores de riesgo cardiovascular y la correlación fuerte con el área de grasa visceral medida por tomografía computarizada, del orden de 0,73 a 0,81<sup>19,20</sup>, son características que lo volvieron el indicador de adiposidad abdominal más utilizado. Además, la evaluación del PC está en las propuestas del *European Group for the Study of Insulin Resistance*<sup>21</sup>, de la *International Diabetes Federation*<sup>22</sup> y del *National Cholesterol Education Program - NCEP-ATP III*<sup>23</sup> para el diagnóstico del síndrome de RI.

En 1995, Han et al<sup>24</sup> demostraron que valores de PC encima de 80 y 88 cm para las mujeres y encima de 94 cm y de 102 cm para los hombres indicaban riesgo aumentado y muy aumentado, respectivamente, de complicaciones metabólicas. Posteriormente, el NCEP-ATP III<sup>23</sup> adoptó los valores de 88 y 102 cm para el diagnóstico de obesidad central en mujeres y hombres, respectivamente, los cuales han sido utilizados inclusive en el Brasil. Las poblaciones difieren entre sí de acuerdo con el nivel de riesgo presentado para un dado PC, siendo imposible la determinación de puntos de corte globalmente aplicables. La *International Diabetes Federation* recomienda la utilización de diferentes puntos de corte según la etnia (Tabla 2)<sup>22</sup>.

Aunque el PC sea largamente difundido, hay descripciones diferentes para la medición y, consecuentemente, ausencia de consenso entre los investigadores y protocolos publicados, lo que puede generar conflictos en el momento de la toma de la medida. Entre las más utilizadas están el punto medio entre la cresta ilíaca y la última costilla, recomendado por la Organización Mundial de la Salud<sup>25</sup>; la menor cintura entre el tórax y la cadera, recomendada por el *Anthropometric Standardization Reference Manual*<sup>26</sup>; el nivel inmediatamente encima de las crestas ilíacas, recomendado por el *National Institute of Health*<sup>27</sup>; y el nivel umbilical<sup>8</sup> (Figura 1).

Ross et al<sup>28</sup> verificaron que el protocolo utilizado para la medición del PC no posee influencia sustancial en su asociación con las enfermedades cardiovasculares y la diabetes tipo 2. En el estudio de Wang et al<sup>29</sup>, aunque no hayan sido realizadas correlaciones entre PC y riesgo de morbilidades, los autores sugieren que las comparaciones entre diferentes trabajos solamente son válidas cuando el mismo lugar anatómico es utilizado para la medición. Esos investigadores realizaron comparaciones entre las medidas de PC tomadas en cuatro lugares (menor cintura; inmediatamente abajo de la última costilla; punto medio entre la cresta ilíaca y la última costilla e inmediatamente encima de la cresta ilíaca) en 111 individuos. En ambos sexos, fueron encontradas diferencias, mostrando que los cuatro lugares no son idénticos.

Diversos estudios han evaluado la relación entre el PC y la RI. En un trabajo realizado con 8.400 individuos, el PC se

**Tabla 1 - Estudios que evaluaron el desempeño de indicadores antropométricos para identificar resistencia a la insulina**

Ref.	Diseño del estudio	Muestra	Indicadores antropométricos estudiados	Análisis estadístico	Principales resultados
7	Transversal	n = 59 H; 35 - 65 años; IMC: 27,7 - 39,0 kg/m <sup>2</sup>	DAS, IMC, PC, RCC	Correlación y Regresión lineal múltiple	DAS: mayor correlación con SI (r = -0,61; p < 0,01), variable que mejor explicó variación en la SI (R <sup>2</sup> = 0,38, p < 0,001) y único predictor independiente de RI
8	Transversal	n = 6.007 (2.934 H e 3.073 M); 17 - 95 años; IMC: 24,9 ± 3,5 kg/m <sup>2</sup>	IMC, PC, RCintM, RCC	Curva ROC y Regresión logística	RCintM mayor precisión predictiva para diabetes (área abajo de la curva de 0,749, p < 0,0001) y mayor Odds ratio para riesgo de diabetes (1,811; p < 0,0001)
17	Transversal	n = 2.895 (1.412 H e 1.483 M); 46,0 ± 13,0 años; IMC: 24,0 ± 3,4 kg/m <sup>2</sup>	IMC, PC, RCE, RCC	Curva ROC	RCE: mayor precisión predictiva para factores de riesgo cardiovascular (p < 0,001)
19	Cohorte	n = 151 (81 H e 70 M); 23 a 50 años; IMC: 18 - 47 kg/m <sup>2</sup>	DAS, PC e RCC	Correlación y ANOVA	DAS e PC: correlaciones más fuertes con IJ (p < 0,01) y aumento más consistente con el aumento de la IJ en la distribución por quintil
31	Transversal	N = 84 (55 H e 39 M); 18 - 80 años	ICO, PC, PCad, RCC,	Regresión multivariada	PC: primera variable en el análisis de regresión, contribuyendo por 37% de la variación de la SI
32	Caso-control	n = 150 controles sanos y 150 casos diabéticos tipo 2; 53,5 ± 10 años; IMC: 22,58 ± 3,9 kg/m <sup>2</sup>	ICO, IMC, PC, RCC	Curva ROC	PC: mayor precisión predictiva para el riesgo de diabetes (Área abajo de la curva de 0,77 H e 0,74 M, p < 0,05)
33	Transversal	n = 164 (78 H e 86 M) individuos sanos; 22 - 50 años; IMC: 29,7 ± 0,7 kg/m <sup>2</sup>	IMC e PC	Regresión lineal múltiple stepwise Curva ROC	PC: único predictor independiente de RI (R <sup>2</sup> = 0,496; p < 0,0005) e mayor precisión predictiva para RI (Área abajo de la curva de 0,93 H e 0,89 M, p < 0,05)
38	Transversal	n = 1.420 jóvenes adultos; 20-38 años	DAS, IMC, PC, PCad, RCE, RCC	Correlación de Pearson Correlación canónica	DAS e RCE: correlaciones más fuertes con IJ (p < 0,001) DAS: correlación más fuerte con IJ (p < 0,05)
44	Transversal	n = 157 M; 36 - 69 años; IMC: 18,7 - 41,2 kg/m <sup>2</sup>	DAS, IMC, PC, RCC	Correlación Regresión lineal múltiple	DAS: correlación más fuerte con RI (r = 0,48; p < 0,0001) y único predictor independiente de RI
51	Cohorte	n = 541 (217 H e 324 M); IMC: media de 24,7 kg/m <sup>2</sup>	IMC, PC, Perímetro do cuello, RCC	Comparación entre quintiles	El perímetro del cuello y los demás indicadores antropométricos aumentaron con el aumento de la IJ
52	Transversal	n = 561 individuos sanos (231 H e 330 M); 46,0 ± 16 años; IMC: 26,5 ± 5,0 kg/m <sup>2</sup>	Perímetro del cuello	Correlación	El perímetro del cuello se correlacionó con los componentes del síndrome de RI (p < 0,05)
59	Transversal	n = 280 mujeres sanas; 18-24 años	ICO, RCC	Correlación	ICO y RC: presentaron correlaciones débiles y semejantes con RI (r = 0,13 e r = 0,12 p < 0,05)
62	Transversal	n = 330 (139 H e 191 M) individuos sanos, edad 50 ± 1 años y IMC: 18,5 - 46,6 kg/m <sup>2</sup>	IMC, PC	Correlación y ANOVA	IMC y PC: correlaciones con SI de 0,57 y 0,57; p < 0,001. Estratificación por IMC: individuos con mayor PC tuvieron menor SI. Estratificación por PC: individuos con mayor IMC tuvieron menor SI. Ambos índices tuvieron desempeño semejante.
64	Transversal	n = 267 diabéticos tipo 2; 30 - 79 años e IMC: 17 - 24,9 kg/m <sup>2</sup>	IMC e indicadores bioquímicos	Correlación y Regresión logística	IMC: mayor correlación con RI (r = 0,25) y único factor asociado con la RI en el análisis de regresión (Odds ratio = 1,51; p < 0,001)

