

Reprodutibilidade da avaliação da gordura abdominal pela ultrassonografia e tomografia computadorizada

Reproducibility of abdominal fat assessment by ultrasound and computed tomography

Fernando Marum Mauad¹, Francisco Abaeté Chagas-Neto², Augusto César Garcia Saab Benedeti³, Marcello Henrique Nogueira-Barbosa⁴, Valdair Francisco Muglia⁵, Antonio Adilton Oliveira Carneiro⁶, Enrico Mattana Muller⁷, Jorge Elias Junior⁸

Mauad FM, Chagas-Neto FA, Benedeti ACGS, Nogueira-Barbosa MH, Muglia VF, Carneiro AAO, Muller EM, Elias Junior J. Reprodutibilidade da avaliação da gordura abdominal pela ultrassonografia e tomografia computadorizada. Radiol Bras. 2017 Mai/Jun;50(3):141–147.

Resumo Objetivo: Testar a precisão e a reprodutibilidade da ultrassonografia (US) e da tomografia computadorizada (TC) para a quantificação da gordura abdominal, em correlação com as avaliações antropométricas e clinicolaboratoriais.

Materiais e Métodos: Foram determinadas, por meio da US e da TC, as espessuras subcutâneas e intra-abdominais em 101 indivíduos, sendo 39 homens (38,6%) e 62 mulheres (61,4%), com idade média de 66,3 anos (60–80 anos). Os dados obtidos pela US foram correlacionados com os parâmetros antropométricos, clinicolaboratoriais e com as áreas abdominais medidas pela TC.

Resultados: A espessura da gordura intra-abdominal foi a variável que obteve maior coeficiente de correlação com as áreas adiposas abdominais. A TC mostrou maior reprodutibilidade nas mensurações da gordura abdominal, apresentando maior taxa de concordância intraexaminador e interexaminador em comparação com a US. Observou-se índice de correlação de 71% entre a US e a TC.

Conclusão: Houve maior concordância intraexaminador e interexaminador na avaliação da gordura abdominal por TC, comparativamente à US, porém ambos os métodos mostraram alta precisão e boa reprodutibilidade.

Unitermos: Gordura abdominal; Ultrassonografia; Tomografia computadorizada; Radiologia.

Abstract Objective: To test the accuracy and reproducibility of ultrasound and computed tomography (CT) for the quantification of abdominal fat in correlation with the anthropometric, clinical, and biochemical assessments.

Materials and Methods: Using ultrasound and CT, we determined the thickness of subcutaneous and intra-abdominal fat in 101 subjects—of whom 39 (38.6%) were men and 62 (61.4%) were women—with a mean age of 66.3 years (60–80 years). The ultrasound data were correlated with the anthropometric, clinical, and biochemical parameters, as well as with the areas measured by abdominal CT.

Results: Intra-abdominal thickness was the variable for which the correlation with the areas of abdominal fat was strongest (i.e., the correlation coefficient was highest). We also tested the reproducibility of ultrasound and CT for the assessment of abdominal fat and found that CT measurements of abdominal fat showed greater reproducibility, having higher intraobserver and interobserver reliability than had the ultrasound measurements. There was a significant correlation between ultrasound and CT, with a correlation coefficient of 0.71.

Conclusion: In the assessment of abdominal fat, the intraobserver and interobserver reliability were greater for CT than for ultrasound, although both methods showed high accuracy and good reproducibility.

Keywords: Abdominal fat; Ultrasonography; Computed tomography; Radiology.

Trabalho realizado na Divisão de Radiologia do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

1. Doutor, Professor e Diretor da Divisão da Pós-Graduação da Faculdade de Tecnologia em Saúde (Fatesa), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

2. Doutor, Professor do Departamento de Radiologia da Universidade de Fortaleza (Unifor), Fortaleza, CE, Brasil.

3. Mestre, Professor da Faculdade de Tecnologia em Saúde (Fatesa), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

4. Livre-docente, Professor Associado da Divisão de Radiologia do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

5. Doutor, Professor Associado da Divisão de Radiologia do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

6. Doutor, Físico, Professor Associado do Departamento de Física e Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

7. Médico Ultrassonografista no Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre, RS, Brasil.

INTRODUÇÃO

Há interesse crescente na avaliação por imagem da distribuição da gordura corporal, principalmente para pesquisas relacionadas à síndrome metabólica, à obesidade e às lipodistrofias, considerando suas classificações, avaliações de prognósticos e seguimento de tratamentos dietético e medicamentoso. O conhecimento sobre a correlação com os múltiplos parâmetros antropométricos, laboratoriais e funcionais dos

8. Livre-docente, Coordenador do Centro de Ciências das Imagens e Física Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Fernando Marum Mauad. Faculdade de Tecnologia em Saúde. Rua Casemiro de Abreu, 660, Vila Seixas. Ribeirão Preto, SP, Brasil, 14020-060. E-mail: fernando@fatesa.edu.br

Recebido para publicação em 5/2/2016. Aceito, após revisão, em 4/4/2016.

dados anatômicos tem crescido constantemente nos últimos anos⁽¹⁻³⁾. Existem evidências de diferenças funcionais entre a gordura subcutânea e a gordura visceral, e a visualização e quantificação desses compartimentos pelos métodos de imagem são úteis na construção do conhecimento sobre essas diferenças⁽⁴⁾.

