

## Mediciones Distintas del Diámetro Abdominal Sagital y del Perímetro de la Cintura en la Predicción del HOMA-IR

Ana Carolina Junqueira Vasques<sup>1</sup>, Lina Enriqueta Frandsen Paez de Lima Rosado<sup>1</sup>, Gilberto Paixão Rosado<sup>1</sup>, Rita de Cassia Lanes Ribeiro<sup>1</sup>, Sylvia do Carmo Castro Franceschini<sup>1</sup>, Bruno Geloneze<sup>2</sup>, Silvia Eloiza Priore<sup>1</sup>, Dirce Ribeiro de Oliveira<sup>3</sup>

Universidade Federal de Viçosa<sup>1</sup>, Viçosa, MG; Universidade Estadual de Campinas<sup>2</sup>, Campinas, SP; Universidade Federal de Minas Gerais<sup>3</sup>, Belo Horizonte, MG - Brasil

### Resumen

**Fundamento:** La correlación entre aumento de la grasa visceral y de la resistencia a la insulina pone el diámetro abdominal sagital y el perímetro de la cintura como los instrumentos potenciales para la predicción de resistencia a la insulina.

**Objetivo:** Evaluar la reproductibilidad de distintas mediciones del diámetro abdominal sagital y del perímetro de la cintura y analizar el poder discriminante de las mismas para predecir resistencia a la insulina.

**Métodos:** Se evaluaron a 190 varones adultos. El diámetro abdominal sagital (menor cintura, mayor diámetro abdominal, nivel umbilical y punto promedio entre las crestas ilíacas) y el perímetro de la cintura (nivel umbilical, menor cintura, inmediatamente superior a la cresta ilíaca y punto promedio entre la cresta ilíaca y la última costilla) se calcularon en cuatro locales diferentes. La resistencia a la insulina se evaluó por el índice HOMA-IR.

**Resultados:** Todas las mediciones presentaron correlación intraclase de 0,986-0,999. Tanto el diámetro abdominal sagital calculado en la menor cintura ( $r=0,482$  y  $AUC=0,739\pm 0,049$ ) como el perímetro de la cintura calculado en el punto promedio entre la última costilla y la cresta ilíaca ( $r=0,464$  e  $AUC=0,746\pm 0,05$ ) presentaron mayores correlaciones con el HOMA-IR, así como un mejor poder discriminante para el HOMA-IR según el análisis ROC ( $p<0,001$ ).

**Conclusiones:** El diámetro abdominal sagital y el perímetro de la cintura se evidenciaron altamente reproductibles. El diámetro abdominal sagital (menor cintura) y el perímetro de la cintura (punto promedio la cresta ilíaca y última costilla) presentaron mejor desempeño en predecir el HOMA-IR. Investigaciones en otros grupos de la población brasileña se deben realizar para viabilizar la utilización de estos indicadores de resistencia a la insulina en la población como un todo de forma estandarizada. (Arq Bras Cardiol 2009; 93(5) : 501-508)

**Palabras clave:** Obesidad, resistencia a la insulina, antropometría, circunferencia abdominal, grasa abdominal.

### Introducción

La resistencia a la insulina representa un eslabón importante entre la obesidad y las morbilidades que ocurren en concomitancia con el aumento de la adiposidad visceral. Cuanto más resistente a la insulina es el sujeto, mayor es el riesgo para el desarrollo de diabetes tipo 2 y de enfermedad cardiovascular. Por estar en la base fisiopatológica de diversas condiciones de riesgo cardiometabólico, la identificación precoz de la resistencia a la insulina implica mayor atención a los pacientes<sup>1</sup>.

Los métodos laboratoriales existentes para la evaluación de la resistencia a la insulina todavía son poco aplicables a la práctica clínica, tanto por el alto coste que algunas técnicas presentan como por la deficiente estandarización de los ensayos de insulina utilizados por los laboratorios<sup>2,3</sup>. La fuerte correlación entre aumento de la grasa visceral y aumento de la resistencia a la insulina señala los parámetros antropométricos de extensión de la obesidad abdominal

como posibles indicadores de resistencia a la insulina<sup>4,5</sup>. El diámetro abdominal sagital y el perímetro de la cintura vienen siendo estudiados en este sentido, principalmente debido a la correlación elevada de estos con la grasa visceral<sup>6</sup>, aliada a la facilidad de aplicación y al bajo costo.

El perímetro de la cintura representa una medición antropométrica clásica, además de ser el indicador de adiposidad abdominal más conocido y utilizado. Él está presente en las propuestas del *European Group for the Study of Insulin Resistance*<sup>7</sup>, de la *International Diabetes Federation*<sup>8</sup> y del *National Cholesterol Education Program-NCEP-ATPIII*<sup>9</sup> para el diagnóstico del síndrome metabólico. El diámetro abdominal sagital, aunque menos conocido entre los profesionales y menos difundido en la literatura, viene ganando espacio en el medio científico, principalmente a partir de los trabajos de Henry Kahn, uno de los pioneros que estableció el diámetro abdominal sagital como medida antropométrica predictora del riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular<sup>10,11</sup>. Sin embargo, la ausencia de estandarización internacional respecto al local anatómico utilizado para la medición del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital puede dificultar la comparación entre los resultados de diferentes estudios y la utilización de los mismos en la práctica clínica.