PC - perímetro da cintura; Pcad - perímetro de cadera; DAS - diámetro abdominal sagital; H - hombres; ICO - índice de conicidad; IJ - insulínemia de ayuno; IMC - índice de masa corporal; IRM - imagen de resonancia magnética; M - mujeres; RCintM - relación cintura-muslo; RCE - relación cintura-estatura; RCC - relación cintura-cadera; RI - resistencia a la insulina; SI - sensibilidad a la insulina.

asoció de forma positiva e independiente a la diabetes tipo 2<sup>30</sup>. En el trabajo de Weidner et al<sup>31</sup>, el PC fue la primera variable antropométrica en el análisis de regresión multivariada, contribuyendo con aproximadamente 37% para una variación en la sensibilidad a la insulina. En un estudio caso-control realizado con 300 indios (India), el PC fue identificado como el predictor más preciso de riesgo para diabetes tipo 2 y sus indicadores bioquímicos<sup>32</sup>.

En un trabajo conducido con caucásicos, el PC fue

identificado como fuerte predictor de RI, especialmente en los hombres. Fueron evaluados los mejores puntos de corte de PC para la predicción de la RI, siendo 97,5 cm y 106,5 cm los valores encontrados para las mujeres y hombres, respectivamente. Con todo, cuando son comparados a los valores de 88 cm para las mujeres y de 102 cm para los hombres, recomendados por el NCEP-ATP III<sup>23</sup>, los nuevos puntos de corte no se mostraron superiores en identificar individuos con RI<sup>33</sup>.

**Tabla 2 - Puntos de corte para clasificación de obesidad central a partir del perímetro de la cintura**

Etnia	Perímetro de la cintura (cm)	
	Hombres	Mujeres
América Central y del Sur (amerindios)	≥ 90	≥ 80
China	≥ 90	≥ 80
Europa	≥ 94	≥ 80
Japón	≥ 85	≥ 90
Sur asiático	≥ 90	≥ 80

Fuente: Alberti et al<sup>22</sup>

En el estudio de Poulriot et al<sup>19</sup>, el incremento en las medidas de PC fue consistente al aumento en la glucemia e insulinemia de ayuno y post-prandial, especialmente en las mujeres, sugiriendo que esas medidas son indicadores de riesgo cardiovascular. Los autores sugieren que valores de PC encima de 100 cm están relacionados a una mayor posibilidad de desarrollo de complicaciones metabólicas.

### Diámetro abdominal sagital

El diámetro abdominal sagital (DAS) representa la altura abdominal, comprendiendo la distancia entre la espalda y el abdomen<sup>34</sup>. Puede ser medido con el individuo de pie<sup>35</sup> o en la posición supina (Figura 2), siendo esta última la posición más utilizada<sup>7,35,36</sup>.

En la posición supina, el tejido adiposo visceral tiende a elevar la pared abdominal en la dirección sagital, y el tejido adiposo abdominal subcutáneo anterior o lateral comprime el abdomen, o tiende a descender hacia los lados debido a la fuerza de la gravedad. Así, se espera que el DAS medido

en la posición supina refleje principalmente el volumen de tejido adiposo visceral<sup>37</sup>.