Estudos anteriores já mostraram o potencial da ultrassonografia (US) e da tomografia computadorizada (TC) para a avaliação do conteúdo da gordura abdominal⁽⁵⁻⁷⁾, e vários outros métodos de imagem têm sido utilizados para essa avaliação, como a radiografia, a densitometria óssea e a ressonância magnética⁽⁸⁻¹⁰⁾. Desses métodos, tanto a US como a TC ainda se sobressaem nos dias de hoje, principalmente pela alta disponibilidade e relativa facilidade na execução e na obtenção das medidas. É interessante notar que não existe consenso de qual método deva ser utilizado, principalmente pela dificuldade de validação deles em grandes estudos⁽¹⁰⁾.

Considerando que os principais métodos utilizados até o momento para a avaliação da gordura corporal, e em especial da gordura abdominal, são a US e a TC, a justificativa para este trabalho está na avaliação da US, quanto à sua reprodutibilidade e acurácia, como ferramenta para estudo da gordura corporal abdominal, utilizando a TC como padrão de referência. A hipótese do estudo é que ambos os métodos podem ser utilizados para a avaliação da gordura abdominal, mas a US seria preferível.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado estudo observacional, transversal, em que se analisou a gordura abdominal por métodos antropométricos e de imagens (US e TC). Os exames de imagem foram avaliados por dois observadores que aplicaram a mesma técnica. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição e foi obtido termo de consentimento livre e esclarecido.

Seleção dos indivíduos

Foram randomizadas casas de indivíduos residentes na região abrangida pelo Programa de Saúde da Família da instituição, numa área de renda média a baixa, com cerca de 2.000 habitantes. Os indivíduos residentes nas casas selecionadas, com 60 a 80 anos de idade, foram convidados a participar do estudo. Aceitaram participar 112 indivíduos desse grupo, os quais foram encaminhados à Divisão de Geriatria e Radiodiagnóstico da instituição. Os indivíduos foram selecionados de forma que preenchessem todos os requisitos estabelecidos pelos critérios de inclusão e não inclusão.

Os critérios de inclusão foram: indivíduos com idade entre 60 e 80 anos; portadores de doença cardiovascular, diabetes ou outras doenças crônicas controladas. Os critérios de não inclusão foram: indivíduos acamados; portadores de doenças tireoidianas; alcoólatras (dose ≥ 15 g/dia de álcool) ou tabagistas; submetidos a intervenção cirúrgica – lipoescultura ou lipoaspiração – até três meses antes da avaliação;

apresentando alguma doença incapacitante que impedisse a realização das medidas e dos exames; em uso de corticosteroides, esteroides anabólicos ou terapia de reposição hormonal.

Foram realizados anamnese e exame físico, caracterizando o grupo de estudo com indivíduos de ambos os sexos, com inclusão aleatória, independente do índice de massa corporal (IMC) e comorbidades associadas, tais como diabetes, hipertensão arterial, dislipidemias e síndromes metabólicas. Na mesma ocasião foram solicitados os exames complementares necessários para o estudo. Após as avaliações, 11 indivíduos foram excluídos em razão de preenchimento incompleto dos dados para a análise estatística do estudo. Portanto, a amostra estudada compôs-se de 101 indivíduos, sendo 39 homens (38,6%) e 62 mulheres (61,4%). A idade média dos indivíduos analisados foi $66,3 \text{ anos} \pm 4,2$ anos.

Dados clínicos, laboratoriais e antropométricos

A presença de comorbidades foi avaliada pela equipe do Ambulatório de Geriatria da instituição. Todos os indivíduos tiveram a pressão arterial avaliada após cinco minutos de repouso. Todos foram submetidos a avaliação laboratorial bioquímica após jejum de 12 horas para dosagens plasmáticas de seus lipidogramas (colesterol total, HDL, LDL e triglicérides). A avaliação antropométrica, de acordo com o critério da Unidade Metabólica da instituição, incluiu peso (kg), altura (m) e IMC calculado pela seguinte fórmula: $\text{IMC} = \text{peso}/(\text{altura})^2$. As circunferências (cintura, abdome e quadril) foram medidas com uma fita métrica não extensível, em pele nua.

Avaliação ultrassonográfica

A avaliação ultrassonográfica da gordura abdominal foi quantificada pela obtenção das espessuras gordura abdominal subcutânea e gordura abdominal visceral (distância aorta-parede abdominal), utilizando aparelho modelo LOGIQ e (General Electric; Milwaukee, WI, EUA), com transdutores eletrônicos multifrequenciais convexo (3,5 a 5,0 MHz) e linear (7,5 a 10,0 MHz) (Figura 1).