**Correspondencia:** Ana Carolina Junqueira Vasques •

Laboratório LIMED – Gastrocentro – UNICAMP. Rua Carlos Chagas, 420, Cidade Universitária - 13081-970 - Campinas, SP - Brasil

E-mail: anacarolinavasques@yahoo.com.br

Artículo recibido el 24/08/08; revisado recibido el 26/09/08; aceptado el 10/10/08.

Ante el expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivos: evaluar la reproducibilidad del diámetro abdominal sagital y del perímetro de la cintura; comparar diferentes locales anatómicos utilizados para la medición del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital; y, por último, evaluar la eficacia de todas estas mediciones antropométricas en predecir resistencia a la insulina.

## Métodos

Se llevó a cabo un estudio transversal, en que se evaluaron a varones adultos (20-59 años) vinculados a la Universidad Federal de Viçosa (UFV). Se recolectaron los datos en la División de Salud de la UFV, Minas Gerais, Brasil. El Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos aprobó el protocolo del estudio de la UFV y todos los voluntarios firmaron el formulario de consentimiento informado.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes: glucemia de ayuno > 99mg/dL; niveles de LDL-C  $\geq$  160mg/dL; triglicéridos  $\geq$  150mg/dL; historia previa de evento cardiovascular; presencia de hipertensión arterial y uso de medicamentos con efectos en el metabolismo de los carbohidratos y de los lípidos. Se evaluaron a 190 individuos, de los que 138 atendieron a los criterios de inclusión en el estudio y tuvieron la insulinemia de ayuno dosificado.

### Evaluación antropométrica

La evaluación antropométrica se efectuó por un único evaluador entrenado. Se midieron peso y estatura según las técnicas propuestas por Jelliffe<sup>12</sup>. Se calculó el índice de masa corporal a partir de la fórmula:  $IMC = \text{peso} / (\text{estatura})^2$ , expresada en kg/m<sup>2</sup>. Se consideró como exceso de peso corporal valores de  $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ <sup>13</sup>.

El perímetro de la cintura se calculó con la cinta métrica flexible e inelástica, tomándose el cuidado para no haber compresión de los tejidos. Los perímetros de la cintura se midieron en cuatro localizaciones anatómicas distintas: nivel umbilical<sup>14</sup> y menor cintura entre el tórax y la cadera<sup>15</sup>; inmediatamente arriba de las crestas ilíacas<sup>16</sup> y en el punto promedio entre la cresta ilíaca y la última costilla<sup>13</sup>. La lectura se llevó a cabo en el momento final de la espiración.

El diámetro abdominal sagital se calculó con un caliper abdominal (*Holtain Kahn Abdominal Caliper*<sup>®</sup>) de pinzas móviles y subdivisión de 0,1 cm. Durante la evaluación, el voluntario se mantuvo acostado en una mesa examinadora de superficie firme, en la posición supina y con las rodillas flexionadas. Se tomó la medida en cuatro locales anatómicos: menor cintura entre el tórax y la cadera<sup>17</sup>, punto de mayor diámetro abdominal<sup>18</sup>, nivel umbilical<sup>19</sup> y punto promedio entre las crestas ilíacas<sup>20</sup>. Las lecturas se efectuaron en el milímetro más próximo, cuando la pinza móvil del *caliper* pegó el abdomen suavemente, sin compresión, tras la espiración normal. El diámetro abdominal sagital y el perímetro de la cintura se tomaron en duplicatas y se calcularon los respectivos promedios. Cuando hubo diferencia > 1 cm entre las dos medidas, se llevó a cabo una tercera medición, se utilizando los dos valores más próximos.

### Análisis bioquímicos

Las muestras de sangre se extrajeron tras ayuno nocturno de 12 horas. Las determinaciones plasmáticas de los triglicéridos, colesterol total, HDL y glucosa se efectuaron mediante el método colorimétrico enzimático con la utilización de kits laboratoriales (Triglicéridos Enzimático K037, Colesterol Monoreagente K083, HDL Directo K071 y Glucosa Monoreagente K082 de Bioclin<sup>®</sup>). Sin embargo, el LDL-C se determinó según la fórmula de Friedwald<sup>21</sup>. La insulina plasmática se determinó por ELISA, mediante el Kit ultrasensible (*Human insulin ELISA - Linco Research*<sup>®</sup>) con coeficientes de variación intra e interensayo de  $5,96 \pm 1,17 \mu\text{U/mL}$  y  $10,3 \pm 0,9 \mu\text{U/mL}$ , respectivamente. El índice HOMA-IR (*homeostasis model assessment - insulin resistance*), utilizado para evaluación de la resistencia a la insulina, se calculó a partir de la fórmula<sup>22</sup>:

$$\text{HOMA - IR} = \frac{\text{IJ } (\mu\text{U/mL}) \times \text{GJ } (\text{mmol/L})}{22,5}$$

, en que IJ corresponde a la insulinemia de ayuno y GJ a la glucemia de ayuno. Se consideró como punto de corte para los análisis el valor referente al percentil 75 del HOMA-IR.

### Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el programa SPSS versión 12.0. El nivel de significancia adoptado como base para decisión fue inferior al 5%. La reproducibilidad intraindividual de las mediciones se evaluó por el coeficiente de correlación intraclase (CCI). Para este cálculo se utilizaron solamente las dos primeras mediciones antropométricas tomadas.