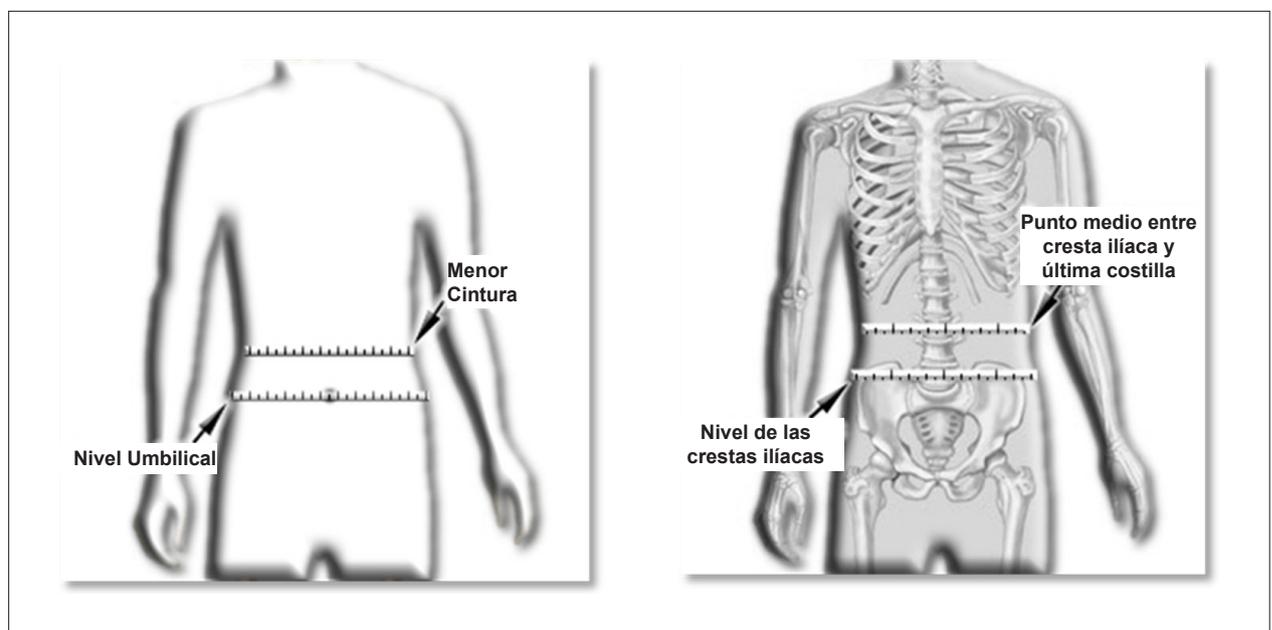
El lugar anatómico utilizado para la medición diverge entre los estudios, siendo utilizada la menor cintura entre el tórax y la cadera<sup>38</sup>; la mayor altura abdominal<sup>39</sup>; la cicatriz umbilical<sup>40</sup> el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca<sup>36</sup>; y el punto medio entre las crestas ilíacas<sup>41</sup>. Este último coincide con la ubicación de las vértebras lumbares L4 e L5, el lugar más utilizado por las técnicas de imagen para cuantificación del área de tejido adiposo visceral y, tal vez, el más indicado para la medición del DAS<sup>42</sup>.

La medición del DAS puede ser realizada por antropometría con el auxilio de un caliper abdominal, o por técnicas de imagen, como la tomografía computarizada o la imagen de resonancia magnética, pues varios estudios demostraron fuerte correlación entre ambas técnicas<sup>36,43</sup>.

El DAS ha sido recomendado como indicador de deposición de grasa abdominal visceral y de evaluación del riesgo cardiovascular<sup>44,45</sup>. Recientemente, fueron propuestos puntos de corte para la evaluación del DAS en brasileños basados en una cantidad de grasa abdominal visceral elevada, correspondiente a valor superior a 100 cm<sup>2</sup>. Para el sexo femenino y masculino, los puntos de corte fueron 19,3 y 20,5 cm, respectivamente<sup>20</sup>.

El DAS ha mostrado fuerte asociación con la intolerancia a la glucosa y a la RI. Gustat et al<sup>38</sup> identificaron el DAS como predictor independiente de glucemia e insulinemia, señalando esa medida antropométrica como excelente marcador de RI.

En el estudio de Risérus et al<sup>7</sup>, el DAS presentó correlación más fuerte con RI, glucemia, insulinemia, péptidos C e hiperproinsulinemia que el IMC, el PC y la RCC. En el análisis de regresión múltiple univariada, incluyendo todas las variables antropométricas, el DAS fue el único predictor independiente de RI. En el estudio de Petersson et al<sup>44</sup>,



**Fig. 1 - Ilustración de los lugares anatómicos utilizados para la medición del perímetro de la cintura.**

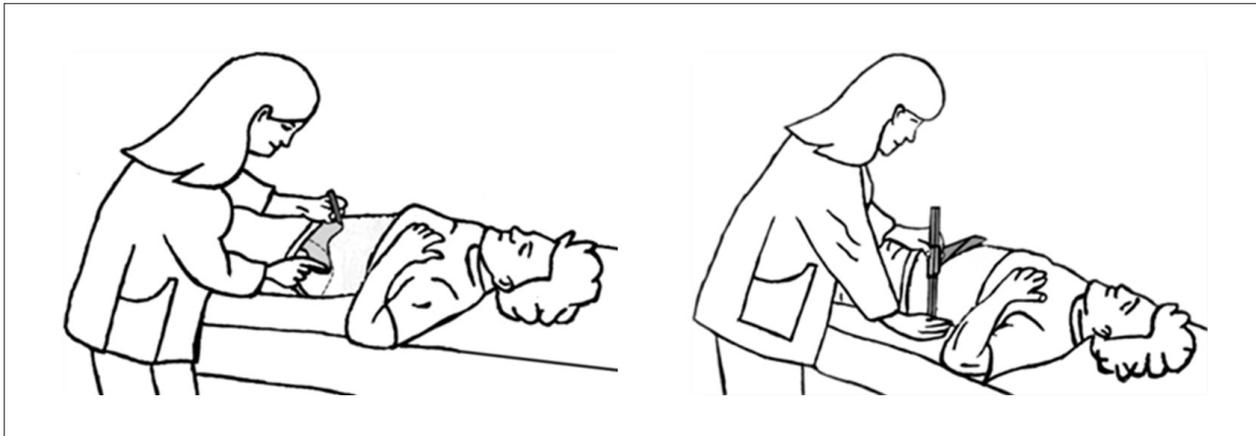


Fig. 2 - Medida del diámetro abdominal sagital en la posición supina.

conducido con mujeres suecas, el DAS también fue el mejor marcador clínico de RI entre los demás, incluyendo el PC, la RCC y el IMC. En el estudio de Pouliot et al<sup>19</sup>, además del PC, el incremento en el DAS también fue consistente al aumento en la glucemia e insulinemia de ayuno y post-prandial. En ese trabajo, valores de DAS encima de 25 cm estaban asociados a la mayor probabilidad de desarrollo de disturbios metabólicos con potencial aterogénico.

### Relación cintura/cadera

La relación cintura/cadera (RCC) es el índice de distribución regional de la grasa corporal más utilizado en la investigación epidemiológica. Se basa en la razón entre los valores de PC y el perímetro de la cadera (PCad). El lugar anatómico más utilizado para la medición del PCad es a la altura del gran trocánter, recomendado por la OMS<sup>25</sup>. El PC y el PCad reflejan diferentes aspectos de la composición corporal y poseen efectos independientes y opuestos en la determinación del riesgo de enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo. Cinturas estrechas y caderas anchas están asociadas a la protección contra enfermedades cardiovasculares. Esa relación ha sido explicada por la siguiente teoría: cadera estrecha refleja una cantidad reducida de masa muscular, lo que contribuye a la menor actividad de la insulina en la musculatura esquelética y para menor concentración y actividad de la lipasa lipoproteica en los músculos, con concomitante reducción en la captación y utilización de los ácidos grasos por las células musculares. En contrapartida, cadera ancha presenta mayor concentración de la lipasa lipoproteica debido a la mayor cantidad de tejido muscular. Además, hay menor *turnover* de ácidos grasos en el tejido adiposo glúteofemoral en relación al tejido adiposo visceral, lo que favorece la sensibilidad insulínica. Con todo, los efectos independientes de cada uno de los perímetros pueden ser confundidos en la RCC, siendo la interpretación de sus valores bastante más compleja<sup>46</sup>.