A espessura da gordura medida no subcutâneo foi realizada com transdutor linear na frequência de 10,0 MHz. Todos os indivíduos foram avaliados em decúbito dorsal, com elevação do braço direito e jejum de 12 horas. A medida da gordura subcutânea foi realizada com transdutor posicionado transversalmente 1,0 cm acima da cicatriz umbilical, na linha xifopúbica, sem exercer pressão sobre o abdome, a fim de não subestimar a aferição. Os limites anatômicos para a medida da espessura subcutânea foram a pele e a face externa (superficial) do músculo reto abdominal, quantificada em centímetros. A medida da gordura visceral foi realizada com transdutor convexo na frequência de 4,0 MHz, posicionado transversalmente a 1,0 cm acima da cicatriz umbilical, na linha xifopúbica, sem exercer pressão sobre o abdome, a fim de não subestimar a aferição. Os limites anatômicos para a medida da espessura da gordura visceral tiveram como ponto

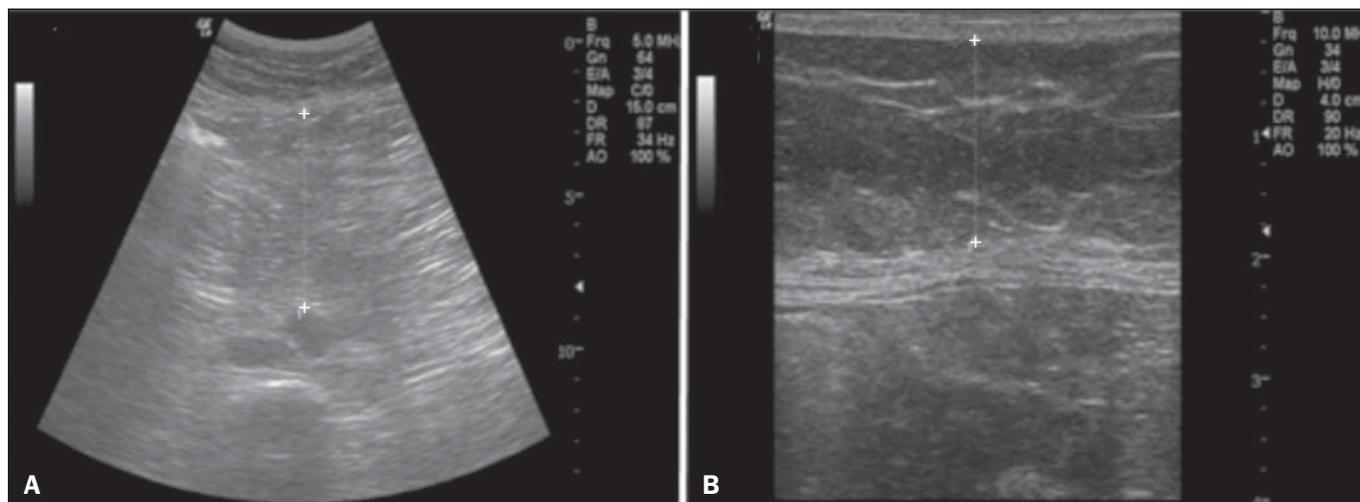


Figura 1. US de abdome demonstrando os métodos de aferição. **A:** Espessura do depósito de gordura visceral, no espaço compreendido entre a face interna (profunda) do músculo reto abdominal e a parede anterior da aorta, com o paciente em expiração. **B:** Espessura da gordura subcutânea, no espaço compreendido entre a pele e a face externa (superficial) do músculo reto abdominal.

de referência a face interna (profunda) do músculo reto abdominal e a parede anterior da aorta, com o indivíduo em expiração, quantificada em centímetros.

Os exames ultrassonográficos foram realizados por dois avaliadores (especialistas em radiologia e diagnóstico por imagem), que utilizaram a mesma técnica de exame. A avaliação de cada indivíduo foi realizada no mesmo dia, em tempos diferentes, e os observadores não tiveram acesso aos resultados das medidas obtidas entre eles.

Avaliação tomográfica

Os indivíduos foram submetidos a TC de abdome, compreendendo a altura da face diafragmática até o nível das vértebras L4-L5. O equipamento utilizado foi o tomógrafo helicoidal Emotion (Siemens; Erlangen, Alemanha). Os parâmetros do exame foram: espessura de 10,0 mm; intervalos de 10,0 mm; 130 kV; 250 mA; tempo de aquisição de 6s; campo de 512 × 512 mm. As imagens foram gravadas na posição supina e em expiração, com o paciente em jejum de 12 horas. A gordura subcutânea superficial e profunda foi separada pela identificação da fásia superficial. A musculatura abdominal, em continuidade com a fásia profunda dos músculos paraespinhais, foi usada para distinguir gordura subcutânea e visceral. Calculou-se a gordura subcutânea pela diferença entre as gorduras total e visceral.