Se aplicó la prueba de *Kolmogorov-Smirnov* para la evaluación de la normalidad de la distribución de las variables. El análisis de varianza (ANOVA) se utilizó para la comparación entre las cuatro medidas del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital con distribución normal. En situaciones en que hubo diferencia estadística significativa, empleó la prueba *post-hoc* de Tukey para identificar cuales grupos difirieron entre sí. Para las variables que no pasaron en la prueba de normalidad, se empleó la prueba de Kruskal-Wallis y la *post-hoc* de Dunn's. A fin de que se evalúe el comportamiento de las variables antropométricas respecto al HOMA-IR, se aplicó la correlación de Spearman.

Curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic Curve*) se construyeron para evaluar la eficacia de los indicadores antropométricos en predecir resistencia a la insulina con relación a la prueba de referencia, en este caso el índice HOMA-IR. Las áreas debajo de las curvas ROC se calcularon para mensurar el poder discriminante de las distintas mediciones del perímetro de la cintura, así como del diámetro abdominal sagital, según Hanley y McNeil<sup>23</sup>. Para la comparación de las curvas se empleó la prueba Z, utilizándose el programa *MedCalc* versión 9.3.

## Resultados

Las características relacionadas a la edad, al perfil nutricional, bioquímico y los niveles de presión de los participantes del estudio están presentados en la Tabla 1.

La Tabla 2 presenta la comparación entre los promedios de las distintas mediciones del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital. Tanto en la muestra total como en la muestra estratificada según presencia de exceso de peso corporal, el perímetro de la cintura medido en la menor cintura entre el tórax y la cadera se hizo con relación a los demás parámetros analizados. En el grupo con IMC < 25 kg/m<sup>2</sup>, el perímetro de la cintura calculado en el punto promedio entre la última costilla y la cresta ilíaca presentó menor promedio con relación al perímetro de la cintura calculado inmediatamente arriba de las crestas ilíacas. Para el diámetro abdominal sagital, la medida tomada en el mayor diámetro abdominal fue mayor que las otras tres en toda la muestra. En la estratificación por IMC, el punto promedio entre las crestas ilíacas y el nivel umbilical fueron menores que el mayor diámetro abdominal; a su vez, el diámetro abdominal sagital calculado al nivel de la cintura natural no se distinguió de los demás perímetros medidos.

ANOVA y prueba post-hoc de Tuckey para variables presentadas en promedio  $\pm$  desviación-estándar; Prueba de Kruskal-wallis y prueba post-hoc de Dunn's para

variables presentadas en mediana; \*  $p < 0,01$ ; †  $p < 0,001$ . Comparaciones realizadas dentro de la columna entre las cuatro distintas mediciones del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital. Letras iguales indican ausencia de diferencia estadística significativa entre los valores y letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

La evaluación de la reproductibilidad del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital identificó coeficientes de correlación intraclase muy elevados y estadísticamente significantes para ambas medidas en todos los locales anatómicos estudiados, evidenciando elevada reproductibilidad de las mismas (Tabla 3).

Las correlaciones entre los valores de HOMA-IR y las distintas mediciones del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital se hicieron bajo magnitud moderada. Entre las cuatro mediciones del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital, se identificaron las correlaciones más fuertes para el perímetro de la cintura, calculado en el punto promedio entre la última costilla y la cresta ilíaca, y para el diámetro abdominal sagital, calculado al nivel de la menor cintura entre el tórax y la cadera (Tabla 4).

La Tabla 5 presenta las áreas bajo la curva, sus respectivos errores estándar y los intervalos de confianza para las curvas ROC construidas con base en las cuatro mediciones de perímetro de la cintura (Figura 1) y del diámetro abdominal sagital (Figura 2). La prueba Z no identificó diferencia estadística entre las áreas bajo la curva para el perímetro de la cintura y para el diámetro abdominal sagital. Con todo, de forma coherente con los análisis de correlación, el análisis ROC evidenció que las mediciones del perímetro de la cintura calculadas en el punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca y del diámetro abdominal sagital calculado al nivel de la cintura natural presentaron áreas bajo la curva con mayores valores absolutos.

**Tabla 1 – Caracterización de los individuos según edad, perfil antropométrico y bioquímico y niveles de presión**

Variables	Média $\pm$ DP ou Mediana (Min - Máx)
Edad (años)	38,36 $\pm$ 10,68
Antropometría	
Peso (kg)	73,27 $\pm$ 10,15
Estatura (cm)	173,38 $\pm$ 6,92
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,37 $\pm$ 3,08
Perfil bioquímico	
Glucemia de ayuno (mg/dL)	83,3 $\pm$ 7,0
Insulinemia de ayuno ( $\mu$ U/mL)	5,45 $\pm$ 1,48
HOMA-IR	1,06 (0,52-2,43)
Colesterol total (mg/dL)	162,61 $\pm$ 29,43
HDL-C (mg/dl)	43,5 (23,0-110,0)
LDL-C (mg/dl)	102,22 $\pm$ 26,88
Triglicéridos (mg/dL)	77,21 $\pm$ 28,72
Niveles de presión	
Presión arterial sistólica (mmHg)	120,0 (100-160)
Presión arterial diastólica (mmHg)	80,0 (60-100)

DE - desviación-estándar, IMC - índice de masa corporal. Valores presentados en promedio o mediana segundo la distribución de las Variables en la curva de normalidad.