La RCC es parcialmente independiente de la adiposidad total. Individuos magros y obesos pueden presentar el mismo valor de RCC, aún habiendo variación interindividual substancial en la masa grasa total y en las áreas de tejido adiposo abdominal visceral y subcutáneo<sup>19</sup>. Además, la RCC puede

mantenerse inalterada aún cuando ocurran modificaciones en la adiposidad corporal debido a alteraciones semejantes en ambos perímetros, que no alteran la relación final. De esa forma, es importante tener cautela al utilizar la RCC como indicador de la acumulación de grasa visceral, siendo esa relación inapropiada para evaluar cambios en la cantidad de grasa visceral durante la pérdida o incremento de peso<sup>47</sup>.

En el estudio de Pouliot et al<sup>19</sup>, aunque la RCC no haya sido la mejor predictora de disturbios en el metabolismo de la glucosa y de la insulina, los autores sugirieron que valores de RCC encima de 0,8 para las mujeres y de 1,0 para los hombres estarían asociados a esas alteraciones metabólicas.

En los trabajos de Riserus et al<sup>7</sup>, Mamtani et al<sup>32</sup> y Petterson et al<sup>44</sup>, la RCC se presentó como un instrumento menos útil para predecir la RI, comparada a las demás medidas antropométricas estudiadas.

### Índice sagital

Aunque menos conocido y utilizado entre los investigadores y los profesionales de la salud, el índice sagital (IS) fue propuesto como una alternativa a la RCC para la estimativa de la distribución de grasa corporal y para la predicción de morbilidades. El IS es representado por la razón entre el DAS (cm) y el perímetro medio del muslo (cm). Para usarlo, se partió del principio de que el DAS y el perímetro medio de la muslo, medido en el punto medio entre el pliegue inguinal y el borde proximal de la rótula (Figura 3), serían medidas con mejor representatividad de los tejidos de interés, comparadas al PC y al PCad, respectivamente<sup>47</sup>.

La medida del perímetro medio del muslo comprende la musculatura esquelética, el fémur y el tejido adiposo subcutáneo e intramuscular. Esos tres tejidos son análogos a los que circundan el contenido intraabdominal, compuesto por la musculatura esquelética, por las vértebras y por el tejido adiposo subcutáneo. Como el tejido adiposo visceral es el compartimiento abdominal de interés, el perímetro medio del muslo representa una medida de comparación con las medidas abdominales<sup>47</sup>. Como ventaja, al contrario del PCad, el perímetro medio del muslo no es afectado por variaciones en la arquitectura pélvica. Además, el perímetro medio del

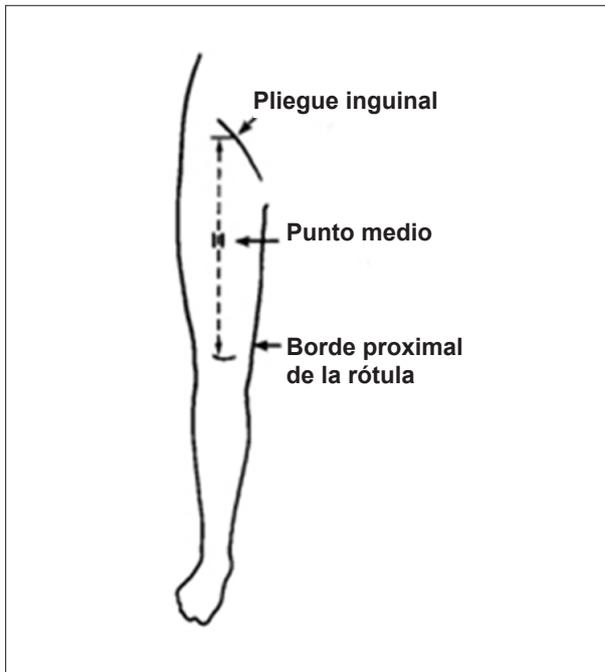


Fig. 3 - Ilustración del lugar anatómico utilizado para la medición del perímetro medio del muslo.

muslo y el DAS son medidas con elevada precisión<sup>34</sup>. El punto medio del muslo es el más utilizado por representar la porción central del músculo, que refleja la masa muscular y la práctica de ejercicio físico. Individuos con elevado contenido de masa muscular y tejido adiposo subcutáneo en el muslo pueden presentar mayor respuesta a la señalización de la insulina y menor riesgo cardiovascular<sup>47</sup>.

En estudio realizado en Brasil, el IS presentó menor correlación con el tejido adiposo visceral que el DAS, mientras tanto no hubo correlación del IS con el área de grasa abdominal subcutánea<sup>20</sup>. En el estudio de Kahn et al<sup>48</sup>, entre las medidas antropométricas tradicionales, como el IMC y la RCQ, el IS fue el mejor predictor de muerte coronaria súbita en hombres. Smith et al<sup>49</sup> evaluaron la fuerza de la asociación de seis parámetros antropométricos con conocidos factores de riesgo cardiovascular en hombres de diferentes etnias. El IS fue el que presentó mayor *odds ratio* para el riesgo de enfermedad cardiovascular. Aunque esos trabajos hayan presentado buenos resultados para el IS, estudios evaluando su utilidad en predecir la RI y demás factores de riesgo cardiovascular todavía son escasos.

#### Relación cintura/muslo

La relación cintura/muslo (RCintM) presenta fundamentación semejante a la aplicada al IS en lo que dice respecto a las ventajas de la utilización del perímetro del muslo en detrimento del PCad, siendo calculada a partir de la razón entre los valores de PC (cm) y el perímetro medio del muslo (cm).

En el estudio de Chuang et al<sup>8</sup>, con orientales (n = 6.007), entre las 32 medidas evaluadas por medio de un *scanning* a

laser en tres dimensiones, el PC, representando el tronco, y el perímetro medio del muslo, representando la parte inferior del cuerpo, fueron los mejores indicadores de diabetes tipo 2. Al comparar la RCintM con indicadores antropométricos conocidos, entre ellos el IMC, la RCC y el PC, los autores identificaron correlaciones más fuertes para la RCintM. En el estudio de Kahn et al<sup>48</sup>, la RCintM presentó buen desempeño para la evaluación del riesgo de enfermedad cardiovascular, paralelamente al IS.