As medidas das áreas pré-definidas foram obtidas por software dedicado desenvolvido na plataforma Matlab®, versão 7.0 (MathWorks; Natick, MA, EUA). A área de gordura subcutânea do corte sobre L4-L5 foi calculada com base na segmentação manual dos limites anatômicos apropriados (linha da pele e fásia muscular externa), que realiza a delimitação da área total do abdome. A soma das áreas dos pixels de densidade de gordura (entre -50 e -250 unidades Hounsfield) compreendidos nos limites da área determinada (Figura 2) mostrou a diferença entre as gorduras total e visceral, como descrito previamente⁽¹¹⁾.

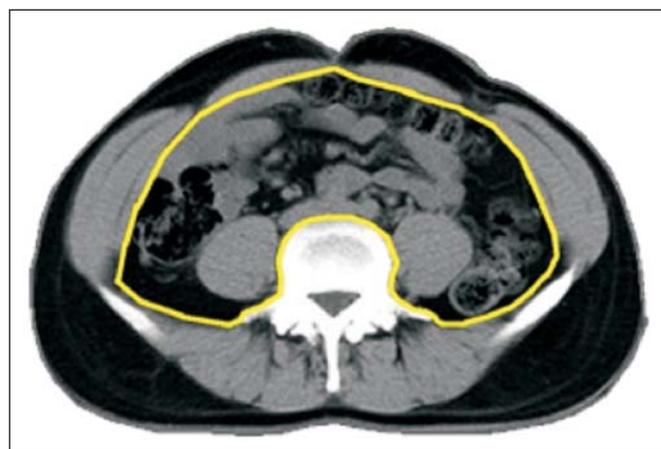


Figura 2. Corte axial de TC após a segmentação manual dos limites anatômicos do peritônio e contornos da musculatura dos psoas e do corpo vertebral, para a determinação da área de gordura subcutânea e visceral.

A área da gordura visceral foi medida no mesmo corte, com base na segmentação manual dos limites anatômicos apropriados (linha da musculatura abdominal, face anterior dos músculos psoas e corpo vertebral), e realizada a soma das áreas dos pixels com densidade entre -50 e -250 unidades Hounsfield, compreendidos nos limites da área determinada (Figura 2). Cada observador realizou duas medidas.

Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o programa SPSS 16.0 (SPSS Inc.; Chicago, IL, EUA). A reprodutibilidade das medidas foi avaliada pela determinação dos coeficientes de correlação intraclasse e dos limites de concordância de 95%.

Para a determinação da reprodutibilidade intraexaminador foram considerados os valores das duas medidas realizadas apenas pelo primeiro observador, e para a determinação da reprodutibilidade interexaminador foi considerada somente a primeira medida realizada para cada parâmetro, de cada observador.

Quando se rejeitou a hipótese de normalidade, utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Quando aceita a normalidade, foi empregado o teste *t* de Student para amostras independentes. Os testes *t* de Student, correlação de Pearson e análise por regressão múltipla foram utilizados conforme o caso. No cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson, todas as correlações superiores a 0,20 ou inferiores a -0,20 foram consideradas significativas. Para todas as análises estatísticas foi utilizado como nível de significância $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Participaram deste estudo 101 indivíduos, sendo 39 homens (38,6%) e 62 mulheres (61,4%). Nas Tabelas 1 a 4 estão apresentados os dados coletados dos 101 indivíduos estudados.

As médias obtidas na US, com seus respectivos desvios-padrão, foram: 1,88 cm \pm 0,97 para a espessura tecido celular subcutâneo e 6,27 cm \pm 2,34 para a espessura visceral (Tabela 3). As médias obtidas na TC, com seus respectivos desvios-padrão, foram: 635,7 cm² \pm 151,1 para a área abdominal total; 396,6 cm² \pm 141,8 para a área de gordura abdominal total; 220,8 cm² \pm 75,0 para a área intra-abdominal; e 136,3 cm² \pm 62,9 para a área de gordura intra-abdominal (Tabela 4).

As comparações das medidas das gorduras subcutânea e visceral, obtidas pelo mesmo avaliador e pelos avaliadores um e dois, não apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,001$ e $p = 0,001$, respectivamente), indicando

Tabela 1—Distribuição dos valores da média, desvio-padrão, mínimo e máximo dos dados antropométricos e idade.

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	66,3	4,3	61	80
Estatura (cm)	159,3	9,5	139,5	182,5
Peso (kg)	70,0	11,9	38,9	97,4
Circunferência da cintura (cm)	89,8	9,7	63	113
Circunferência do quadril (cm)	101,3	8,5	83,2	127
Circunferência do abdome (cm)	94,8	11,1	66,5	119,8
Índice de massa corporal (kg/m ²)	27,6	4,3	17,5	37,4

DP, desvio-padrão.

Tabela 2—Distribuição dos valores da média, desvio-padrão, mínimo e máximo dos dados das medidas ultrassonográficas, em mm.