## Discusión

Los resultados del presente estudio revelaron que, independientemente del estado nutricional, el diámetro abdominal sagital calculado en el mayor diámetro abdominal y el perímetro de la cintura calculado en la menor cintura entre el tórax y la cadera difirieron de los otros locales considerados para estas mediciones. Dicho hallazgo, al evidenciar que ambos no son equivalentes a los demás locales, sugiere que la comparación entre los resultados de diferentes trabajos se debe llevar a cabo con cautela. En concordancia, otros dos estudios revelaron que el perímetro de la cintura medido en la menor cintura fue el único local que difirió de los demás para el sexo masculino<sup>24,25</sup>. Sin embargo, respecto al diámetro abdominal sagital, hasta donde tenemos conocimiento, no hay trabajos en la literatura que realicen tales comparaciones.

Al tenerse en cuenta el estado nutricional, en el grupo con IMC < 25 kg/m<sup>2</sup> se pudo constatar una mejor diferenciación entre el perímetro de la cintura y los demás locales, lo que no ocurrió en el grupo con exceso de peso. Se resalte que, en individuos con exceso de peso, hay mayor uniformidad entre las mediciones del perímetro de la cintura tomadas en locales de más fácil delimitación, como, por ejemplo, la cicatriz umbilical. Todavía hubo una menor distinción entre

**Tabla 2 – Comparación entre los diferentes locales anatómicos de medición del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital según presencia y ausencia de exceso de peso corporal y en todos los sujetos**

Mediciones	IMC < 25,0 kg/m <sup>2</sup> (n = 93)	IMC ≥ 25,0 kg/m <sup>2</sup> (n = 97)	Todos (n = 190)
Perímetro de la cintura (cm)			
Menor cintura entre el tórax y la cadera	79,8 ± 6,3 † <sup>a</sup>	91,5 ± 5,9 † <sup>a</sup>	86,2 ± 9,1 † <sup>a</sup>
Punto promedio entre la última costilla y la cresta ilíaca	82,4 ± 7,1 <sup>b</sup>	94,9 ± 6,5 <sup>b</sup>	89,3 ± 10,0 <sup>b</sup>
Nivel umbilical	83,6 ± 7,4 <sup>bc</sup>	95,8 ± 6,6 <sup>b</sup>	90,4 ± 10,0 <sup>b</sup>
Inmediatamente arriba de las crestas ilíacas	85,2 ± 6,6 <sup>c</sup>	96,2 ± 6,1 <sup>b</sup>	91,3 ± 9,1 <sup>b</sup>
Diámetro abdominal sagital (cm)			
Menor cintura entre el tórax y la cadera	18,1 <sup>ab</sup>	21,6 ± 2,0 <sup>ab</sup>	19,9 ± 2,6 † <sup>a</sup>
Punto promedio entre las crestas ilíacas	17,9 <sup>a</sup>	21,4 ± 1,8 <sup>a</sup>	19,8 ± 2,5 <sup>a</sup>
Nivel umbilical	17,9 <sup>a</sup>	21,3 ± 2,1 <sup>a</sup>	19,7 ± 2,6 <sup>a</sup>
Mayor diámetro abdominal	18,8 <sup>b</sup>	22,3 ± 2,0 <sup>b</sup>	20,7 ± 2,6 <sup>b</sup>

ANOVA y prueba post- hoc de Tuckey para variables presentadas en promedio ± desviación-estándar; Prueba de Kruskal-wallis y prueba post- hoc de Dunn's para variables presentadas en mediana; \* p < 0,01; † p < 0,001. Comparaciones realizadas dentro de la columna entre las cuatro distintas mediciones del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital. Letras iguales indican ausencia de diferencia estadística significativa entre los valores y letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

**Tabla 3 – Reproducibilidad del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital calculados en cuatro locales anatómicos**

Mediciones	CCI	IC (95%)
Perímetro de la cintura		
Menor cintura entre el tórax y la cadera	0,994*	0,992 – 0,995
Punto promedio entre la última costilla y la cresta ilíaca	0,998*	0,997 – 0,998
Nivel umbilical	0,998*	0,997 – 0,999
Inmediatamente arriba de las crestas ilíacas	0,999*	0,998 – 0,999
Diámetro abdominal sagital		
Menor cintura entre el tórax y la cadera	0,994*	0,992 – 0,995
Punto promedio entre las crestas ilíacas	0,992*	0,989 – 0,994
Nivel umbilical	0,993*	0,991 – 0,995
Mayor diámetro abdominal	0,986*	0,981 – 0,989

N = 190; CCI - coeficiente de correlación intraclase, IC - intervalo de confianza. \*p < 0,001.

**Tabla 4 – Correlaciones entre las cuatro diferentes medidas del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital con el HOMA-IR**

Mediciones	HOMA-IR
Perímetro de la cintura	
Menor cintura entre el tórax y la cadera	0,434*
Punto promedio entre la última costilla y la cresta ilíaca	0,464*
Nivel umbilical	0,455*
Inmediatamente arriba de las crestas ilíacas	0,453*
Diámetro abdominal sagital	
Menor cintura entre el tórax y la cadera	0,482*
Punto promedio entre las crestas ilíacas	0,458*
Nivel umbilical	0,477*
Mayor diámetro abdominal	0,458*

N = 138; Coeficiente de correlación de Spearman. \*p < 0,001.

los promedios en los grupos con y sin exceso de peso corporal con relación al diámetro abdominal sagital.

Los locales que se basan en la determinación de puntos anatómicos, como las crestas ilíacas y la última costilla, necesitan palpación de las estructuras óseas y de mayor habilidad por parte del evaluador. Así, en individuos muy obesos, la localización de los puntos promedios puede quedar perjudicada dependiendo de la acumulación de

tejido adiposo en el local. No obstante, la menor cintura entre el tórax y la cadera, el nivel umbilical y el mayor diámetro abdominal son locales de más fácil determinación, aunque, en algunos individuos con obesidad abdominal pronunciada, puede ocurrir formación de diversas cinturas a lo largo del abdomen, lo que puede dificultar la localización de la menor cintura.