#### Relación cuello/muslo

La relación cuello/muslo (RCueM) comprende la razón entre el perímetro del cuello (cm), medido en el punto medio de la altura del cuello (Figura 4), y el perímetro medio del muslo (cm), los cuales han sido usados como índices de distribución del tejido adiposo subcutáneo de las regiones corporales superior e inferior, respectivamente. Siguiendo el modelo de composición corporal tricopartimental (tejido adiposo subcutáneo y visceral y masa magra), después de ajuste para masa magra y para tejido adiposo visceral, Sjöström et al identificaron correlación positiva entre el perímetro del cuello y factores de riesgo cardiovascular relacionados a la RI, mientras que el perímetro del muslo presentó correlación inversa<sup>50</sup>.

Laakso et al<sup>51</sup>, en estudio realizado con 541 adultos distribuidos según quintiles del perímetro del cuello, identificaron mayores frecuencias de hiperglucemia e hiperinsulinemia en los quintiles superiores de la medida, sugiriendo la utilización del perímetro del cuello, en *screenings* poblacionales, como indicador de individuos en riesgo para RI. Ben-Noun y Laor<sup>52</sup> también encontraron correlación significativa entre el perímetro del cuello con diversos factores de riesgo cardiovascular relacionados a la RI.

Aunque los trabajos evaluando la RCueM sean raros, se destaca que el perímetro de cuello representa una medida rápida y fácil de ser realizada, además de no presentar variaciones en su magnitud a lo largo del día.

#### Relación cintura/estatura

La relación cintura/estatura (RCE) comprende la razón entre el PC (cm) y la estatura (cm). Se basa en el presupuesto de

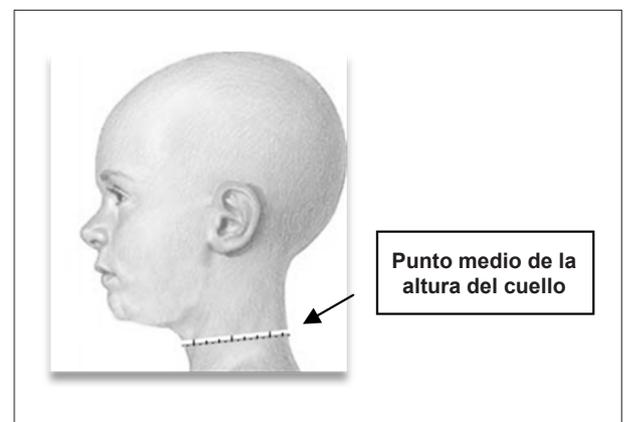


Fig. 4 - Ilustración del lugar anatómico utilizado para la medición del perímetro del cuello.

que, para determinada estatura, hay un grado aceptable de grasa almacenada en la porción superior del cuerpo. Aunque el efecto preciso de la estatura sobre la medida del PC sea cuantitativamente desconocido, algunos autores afirman que a estatura ejerce influencia en la magnitud del PC a lo largo del crecimiento y también en la vida adulta<sup>53,54</sup>.

Trabajos señalan que, además de que la RCE presente buena correlación con la grasa visceral, debería ser el indicador antropométrico utilizado para la predicción de riesgos metabólicos asociados a la obesidad<sup>17,54</sup>. El argumento más utilizado es que el PC<sup>54</sup> y el IMC<sup>55</sup> necesitan diversos puntos de corte dependiendo de la etnia y/o del género<sup>22,25</sup>, lo que supuestamente dificultaría su utilización. Según esos autores, la manutención del valor del PC abajo del valor correspondiente a la mitad de la estatura representaría un mensaje simple y efectivo para toda la población, de modo de auxiliar en la prevención del síndrome de RI<sup>54,55</sup>. En un estudio realizado con hombres iraníes, la RCE presentó mejor desempeño para predecir la diabetes tipo 2 comparada al IMC<sup>9</sup>.

Entre las ventajas de la RCE estaría su relación con los factores de riesgo cardiovascular, incluyendo la insulinemia de ayuno<sup>17</sup>; la elevada sensibilidad para detectar factores de riesgo precozmente, cuando es comparada al IMC; y la simplicidad de ejecución aliada a la facilidad de un único punto de corte para clasificación de los individuos, en que el valor de 0,5, determinado con base en el balance óptimo entre sensibilidad y especificidad, podría ser utilizado universalmente<sup>55,56</sup>. El estudio de Ho et al<sup>17</sup> encontró el valor de 0,48 como mejor punto de corte para predecir hiperinsulinemia en hombres chinos.

A pesar de que la RCE utiliza la estatura y permite su aplicación en diversas etnias, se puede cuestionar si el distinto estándar de distribución de grasa corporal entre hombres y mujeres dificultaría la utilización de un único punto de corte para ambos sexos. Sin embargo, los hombres son más altos y presentan mayores medidas de PC en relación a las mujeres. De esa forma, las medias de RCE son semejantes para ambos sexos debido al ajuste para la estatura<sup>54</sup>.

### Índice de conicidad

Propuesto por Valdez<sup>57</sup>, el índice de conicidad (ICO) representa un indicador de obesidad abdominal. Considera que individuos con menor acumulación de grasa en la región central tendrían la forma corporal semejante a la de un cilindro, mientras que aquellos con mayor acumulación se asemejarían a un doble cono, teniendo este una base en común.

La ecuación del ICO toma en consideración las medidas de PC, peso corporal, estatura y la constante de 0,109, que representa la conversión de las unidades de volumen y masa a unidades de longitud<sup>58</sup>:

$$\text{Índice de conicidad} = \frac{\text{Perímetro de la cintura (m)}}{0,109 \times \sqrt{\frac{\text{Peso corporal (kg)}}{\text{Estatura (m)}}}}$$

El ICO es de interpretación simple, ya que el denominador corresponde al cilindro producido por el peso y por la estatura del evaluado. De esa forma, un ICO igual a 1,20 significa

que el PC es 1,20 vez mayor que el perímetro del cilindro generado a partir del peso y de la estatura de aquea persona, reflejando el exceso de adiposidad en la región abdominal. El ICO no presenta unidad de medida y su franja teórica es de 1,00 (cilindro perfecto) a 1,73 (cono doble)<sup>58</sup>.