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo
US-SC1a	18,8	9,4	5,3	57,9
US-SC1b	18,9	9,3	5,3	57,9
US-SC2	18,4	9,5	3	57
US-VISC1a	62,7	23,4	19,6	130
US-VISC1b	63,1	23,3	18,7	132
US-VISC2	62,5	23,9	19,2	132

DP, desvio-padrão; US-SC1a, US subcutâneo examinador 1 (1ª medida); US-SC1b, US subcutâneo, examinador 1 (2ª medida); US-SC2, US subcutâneo, examinador 2 (1ª medida); US-VISC1a, US visceral, examinador 1 (1ª medida); US-VISC1b, US visceral, examinador 1 (2ª medida); US-VISC2, US visceral, examinador 2 (1ª medida).

que os resultados não diferem entre si em relação às medidas, tanto na mensuração pela US quanto pela TC.

A associação entre os dados antropométricos e as medidas ultrassonográficas e tomográficas, obtidas pela primeira

Tabela 3—Distribuição dos valores das médias, desvio-padrão, mínimo e máximo dos dados das medidas tomográficas, em cm².

Variáveis	Média	DP	Mínimo	Máximo
TC-AIA1a	220,8	74,9	77	476
TC-AIA1b	222,9	75	80	475
TC-AIA2	222,9	75,5	75	477
TC-AGIA1a	136,3	62,9	30	390
TC-AGIA1b	137,1	63,2	27	390
TC-AGIA2	137,4	63,6	28	391
TC-AA1a	635,7	151,1	295,8	970,8
TC-AA1b	636,8	151,4	296,6	972,5
TC-AA2	636,4	150,8	295,1	965,9
TC-AGA1a	396,6	141,8	81,2	748,8
TC-AGA1b	396,8	141,3	82,1	747,9
TC-AGA2	393,7	141,4	81,8	738,8

DP, desvio-padrão; TC-AIA1a, TC da área intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AIA1b, TC da área intra-abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AIA2, TC da área intra-abdominal, examinador 2 (1ª medida); TC-AGIA1a, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGIA1b, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AGIA2, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 2 (1ª medida); TC-AA1a, TC da área abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AA1b, TC da área abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AA2, TC da área abdominal, examinador 2 (1ª medida); TC-AGA1a, TC da área da gordura abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGA1b, TC da área da gordura abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AGA2, TC da área da gordura abdominal, examinador 2 (1ª medida).

Tabela 4—Reprodutibilidade do método apresentado pelos coeficientes de correlação intraclasse entre intraexaminador e interexaminador.

Variáveis	CCI	IC 95%
US-SC1a/US-SC1b	0,946	0,992–0,996
US-SC1a/US-SC2	0,940	0,982–0,992
US-VISC1a/US-VISC1b	0,995	0,993–0,997
US-VISC1a/US-VISC2	0,983	0,976–0,989
TC-AIA1a/TC-AIA1b	0,998	0,997–0,999
TC-AIA1a/TC-AIA2	0,998	0,997–0,999
TC-AGIA1a/TC-AGIA1b	0,999	0,999–0,999
TC-AGIA1a/TC-AGIA2	0,999	0,998–0,999
TC-AA1a/TC-AA1b	1,00	1,000–1,000
TC-AA1a/TC-AA2	0,999	0,999–0,999
TC-AGA1a/TC-AGA1b	1,00	1,000–1,000
TC-AGA1a/TC-AGA2	0,998	0,999–0,999

CCI, coeficiente de correlação intraclasse; IC 95%, índice de concordância 95%; US-SC1a, US subcutâneo, examinador 1 (1ª medida); US-SC1b, US subcutâneo, examinador 1 (2ª medida); US-SC2, US subcutâneo, examinador 2 (1ª medida); US-VISC1a, US visceral, examinador 1 (1ª medida); US-VISC1b, US visceral, examinador 1 (2ª medida); US-VISC2, US visceral, examinador 2 (1ª medida); TC-AIA1a, TC da área intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AIA1b, TC da área intra-abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AIA2, TC da área intra-abdominal, examinador 2 (1ª medida); TC-AGIA1a, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGIA1b, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AGIA2, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 2 (1ª medida); TC-AA1a, TC da área abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AA1b, TC da área abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AA2, TC da área abdominal, examinador 2 (1ª medida); TC-AGA1a, TC da área da gordura abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGA1b, TC da área da gordura abdominal, examinador 1 (2ª medida); TC-AGA2, TC da área da gordura abdominal, examinador 2 (1ª medida).

Tabela 5—Avaliação da associação antropométrica com as medidas da área de gordura abdominal, obtidas na TC e na US, pelo mesmo examinador.