En cuanto a la reproducibilidad, aun con la presencia

de diferentes grados de dificultad en la determinación de los diversos puntos anatómicos, las cuatro mediciones del diámetro abdominal sagital y del perímetro de la cintura presentaron elevada precisión en el análisis de correlación intraclase, lo que también se evidenció en otros trabajos<sup>20,24,26-28</sup>. La confiabilidad de una medición antropométrica está relacionada a su precisión, que, a su vez, es susceptible a los errores ocasionados por imperfecciones en los instrumentos de mediciones y depende de la habilidad del evaluador en realizar la medición. Para calcular el diámetro abdominal sagital, es fundamental que el *caliper* esté exactamente en el plan sagital en el momento de la aferición, lo que se puede monitorear por la localización de la burbuja de aire existente en la parte superior de su pinza, reflejando la importancia del empleo del equipo apropiado; sin embargo, el perímetro de la cintura, se debe poner la cinta en posición perpendicular al eje corporal. Estos aspectos son cruciales para la confiabilidad de las mediciones.

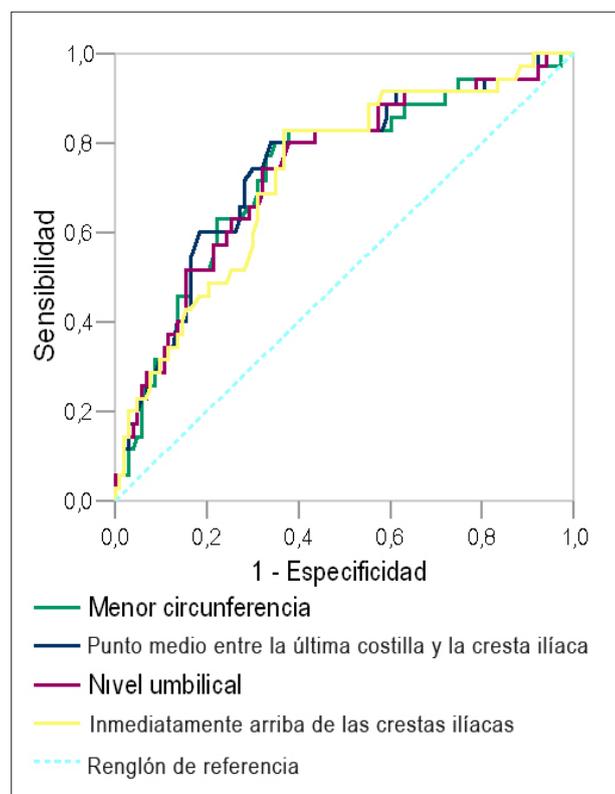
Otro punto de cuestionamiento del presente estudio se refiere al local anatómico utilizado para el cálculo del diámetro abdominal sagital, así como del perímetro de la cintura que mejor se correlaciona y/o discrimina la resistencia a la insulina. En este estudio, los locales anatómicos que presentaron mejores correlaciones fueron: la menor cintura entre el tórax y la cadera –para determinar el diámetro abdominal sagital– y el punto medio entre la cresta ilíaca y la última costilla– para el perímetro de la cintura. Dichos locales también obtuvieron, en el análisis ROC, las mayores áreas bajo la curva, lo que refleja un mayor poder discriminante en

la evaluación de la resistencia a la insulina. Aunque las áreas bajo la curva presentaron valores semejantes desde el punto de vista estadístico, nos parece que, desde el punto de vista biológico, el local anatómico que presenta mayor área bajo

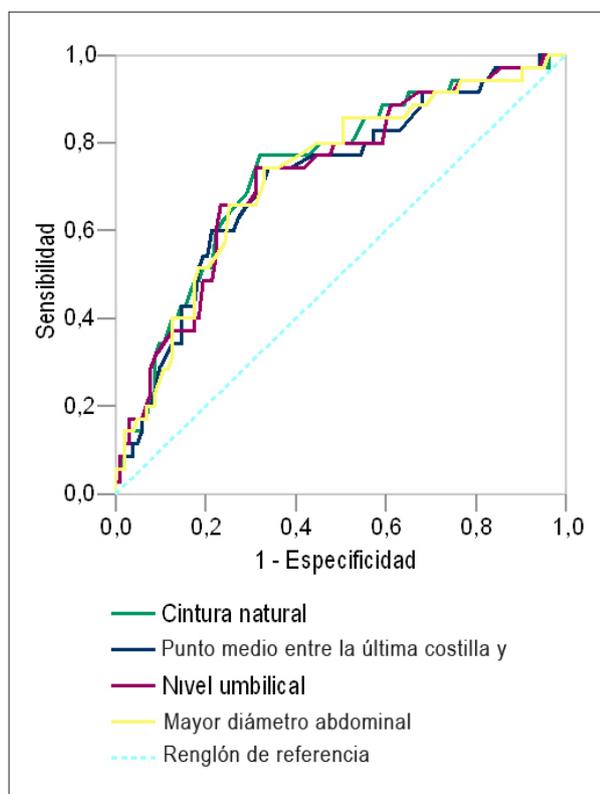
**Tabla 5 - Áreas bajo las curvas ROC para las distintas mediciones del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital como predictores de resistencia a la insulina**