Entre sus ventajas, está el hecho de incluir en su estructura un ajuste del PC para peso y estatura, permitiendo comparaciones directas de adiposidad abdominal entre los individuos o entre las poblaciones. Además, el ICO presenta débil correlación con la estatura, lo que es deseable para cualquier indicador de obesidad<sup>57,58</sup>.

En un estudio multicéntrico, reuniendo 2.240 adultos, la insulinemia presentó estándares de correlación consistentes con el ICO<sup>58</sup>. Pitanga y Lessa<sup>6</sup> condujeron un trabajo en Brasil con 2.297 individuos e identificaron el ICO como discriminador de glucemia y de riesgo cardiovascular. Esos autores desarrollaron una tabla para facilitar la utilización del ICO, en la cual, a partir de los valores de peso y estatura se tiene el denominador del índice ya calculado. De esa forma, la conicidad de cualquier valor de cintura, para un peso dado y una dada estatura, puede ser rápidamente analizada, posibilitando pronosticar los riesgos de enfermedades asociadas a la adiposidad abdominal, como la RI.

En contrapartida, en el estudio de Mantzoros et al<sup>59</sup>, realizado en Grecia, con 280 mujeres sanas de 18 a 24 años, el ICO presentó correlación muy débil ( $r = 0,13$ ,  $p = 0,03$ ) con la insulinemia de ayuno. Mamtani y Kuljarni<sup>32</sup>, comparando el desempeño de diversos parámetros antropométricos relacionados a la obesidad central, verificaron que el ICO fue el parámetro que presentó menor precisión predictiva para las medidas de obesidad central. En ese mismo estudio, el ICO no presentó correlación con las glucemias de ayuno y postprandial. Así, se observa la necesidad de más investigaciones acerca de ese índice para determinar su viabilidad en la predicción del riesgo de RI.

### Índice de masa corporal

El índice de masa corporal (IMC) es calculado a partir de la razón entre el peso corporal (kg) y la estatura (m) elevada al cuadrado<sup>60</sup>. Representa el indicador del estado nutricional más conocido y utilizado para evaluación de adultos y añosos, debido a su facilidad de aplicación y al bajo costo. Se caracteriza como un indicador de adiposidad generalizada debido a su incapacidad de evaluar la distribución de la grasa corporal. Modificaciones en el IMC no reflejan el lugar anatómico en el cual el individuo puede haber perdido o ganado peso<sup>61</sup>. De forma general, se observa que el IMC presenta correlaciones más débiles con la grasa visceral que el PC y el DAS<sup>20,43</sup>.

Los trabajos que evaluaron la capacidad del IMC para predecir RI vienen presentando resultados contradictorios. En el estudio de Farin et al<sup>62</sup> no hubo diferencia en la magnitud de las correlaciones entre el IMC y el PC con la RI en caucásicos. A partir del análisis de regresión, ambos indicadores de adiposidad generalizada y central presentaron la misma capacidad de identificar individuos con RI. En el trabajo de Ascaso et al<sup>63</sup>, conducido con españoles, tanto el PC como el IMC se correlacionaron con la RI. En el análisis de regresión logística, apenas el IMC permaneció en el

modelo con una *odds ratio* de 2,6, en tanto que el PC perdió significancia estadística. Chang et al<sup>64</sup> identificaron el IMC como el determinante más importante de RI en orientales. Sin embargo, las correlaciones entre IMC y RI fueron débiles y ese fue el único indicador antropométrico utilizado en el estudio. Ybarra et al<sup>33</sup> afirmaron que los mejores puntos de corte de IMC para predecir la RI son valores a partir de 29,5 kg/m<sup>2</sup> para las mujeres y de 30,5 kg/m<sup>2</sup> para los hombres. Se observa que tales puntos de corte se asemejan al valor de 30 kg/m<sup>2</sup> propuesto por la Organización Mundial de la Salud<sup>25</sup> para la clasificación de la obesidad. Con todo, vale destacar que ese trabajo fue conducido con españoles, no pudiendo ser generalizado a las demás etnias. Stern et al<sup>65</sup> evaluaron 2.321 individuos de diversas etnias e identificaron como puntos de corte para predicción de RI valores de IMC > 28,7 kg/m<sup>2</sup>.

Aunque los trabajos citados hayan señalado resultados positivos para el IMC en la predicción de la RI, diversos estudios que evaluaron medidas de adiposidad central<sup>7,17,44,54,66</sup>, o de distribución de la grasa corporal<sup>8,17</sup>, mostraron la superioridad de estas en relación al IMC, probablemente debido a la asociación entre RI y la acumulación de tejido adiposo visceral, que es mejor representado por esas medidas. Además, debido a la incapacidad del IMC de distinguir entre masa corporal magra y grasa, su utilización para la predicción de la RI puede sobreestimar el riesgo en individuos con elevada cantidad de masa muscular, como atletas, y subestimar el riesgo en añosos, cuya masa muscular generalmente se presenta reducida y hay acumulación aumentada de tejido adiposo visceral<sup>17</sup>.

## Conclusión

La escasez de estudios comparando los diversos indicadores antropométricos en un único trabajo dificulta la

conclusión de cual es el mejor indicador para la predicción de RI. Con todo, el PC y el DAS parecen presentar mejor capacidad predictiva para la RI, ya que los resultados fueron más consistentes entre los trabajos. La RCintM, el ICO, el IS, la RCueM y la RCE han demostrado resultados positivos, con todo más estudios son necesarios para consolidarlos como indicadores de RI. Los resultados del IMC y de la RCC fueron más inconsistentes. Aunque sea extremadamente útil, del punto de vista clínico, identificar los indicadores antropométricos de adiposidad que presentan la mejor capacidad de identificar individuos con RI, es importante considerar que, a partir de ellas, siempre será evaluado el riesgo, pues son métodos alternativos y que, por sí solos, no explican la RI como un todo. Variables importantes de influencia en la modulación de la acción de la insulina como el estilo de vida y los factores genéticos deben ser llevados en consideración.

## Agradecimientos

Apoyo FAPEMIG y CNPq.

## Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

## Fuentes de Financiamiento

El presente estudio fue financiado por el CNPq y FAPEMIG.

## Vinculación Académica

Este artículo es parte de disertación de Maestrado de Ana Carolina Junqueira Vasques por la Universidad Federal de Viçosa.