	Correlações*								
	Índice de massa corporal	Triglicérides	HDL	Colesterol total	Pressão arterial sistólica	Pressão arterial diastólica	Cintura	Quadril	Circunferência abdominal
Índice de massa corporal	1,00	0,21	-0,14	-0,21	0,40	0,43	0,66	0,70	0,71
Triglicérides	0,21	1,00	-0,1	0,37	0,16	0,21	0,34	0,35	0,36
HDL	-0,1	-0,1	1,00	0,61	-0,20	-0,1	-0,23	-0,22	-0,21
Colesterol total	-0,2	0,37	0,61	1,00	-0,42	0,23	0,001	0,01	0,019
Pressão arterial sistólica	0,39	0,16	-0,20	-0,42	1,00	0,86	0,40	0,40	0,41
Pressão arterial diastólica	0,43	0,21	-0,16	0,23	0,86	1,00	0,36	0,37	0,42
Cintura	0,66	0,34	-0,22	0,10	0,40	0,36	1,00	0,52	0,94
Quadril	0,68	0,34	-0,20	0,12	0,40	0,41	0,52	1,00	0,62
Circunferência abdominal	0,71	0,35	-0,21	0,19	0,41	0,42	0,94	0,62	1,00
US-SC1a	0,49	-0,3	-0,20	-0,22	0,27	0,31	0,18	0,47	0,25
US-VISC1a	0,61	0,27	-0,22	0,75	0,30	0,29	0,65	0,51	0,73
TC-AIA1a	0,39	0,27	-0,11	0,48	0,18	0,20	0,62	0,30	0,66
TC-AGIA1a	0,47	0,32	-0,12	0,71	0,22	0,25	0,66	0,38	0,71
TC-AA1a	0,82	0,25	-0,10	0,62	0,42	0,43	0,77	0,79	0,84
TC-AGA1a	0,82	0,18	-0,03	0,75	0,42	0,46	0,65	0,81	0,73

* Correlações superiores a 0,20 ou inferiores a -0,20 são significativas.

US-SC1a, US subcutâneo examinador 1 (1ª medida); US-VISC1a, US visceral, examinador 1 (1ª medida); TC-AIA1a, TC da área intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGIA1a, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AA1a, TC da área abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGA1a, TC da área da gordura abdominal, examinador 1 (1ª medida).

Tabela 6—Avaliação da associação das medidas obtidas na TC e na US, pelo mesmo examinador.

	Correlações					
	US-SC1a	US-VISC1a	TC-AIA1a	TC-AGIA1a	TC-AA1a	TC-AGA1a
US-SC1a	1,00	0,20	-0,18	-0,06	0,31	0,42
US-VISC1a	0,20	1,00	0,68	0,71	0,62	0,65
TC-AIA1a	-0,18	0,68	1,00	0,95	0,67	0,51
TC-AGIA1a	-0,06	0,71	0,95	1,00	0,73	0,64
TC-AA1a	0,31	0,74	0,67	0,73	1,00	0,94
TC-AGA1a	0,42	0,65	0,51	0,64	0,94	1,00

US-SC1a, US subcutâneo examinador 1 (1ª medida); US-VISC1a, US visceral, examinador 1 (1ª medida); TC-AIA1a, TC da área intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGIA1a, TC da área da gordura intra-abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AA1a, TC da área abdominal, examinador 1 (1ª medida); TC-AGA1a, TC da área da gordura abdominal, examinador 1 (1ª medida).

medida do mesmo examinador, foi estudada pelo cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson (Tabelas 5 e 6).

DISCUSSÃO

A US foi proposta como opção para a avaliação da adiposidade abdominal, devido à boa correlação demonstrada com a gordura visceral, determinada pela TC, e por ser um método não invasivo, prático, eficaz, de baixo custo e sem exposição à radiação. Com o intuito de verificar a confiabilidade do método e a reprodução da técnica na US, quanto à quantificação dessas gorduras, utilizamos, inicialmente, as medidas feitas em indivíduos saudáveis, com índices antropométricos que acreditamos representar a média da população brasileira, numa faixa etária acima de 60 anos, constatando-se uma diferença intraexaminador para a medida ultrassonográfica da gordura subcutânea menor que 12,0% e para a medida ultrassonográfica da gordura visceral menor que 8,0%. A avaliação interexaminador das medidas ultras-

sonográfica da gordura subcutânea e ultrassonográfica da gordura visceral demonstrou diferença menor que 17,6% e 14,0%, respectivamente.

Os resultados do presente estudo mostraram que a US apresentou alta reprodutibilidade, com taxas de concordância intraexaminador e interexaminador de 0,94 e 0,94 para a medida da gordura subcutânea e 0,99 e 0,98 para a medida da gordura visceral, respectivamente. Esses resultados coincidem com os de vários outros estudos^(8,11-14). Apesar das variações metodológicas e da análise estatística, todos apresentaram alta reprodutibilidade, com coeficiente de variação intraexaminador e interexaminador menores que 6,5% e 7%, respectivamente. Estudo recente de análise da reprodutibilidade entre examinadores mostrou coeficiente de correlação intraclasses de 0,97 (intervalo de confiança 95%: 0,96-0,99; $p < 0,01$) para a medida da gordura subcutânea e de 0,91 (intervalo de confiança 95%: 0,86-0,95; $p < 0,01$) para a gordura visceral⁽⁴⁾. Existe uma tendência na literatura

em se propor a US como método de rastreamento para uso rotineiro na avaliação da gordura visceral, podendo ser repetida quando for necessário^(2,8), enquanto outros estudos mostram que sua reprodutibilidade e objetividade na mensuração são altamente discutíveis, por ser um método muito dependente da habilidade do operador⁽¹²⁾.