Variables	Área ± EE (IC 95%)
Perímetro de la cintura	
Menor cintura entre el tórax y la cadera	0,736 ± 0,050 (0,638 - 0,834)*
Punto promedio entre la última costilla y la cresta iliaca	0,746 ± 0,049 (0,649 - 0,842)*
Nivel umbilical	0,738 ± 0,049 (0,641 - 0,835)*
Inmediatamente arriba de la cresta iliaca	0,728 ± 0,049 (0,632 - 0,824)*
Diámetro abdominal sagital	
Menor cintura entre el tórax y la cadera	0,739 ± 0,049 (0,643 - 0,834)*
Punto medio entre las crestas ilíacas	0,716 ± 0,051 (0,617 - 0,816)*
Nivel umbilical	0,726 ± 0,050 (0,628 - 0,823)*
Mayor diámetro abdominal	0,726 ± 0,050 (0,628 - 0,823)*

N = 138. \*p < 0,001. EE = error estándar. IC = intervalo de confianza.



**Figura 1 -** Curvas ROC que comparan la eficacia de cuatro diferentes medidas del perímetro de la cintura en la predicción de resistencia a la insulina en varones.



**Fig. 2 -** Curvas ROC que comparan la eficacia de cuatro diferentes medidas del diámetro abdominal sagital en la predicción de resistencia a la insulina en varones.

la curva sea realmente el mejor para evaluar la resistencia a la insulina, ya que la determinación de esta área representa un indicador de la calidad de la curva y del poder discriminante de la prueba en cuestión<sup>29</sup>.

Para el diámetro abdominal sagital, el local anatómico más utilizado viene siendo el punto promedio entre las crestas ilíacas<sup>20,30</sup>. Dicha recomendación se origina de estudios realizados desde el final de los años 80, en los que las estimaciones del volumen de tejido adiposo visceral, realizadas por tomografía computarizada, se correlacionaron mejor con cortes sagitales al nivel de las vértebras lumbares L4 y L5, que coinciden con el punto medio entre las crestas ilíacas<sup>31,32</sup>. No obstante, estos fueron estudios conducidos con pequeño número de individuos. Trabajos recientes están cuestionando la utilización de la L4-L5 y propuesto otros locales para la estimación del tejido adiposo visceral<sup>33-35</sup>. En el trabajo de Shen et al.<sup>35</sup> con varones ( $n = 283$ ) de diversas etnias, los *scans* evaluados 15 cm arriba de la L4-L5 presentaron mayor correlación con los niveles insulínicos de ayuno en comparación con las demás localizaciones (-5 cm, L4-L5, +5 cm y +10 cm). En las directrices publicadas por Klein et al.<sup>36</sup>, los autores afirman que el local de evaluación de la grasa intraabdominal ejerce influjo en su relación con el riesgo cardiometabólico; los *scans* realizados al nivel de las vértebras L1-L2 se muestran mejores que los obtenidos en la L4-L5 para este tipo de evaluación<sup>36</sup>.

Es posible que el diámetro abdominal sagital, calculado en la menor cintura entre el tórax y la cadera, haya presentado mejor asociación con la resistencia a la insulina que los demás locales evaluados, por la distribución del tejido adiposo visceral en la región abdominal. Se puede dividir el tejido adiposo visceral en tejido adiposo intraperitoneal y el extraperitoneal, que presentan diferencias metabólicas entre sí. El primer, localizado en la parte superior del abdomen, es más metabólicamente activo, favoreciendo una exposición directa del hígado, por la circulación porta, a las elevadas concentraciones de ácidos grasos u otros productos de su metabolismo, lo que aumenta el riesgo de complicaciones metabólicas como la resistencia a la insulina. Sin embargo, el tejido adiposo visceral extraperitoneal, localizado en la parte inferior del abdomen (local que coincide con el punto promedio entre las crestas ilíacas), actúa principalmente como cojín mecánico para protección de órganos como riñones, recto, útero y vejiga<sup>31,37</sup>.

Así como en nuestro estudio, algunos trabajos evaluaron la medición del perímetro de la cintura en el punto promedio entre la cresta ilíaca y la última costilla e identificaron un buen desempeño para la predicción de la resistencia a la insulina. Ybarra et al.<sup>38</sup> estudiaron a 78 varones sanos y encontraron un área bajo la curva ROC de 0,929 para el perímetro de la cintura calculado en el punto medio entre la cresta ilíaca y la última costilla según HOMA-IR. De igual manera, dicho hallazgo, aunque muy superior al del presente estudio (0,746), se puede atribuir a los mayores niveles insulínicos ( $17,0 \pm 1,3 \mu\text{U/mL}$ ) y de HOMA-IR ( $4,08 \pm 0,34$ ) en esta muestra. Además de ello, la frecuencia de exceso de peso (85,1 vs 44,9%) y el promedio del perímetro de la cintura ( $106,2 \pm 2,0$  vs  $87,2 \pm 9,2$  cm) fueron superiores a las del presente estudio, lo que ciertamente explica la elevada área bajo la curva.

En el estudio de Shen et al.<sup>35</sup>, con 283 varones con características metabólicas semejantes a los del presente estudio, el perímetro de la cintura calculado en el punto promedio entre la cresta ilíaca y la última costilla fue el indicador que mejor se correlacionó con los niveles insulínicos de ayuno, comparado a los indicadores de obesidad generalizada. A su vez, Willis et al.<sup>25</sup> compararon el perímetro de la cintura calculado en la menor cintura y al nivel umbilical en 134 varones con edad entre 45 y 60 años y firmaron que la menor cintura fue la que mejor se correlacionó positivamente, tanto con la insulinemia de ayuno cuanto con la resistencia a la insulina. Infelizmente estos autores no evaluaron el perímetro de la cintura en el punto promedio entre la cresta ilíaca y la última costilla, como en el presente estudio.