## Referencias

1. Silva EA, Flexa F, Zanella MT. Obesidade abdominal, resistência à insulina e hipertensão: impacto sobre a massa e a função do ventrículo esquerdo em mulheres. *Arq Bras Cardiol*. 2007; 89 (2): 86-92.
2. Boden-Albala B, Sacco RL, Lee HS, Grahame-Clarke C, Rundek T, Elkind MV, et al. Metabolic syndrome and ischemic stroke risk: Northern Manhattan Study. *Stroke*. 2008; 39 (1): 30-5.
3. Ribeiro Filho FF, Mariosa LS, Ferreira SR, Zanella MT. Gordura visceral e síndrome metabólica: mais que uma simples associação. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006; 50 (2): 230-8.
4. Vasques ACJ, Rosado LEFPL, Alfenas RCG, Geloneze B. Análise crítica do uso dos índices do Homeostasis Model Assessment (HOMA) na avaliação da resistência à insulina e capacidade funcional das células-β pancreáticas. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008; 52 (1): 32-9.
5. Taniguchi A, Fukushima M, Sakai M, Kataoka K, Nagata I, Doi K, et al. The role of the body mass index and triglyceride levels in identifying insulin-sensitive and insulin-resistant variants in Japanese non-insulin-dependent diabetic patients. *Metabolism*. 2000; 49 (8): 1001-5.
6. Pitanga FJG, Lessa I. Sensibilidade e especificidade do índice de conicidade como discriminador do risco coronariano de adultos em Salvador, Brasil. *Rev Bras Epidemiol*. 2004; 7 (3): 259-69.
7. Riserus U, Arnlov J, Brismar K, Zethelius B, Berglund L, Vessby B. Sagittal abdominal diameter is a strong anthropometric marker of insulin resistance and hyperproinsulinemia in obese men. *Diabetes Care*. 2004; 27 (8): 2041-6.
8. Chuang YC, Hsu KH, Hwang CJ, Hu PM, Lin TM, Chiou WK. Waist-to-thigh ratio can also be a better indicator associated with type 2 diabetes than traditional anthropometrical measurements in Taiwan population. *Ann Epidemiol*. 2006; 16 (5): 321-31.
9. Meshkani R, Taghikhani M, Larijani B, Khatami S, Khoshbin E, Adeli K. The relationship between homeostasis model assessment and cardiovascular risk factors in Iranian subjects with normal fasting glucose and normal glucose tolerance. *Clin Chim Acta*. 2006; 371 (1-2): 169-75.
10. Geloneze B, Tambascia MA. Avaliação laboratorial e diagnóstico de resistência insulínica. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006; 50 (2): 208-15.
11. DeFronzo RA, Tobin JD, Andres R. Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. *Am J Physiol*. 1979; 237 (3): 214-23.
12. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985; 28 (7): 412-9.
13. Hermans MP, Pepersack TM, Codeaux LH, Beyer I, Turc AP. Prevalence and determinants of impaired glucose metabolism in frail elderly patients: the