Esta técnica simples de medição da gordura abdominal, que requer apenas a utilização de um transdutor de 3,5 MHz colocado a 1 cm da cicatriz umbilical, que corresponde ao mesmo local analisado pela TC, foi proposta na década de 90 por Armellini et al., em um estudo realizado com uma amostra de 50 mulheres obesas, comparando a US com a TC⁽¹⁵⁾. Esse estudo de Armellini et al. constatou que a US apresentou boa correlação com os achados da TC ($r = 0,66$; $p < 0,001$), conferindo, a partir dessa pesquisa, a aplicação da US na avaliação da gordura abdominal⁽¹²⁾. No presente estudo constatou-se que a medida da espessura ultrassonográfica da gordura visceral se correlacionou bem com a área quantificada pela TC ($r = 0,71$; $p < 0,001$), além de conseguir, pelo método ultrassonográfico, uma visualização e mensuração fácil das “distâncias” da gordura abdominal subcutânea e visceral, separadamente.

As razões para a TC ser considerada o melhor método de imagem para avaliação dos componentes corporais baseiam-se na reprodutibilidade e nos coeficientes de correlação superiores a 0,90, quando a massa gorda assim obtida é confrontada com a real quantidade presente no cadáver⁽³⁾. Ela permite fácil diferenciação dos compartimentos adiposo subcutâneo e visceral⁽¹⁾.

A escolha para executar a varredura na região umbilical foi proposta, inicialmente, por Borkan et al., que demonstraram ser um local com alta porcentagem de gordura corporal e que permite melhor diferenciação entre tecido subcutâneo e gordura intra-abdominal⁽⁷⁾. Subsequentemente, Kvist et al. definiram que o nível L4-L5 apresenta a melhor e mais alta correlação com a gordura abdominal, em ambos os sexos⁽¹⁶⁾. Outro estudo mostrou que a área de gordura visceral mensurada em um único corte tomográfico, ao nível da região umbilical (L4-L5), está fortemente correlacionada ao volume total de gordura visceral, o que apoia esta conduta para diagnóstico da deposição visceral de gordura⁽¹⁷⁾. Nesse estudo foram verificada a confiabilidade e reprodutibilidade do método, uma vez que demonstrou uma variação máxima intra-examinador entre as medidas TC da área abdominal, TC da área da gordura abdominal, TC da área intra-abdominal e TC da área da gordura intra-abdominal de 1%, 1,1%, 5,5% e 5,0%, respectivamente. Em relação à variação máxima das medidas interexaminador, os valores foram 2,1%, 5,1%, 5,7% e 6,0%, respectivamente⁽¹⁷⁾. Isto demonstra que a TC pode ser considerada padrão ouro, não só para avaliação do tecido de gordura abdominal, mas também para medida de multi-compartimentos do corpo⁽¹⁷⁾. Estudo de Chowdhury et al. constatou alta reprodutibilidade da TC, após análise de 28 varreduras estudadas para a determinação da reprodutibilidade intraexaminador da quantificação de gordura abdomi-

nal, demonstrando variabilidade de 0,4% para a gordura abdominal. A variabilidade de precisão da determinação da gordura abdominal interexaminador foi 1,0%⁽¹⁸⁾.

No presente estudo foi possível avaliar a correlação dos dados ultrassonográficos e tomográficos com os dados antropométricos, em que pudemos verificar correlação maior da TC. Esse resultado nos permite dizer que a TC é mais adequada para o estudo da gordura abdominal na caracterização da composição corporal individual, pois mostra maior correlação com os vários parâmetros antropométricos avaliados, como pode ser exemplificado pelos coeficientes de Pearson de 0,82 para o IMC, 0,77 para a cintura, 0,79 para o quadril e 0,84 para a circunferência abdominal. Isto nos leva a concordar com vários autores que consideram a TC como padrão de referência para a avaliação da gordura corporal^(8,11-15,19-21). No entanto, é preciso considerar os riscos da utilização da radiação ionizante para uma avaliação cujo significado clínico é relativo, ou seja, ainda que com a TC exista uma maior reprodutibilidade e maior correlação com os dados antropométricos, não nos parece justificável a sua utilização, considerando a relação risco-benefício para o indivíduo⁽²²⁾.