De modo general, se queja de la escasez de trabajos comparando los diversos locales utilizados para la medición del perímetro de la cintura y del diámetro abdominal sagital en la predicción de resistencia a la insulina. Corroborando nuestra afirmación que el perímetro de la cintura y el diámetro abdominal sagital son buenos indicadores antropométricos de resistencia a la insulina, Pouliot et al.<sup>6</sup>, en una muestra conformada por 81 varones adultos, demostraron que el perímetro de la cintura y el diámetro abdominal sagital son también los mejores indicadores antropométricos relacionados a los factores de riesgo cardiometabólico, como los niveles insulínicos de ayuno aumentados.

Aunque no es el método más exacto para la determinación de la resistencia a la insulina, es decir, la técnica estándar, como es la técnica de *clamp*, el HOMA-IR representa un método adecuado para estudios poblacionales. Diversos trabajos de validación vienen revelando correlaciones fuertes entre los dos métodos<sup>39,40</sup>. Además, en nuestro estudio, se utilizó un ensayo para insulina con ausencia de reacción cruzada con pro insulina, lo que garantiza una mayor confiabilidad de nuestras determinaciones plasmáticas de dicha sustancia.

Otro punto importante a destacar, dice respecto a la inclusión de individuos metabólicamente sanos en cuanto a las variables relacionadas a la resistencia a la insulina, lo que resultó, aunque no intencionalmente, en una muestra conformada por individuos con bajos niveles insulínicos, y consecuentemente, con bajos niveles de HOMA-IR. Asimismo, la mayoría de los voluntarios (72,5%) practicaba actividad física regularmente (datos no presentados), factor que ejerce influencia positiva en la sensibilidad insulínica, lo que también puede haber contribuido a los niveles de HOMA-IR.

No obstante, se nota que, aun cuando se trata una muestra conformada solamente por individuos sanos y con bajos niveles de HOMA-IR, la identificación de correlaciones de magnitud moderada entre perímetro de la cintura, diámetro abdominal sagital y HOMA-IR, muestra que hay relación entre estas variables. También, de modo general, nuestra muestra estaba conformada por un  $n$  superior o semejante al evaluado por la mayoría de los estudios discutidos anteriormente, lo que garantiza confiabilidad y poder estadístico a nuestros hallazgos.

## Conclusión

En conclusión, el perímetro de la cintura y el diámetro abdominal sagital son mediciones antropométricas de alta

reproductibilidad. Los locales anatómicos aquí probados para el diámetro abdominal sagital y para el perímetro de la cintura no son iguales entre sí. Los locales de elección para la predicción de resistencia a la insulina son la menor cintura entre el tórax y la cadera –para el diámetro abdominal sagital– y el punto promedio entre la cresta ilíaca y la última costilla –para el perímetro de la cintura. De esa manera, sugerimos la inclusión de una de estas dos mediciones, calculadas en estos locales anatómicos, en la práctica clínica para evaluar la resistencia a la insulina. La elección entre las dos deberá tener por base la infraestructura disponible y la habilidad del evaluador en ejecutar tal medición. Ambas mediciones son relativamente económicas, pero la determinación del diámetro abdominal sagital requiere la presencia de un *caliper abdominal* y de una mesa evaluadora de modo que se posibilite la posición supina. Se sugiere la realización de futuras investigaciones para evaluar el comportamiento de los diversos locales anatómicos aquí probados –para el perímetro de la cintura y para el diámetro abdominal sagital– en la predicción de resistencia a la insulina en mujeres, en otros grupos étnicos y en grupos de edad diferentes, como adolescentes y adultos mayores, lo que viabilizaría la aplicación de estos indicadores de resistencia a la insulina en la población como un todo, ya sea en los *screenings* poblacionales o aun en la práctica clínica,

de manera estandarizada.

## Agradecimientos

Al CNPq (Consejo Nacional del Desarrollo Científico y Tecnológico) y a la FAPEMIG (Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Minas Gerais) por el apoyo y financiación y al LIMED (Laboratorio de Investigación en Metabolismo y Diabetes) – UNICAMP por la asociación científica.

## Potencial Conflicto de Intereses

Declaro no haber conflicto de intereses pertinentes.

## Fuentes de Financiación

El presente estudio fue financiado por FAPEMIG y CNPq

## Vinculación Académica

Este artículo forma parte de tesis de Maestría de Ana Carolina Junqueira Vasques, por la Universidad Federal de Viçosa.