- Belgian Elderly Diabetes Survey (BEDS). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005; 60 (2): 241-7.
14. Bonora E, Targher G, Alberiche M, Bonadonna RC, Saggiani F, Zenere MB, et al. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity: studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity. *Diabetes Care*. 2000; 23 (1): 57-63.
15. Ross R. Advances in the application of imaging methods in applied and clinical physiology. *Acta Diabetol*. 2003; 40 (Suppl 1): 45-50.
16. Leite CC, Matsuda D, Wajchenberg BL, Cerri GG, Halpern A. Correlação da medida de espessura intra-abdominal medida pela ultra-sonografia com os fatores de risco cardiovascular. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2000; 44 (1): 49-56.
17. Ho SY, Lam TH, Janus ED. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. *Ann Epidemiol*. 2003; 13 (10): 683-91.
18. Conus F, Allison DB, Rabasa-Lhoret R, St-Onge M, St-Pierre DH, Tremblay-Lebeau A, et al. Metabolic and behavioral characteristics of metabolically obese but normal-weight women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004; 89 (10): 5013-20.
19. Poulriot MC, Despres JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol*. 1994; 73 (7): 460-8.
20. Sampaio LR, Simoes EJ, Assis AM, Ramos LR. Validade e confiabilidade do diâmetro abdominal sagital enquanto preditor de gordura abdominal visceral. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2007; 51 (6): 980-6.
21. 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 (5): 442-3.
22. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome--a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med*. 2006; 23 (5): 469-80.
23. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood 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 (19): 2486-97.
24. Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ*. 1995; 311: 1401-5.
25. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva: WHO Technical Report Series 894. World Health Organization, 2000.
26. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Pub; 1988.
27. National Institute of Health (NIH). The practical guide identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. Bethesda: NIH; 2000.
28. Ross R, Berentzen T, Bradshaw AJ, Jansson I, Kahn HS, Katzmarzyk PT, et al. Does the relationship between waist circumference, morbidity and mortality depend on measurement protocol for waist circumference? *Obes Rev*. 2007; 9 (4): 312-25.
29. Wang J, Thornton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB, et al. Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr*. 2003; 77 (2): 379-84.
30. Snijder MB, Zimmet PZ, Visser M, Dekker JM, Seidell JC, Shaw JE. Independent and opposite associations of waist and hip circumferences with diabetes, hypertension and dyslipidemia: the AusDiab Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28 (3): 402-9.
31. Weidner MD, Gavigan KE, Tyndall GL, Hickey MS, McCammon MR, Houmard JA. Which anthropometric indices of regional adiposity are related to the insulin resistance of aging? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1995; 19 (5): 325-30.
32. Mamtani MR, Kulkarni HR. Predictive performance of anthropometric indexes of central obesity for the risk of type 2 diabetes. *Arch Med Res*. 2005; 36 (5): 581-9.
33. Ybarra J, Sanchez-Hernandez J, Pou J, Fernandez S, Gich I, Ordonez-Llamos J, et al. Anthropometrical measures are easily obtainable sensitive and specific predictors of insulin resistance in healthy individuals. *Prevention and Control*. 2005; 1 (2): 175-81.
34. Williamson DF, Kahn HS, Worthman CM, Burnette JC, Russell CM. Precision of recumbent anthropometry. *Am J Hum Biol*. 1993; 5 (2): 159-67.
35. Iribarren C, Darbinian JA, Lo JC, Fireman BH, Go AS. Value of the sagittal abdominal diameter in coronary heart disease risk assessment: cohort study in a large, multiethnic population. *Am J Epidemiol*. 2006; 164 (12): 1150-9.
36. van der Kooy K, Leenen R, Seidell JC, Deurenberg P, Visser M. Abdominal diameters as indicators of visceral fat: comparison between magnetic resonance imaging and anthropometry. *Br J Nutr*. 1993; 70 (1): 47-58.
37. Sjöström L. A computer-tomography based multicompartment body composition technique and anthropometric predictions of lean body mass, total and subcutaneous adipose tissue. *Int J Obes*. 1991; 15 (Suppl 2): 19-30.
38. Gustat J, Elkasabany A, Srinivasan S, Berenson GS. Relation of abdominal height to cardiovascular risk factors in young adults: the Bogalusa heart study. *Am J Epidemiol*. 2000; 151 (9): 885-91.
39. Kullberg J, von Below C, Lonn L, Lind L, Ahlstrom H, Johansson L. Practical approach for estimation of subcutaneous and visceral adipose tissue. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2007; 27 (3): 148-53.
40. Ohrvall M, Berglund L, Vessby B. Sagittal abdominal diameter compared with other anthropometric measurements in relation to cardiovascular risk. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24 (4): 497-501.
41. Kahn HS, Simoes EJ, Koponen M, Hanzlick R. The abdominal diameter index and sudden coronary death in men. *Am J Cardiol*. 1996; 78 (8): 961-4.
42. Kahn HS. Alternative anthropometric measures of risk: possible improvements on the waist-hip ratio. In: Medeiros-Neto G, Halpern A, Bouchard C. (eds.). *Progress in obesity research*. 9th ed. London: John Libbey Eurotext Ltd; 2003 .p. 639-43.
43. Despres JP, Prud'homme D, Poulriot MC, Tremblay A, Bouchard C. Estimation of deep abdominal adipose-tissue accumulation from simple anthropometric measurements in men. *Am J Clin Nutr*. 1991; 54 (3): 471-7.
44. Petersson H, Daryani A, Riserus U. Sagittal abdominal diameter as a marker of inflammation and insulin resistance among immigrant women from the Middle East and native Swedish women: a cross-sectional study. *Cardiovasc Diabetol*. 2007; 6: 10.
45. Seidell JC, Perusse L, Despres JP, Bouchard C. Waist and hip circumferences have independent and opposite effects on cardiovascular disease risk factors: the Quebec Family Study. *Am J Clin Nutr*. 2001; 74 (3): 315-21.
46. van der Kooy K, Leenen R, Seidell JC, Deurenberg P, Droop A, Bakker CJ. Waist-hip ratio is a poor predictor of changes in visceral fat. *Am J Clin Nutr*. 1993; 57 (3): 327-33.
47. Kahn HS. Choosing an index for abdominal obesity: an opportunity for epidemiologic clarification. *J Clin Epidemiol*. 1993; 46: 491-4.
48. Kahn HS, Austin H, Williamson DF, Arensberg D. Simple anthropometric indices associated with ischemic heart disease. *J Clin Epidemiol*. 1996; 49 (9): 1017-24.
49. Smith DA, Ness EM, Herbert R, Schechter CB, Phillips RA, Diamond JA, et al. Abdominal diameter index: a more powerful anthropometric measure for prevalent coronary heart disease risk in adult males. *Diabetes Obes Metab*. 2005; 7 (4): 370-80.
50. Sjöström CD, Håkangård AC, Lissner L, Sjöström L. Body compartment and subcutaneous adipose tissue distribution- risk factor patterns in obese subjects. *Obes Res*. 1995; 3: 9-22.
51. Laakso M, Matilainen V, Keinänen-Kiukaanniemi S. Association of neck circumference with insulin resistance-related factors. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002; 26 (6): 873-5.
52. Ben-Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. *Obes Res*. 2003; 11 (2): 226-31.

53. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message--'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes*. 2006; 30 (6): 988-92.
54. Parikh RM, Joshi SR, Menon PS, Shah NS. Index of central obesity: a novel parameter. *Med Hypotheses*. 2007; 68 (6): 1272-5.
55. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr*. 2005; 56 (5): 303-7.
56. Hsieh SD, Muto T. The superiority of waist-to-height ratio as an anthropometric index to evaluate clustering of coronary risk factors among non-obese men and women. *Prev Med*. 2005; 40 (2): 216-20.
57. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol*. 1991; 44 (9): 955-6.
58. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease: a cross-population study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993; 17 (2): 77-82.
59. Mantzoros CS, Evagelopoulou K, Georgiadis EI, Katsilambros N. Conicity index as a predictor of blood pressure levels, insulin and triglyceride concentrations of healthy premenopausal women. *Horm Metab Res*. 1996; 28 (1): 32-4.
60. Monteiro JC. Obesidade: diagnóstico, métodos e fundamentos. In: Halpern A, Matos AFC, Suplicy HL, Mancini MC, Zanella MT. *Obesidade*. São Paulo: Lemos; 1998. p. 31.
61. Snijder MB, van Dam RM, Visser M, Seidell JC. What aspects of body fat are particularly hazardous and how do we measure them? *Int J Epidemiol*. 2006; 35 (1): 83-92.
62. Farin HM, Abbasi F, Reaven GM. Body mass index and waist circumference both contribute to differences in insulin-mediated glucose disposal in nondiabetic adults. *Am J Clin Nutr*. 2006; 83 (1): 47-51.
63. Ascaso JF, Romero P, Real JT, Priego A, Valdecabres C, Carmena R. Insulin resistance quantification by fasting insulin plasma values and HOMA index in a non-diabetic population. *Med Clin*. 2001; 117 (14): 530-3.
64. Chang SA, Kim HS, Yoon KH, Ko SH, Kwon HS, Kim SR, et al. Body mass index is the most important determining factor for the degree of insulin resistance in non-obese type 2 diabetic patients in Korea. *Metabolism*. 2004; 53 (2): 142-6.
65. Stern SE, Williams K, Ferrannini E, DeFronzo RA, Bogardus C, Stern MP. Identification of individuals with insulin resistance using routine clinical measurements. *Diabetes*. 2005; 54 (2): 333-9.
66. Tarastchuk JCE, Guerios EE, Bueno RRL, Andrade Pm, Nercolini PC, Ferraz JC, et al. Obesidade e intervenção coronariana: devemos continuar valorizando o Índice de Massa Corpórea? *Arq Bras Cardiol*. 2008; 90 (5): 311-6.