## Referencias

1. Meigs JB, Rutter MK, Sullivan LM, Fox CS, D'Agostino RB Sr, Wilson PW. Impact of insulin resistance on risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease in people with metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2007; 30 (5): 1219-25.
2. Geloneze B, Tambascia MA. Laboratorial evaluation and diagnosis of insulin resistance. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006; 50: 208-15.
3. Vasques ACJ, Rosado LEFPL, Alfenas RCC, Geloneze B. Análise crítica do uso dos índices do Homeostasis Model Assessment (HOMA) na avaliação da resistência à insulina e capacidade funcional das células- $\beta$  pancreáticas. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2008; 52: 32-9.
4. Rendell M, Hulthén UL, Törnquist C, Groop L, Mattiasson I. Relationship between abdominal fat compartments and glucose and lipid metabolism in early postmenopausal women. *Clin Endocrinol Metab*. 2001; 86: 744-9.
5. Mamtani MR, Kulkarni HR. Predictive performance of anthropometric indexes of central obesity for the risk of type 2 diabetes. *Arch Med Res*. 2005; 36: 581-9.
6. Poulriot MC, Després 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.
7. 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: 442-3.
8. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. *Lancet*. 2005; 366: 1059-62.
9. 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). Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. *JAMA*. 2001; 285: 2486-97.
10. Kahn HS, Austin H, Williamson DF, Arensberg D. Simple anthropometric indices associated with ischemic heart disease. *J Clin Epidemiol*. 1996; 49: 1017-24.
11. Kahn HS, Simoes EJ, Koponen M, Hanzlick R. The abdominal diameter index and sudden coronary death in men. *Am J Cardiol*. 1996; 78: 961-4.
12. Jelliffe DB. Evaluación del estado nutrición de la comunidad. Geneva: Organización Mundial de La Salud; 1968. p. 166.
13. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. Geneva; 2000.
14. 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: 321-31.
15. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Pub; 1988.
16. National Institutes of Health. The practical guide identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. Bethesda; 2000. p. 94.
17. Richelsen B, Pedersen SB. Associations between different anthropometric measurements of fatness and metabolic risk parameters in non-obese, healthy, middle-aged men. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1995; 19: 169-74.
18. Turcato E, Bosello O, Di Francesco V, Harris TB, Zoico E, Bissoli L, et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter as surrogates of body fat distribution in the elderly: their relation with cardiovascular risk factors. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24: 1005-10.
19. 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: 497-501.
20. Sampaio LR, Simoes EJ, Assis AM, Ramos LR. Validity and reliability of the sagittal abdominal diameter as a predictor of visceral abdominal fat. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2007; 51:980-6.
21. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of

- low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem*. 1972; 18: 499-502.
22. 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: 412-9.
  23. Hanley JA, McNeil BJ. A method of comparing the areas under receiver operating characteristic curves derived from the same cases. *Radiology*. 1983; 148: 839-43.
  24. 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: 379-84.
  25. Willis LH, Slentz CA, Houmard JA, Johnson JL, Duscha BD, Aiken LB, et al. Minimal versus umbilical waist circumference measures as indicators of cardiovascular disease risk. *Obesity*. 2007; 15: 753-9.
  26. Williamson DF, Kahn HS, Worthman CM, Burnette JC, Russell CM. Precision of recumbent anthropometry. *Am J Human Biol*. 1993; 5: 159-67.
  27. Zamboni M, Turcato E, Armellini F, Kahn HS, Zivelonghi A, Santana H, et al. Sagittal abdominal diameter as a practical predictor of visceral fat. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22: 655-60.
  28. Nordhamn K, Sodergren E, Olsson E, Karlstrom B, Vessby B, Berglund L. Reliability of anthropometric measurements in overweight and lean subjects: consequences for correlations between anthropometric and other variables. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24: 652-7.
  29. Braga ACS. Curvas ROC: aspectos funcionais e aplicações. Engenharia de produção e sistemas. Braga: Universidade do Minho; 2000. p. 267.
  30. Kahn HS. Alternative anthropometric measures of risk: possible improvements on the waist-hip ratio. In: Medeiros-Neto C, Halpern A, Bouchard C. (eds.). *Progress in obesity research*. 9<sup>th</sup> ed. London: John Libbey Eurotext Ltd; 2003: 639-43.
  31. Kvist H, Chowdhury B, Grangard U, Tylén U, Sjöström L. Total and visceral adipose-tissue volumes derived from measurements with computed tomography in adult men and women: predictive equations. *Am J Clin Nutr*. 1988; 48: 1351-61.
  32. Sjöström L, Kvist H. Regional body fat measurements with CT-scan and evaluation of anthropometric predictions. *Acta Med Scand Suppl*. 1988; 723: 169-77.
  33. Kamel EG, McNeill G, Han TS, Smith FW, Avenell A, Davidson L, et al. Measurement of abdominal fat by magnetic resonance imaging, dual-energy X-ray absorptiometry and anthropometry in non-obese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999; 23: 686-92.
  34. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, Gallagher D, St-Onge MP, Albu J, et al. Visceral adipose tissue: relations between single-slice areas and total volume. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80: 271-8.
  35. Shen W, Punyanitya M, Chen J, Gallagher D, Albu J, Pi-Sunyer X, et al. Visceral adipose tissue: relationships between single slice areas at different locations and obesity-related health risks. *Int J Obes*. 2006; 31: 763-9.
  36. Klein S, Allison DB, Heymsfield SB, Kelley DE, Leibel RL, Nonas C, et al. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from shaping America's health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, the Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2007; 30: 1647-52.
  37. Shen W, Wang Z, Punyanitya M, Lei J, Sinav A, Kral JG, et al. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obes Res*. 2003; 11: 5-16.
  38. Ybarra J, Sanchez-Hernandez J, Pou J, Fernandez S. Anthropometrical measures are easily obtainable sensitive and specific predictors of insulin resistance in healthy individuals. *Prevent Control*. 2005; 1: 175-81.
  39. 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: 57-63.
  40. Lansang MC, Williams GH, Carroll JS. Correlation between the glucose clamp technique and the homeostasis model assessment in hypertension. *Am J Hypertens*. 2001; 14: 51-3.