Os resultados obtidos, associados às vantagens do método ultrassonográfico, ou seja, de fácil e rápida execução, com boa especificidade e reprodutibilidade, elegem a US como uma alternativa potencialmente útil ao estudo da obesidade visceral em pacientes de alto risco para síndrome metabólica, mesmo apresentando menor reprodutibilidade e menor correlação com os dados antropométricos, comparativamente à TC. Neste estudo observamos, também, excelente correlação, principalmente com as medidas do IMC, do colesterol e da circunferência abdominal. Outros autores também demonstraram essa excelente correlação com as medidas antropométricas, com a vantagem de ser uma alternativa menos dispendiosa que a TC ou a ressonância magnética e mais precisa que as medidas antropométricas^(13,14).

CONCLUSÃO

Houve boa concordância intraexaminador e interexaminador na avaliação da gordura abdominal por US e maior por TC, confirmando a precisão e a boa reprodutibilidade desses métodos. Utilizando-se a TC como padrão de referência, foi observada correlação entre as avaliações da US na gordura abdominal. Houve maior correlação entre a TC com a avaliação antropométrica, comparativamente à US, principalmente para a medida da gordura abdominal total, e tanto a TC quanto a US apresentaram boa correlação com o nível sérico de colesterol, dentre os dados clinicolaboratoriais.

REFERÊNCIAS

1. Rössner S, Bo WJ, Hiltbrandt E, et al. Adipose tissue determinations in cadavers—a comparison between cross-sectional planimetry and computed tomography. *Int J Obes.* 1990;14:893–902.
2. Vlachos IS, Hatzioannou A, Perelas A, et al. Sonographic assessment of regional adiposity. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189:1545–53.

3. Lemieux S, Lesage M, Bergeron J, et al. Comparison of two techniques for measurement of visceral adipose tissue cross-sectional areas by computed tomography. *Am J Hum Biol.* 1999;11:61–8.
4. Diniz ALD, Tomé RAF, Debs CL, et al. Reproducibility of ultrasonography as a method to measure abdominal and visceral fat. *Radiol Bras.* 2009;42:353–7.
5. Bullen BA, Quaade F, Olessen E, et al. Ultrasonic reflections used for measuring subcutaneous fat in humans. *Hum Biol.* 1965;37:375–84.
6. Booth RA, Goddard BA, Paton A. Measurement of fat thickness in man: a comparison of ultrasound, Harpenden calipers and electrical conductivity. *Br J Nutr.* 1966;20:719–25.
7. Borkan GA, Gerzof SG, Robbins AH, et al. Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am J Clin Nutr.* 1982;36:172–7.
8. Gong W, Ren H, Tong H, et al. A comparison of ultrasound and magnetic resonance imaging to assess visceral fat in the metabolic syndrome. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2007;16 Suppl 1:339–45.
9. Pozzato C, Curti A, Radaelli G, et al. Abdominal ultrasonography in inherited diseases of carbohydrate metabolism. *Radiol Med.* 2005;109:139–47.
10. Gronemeyer SA, Steen RG, Kauffman WN, et al. Fast adipose tissue (FAT) assessment by MRI. *Magn Reson Imaging.* 2000;18:815–8.
11. Hirooka M, Kumagi T, Kurose K, et al. A technique for the measurement of visceral fat by ultrasonography: comparison of measurements by ultrasonography and computed tomography. *Intern Med.* 2005;44:794–9.
12. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, et al. Measurements of intra-abdominal fat by ultrasound and computed tomography: predictive equations in women. *Basic Life Sci.* 1993;60:75–7.
13. Liu KH, Chan YL, Chan WB, et al. Sonographic measurement of mesenteric fat thickness is a good correlate with cardiovascular risk factors: comparison with subcutaneous and preperitoneal fat thickness, magnetic resonance imaging and anthropometric indexes. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003;27:1267–73.
14. Ribeiro-Filho FF, Faria AN, Ajzen S, et al. Methods of estimation of visceral fat: advantages of ultrasonography. *Obes Res.* 2003;11:1488–94.
15. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, et al. The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat. *J Clin Ultrasound.* 1990;18:563–7.
16. Kvist H, Chowdhury B, Grangard U, et al. 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.
17. Kuk JL, Church TS, Blair SN, et al. Does measurement site for visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue alter associations with the metabolic syndrome? *Diabetes Care.* 2006;29:679–84.
18. Chowdhury D, Sjöström L, Alpsten M, et al. A multicompartiment body composition technique based on computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1994;18:219–34.
19. Pineau JC, Guihard-Costa AM, Bocquet M. Validation of ultrasound techniques applied to body fat measurement. A comparison between ultrasound techniques, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance vs. dual-energy X-ray absorptiometry. *Ann Nutr Metab.* 2007;51:421–7.
20. Stolk RP, Wink O, Zelissen PM, et al. Validity and reproducibility of ultrasonography for the measurement of intra-abdominal adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25:1346–51.
21. Tornaghi G, Raiteri R, Pozzato C, et al. Anthropometric or ultrasonic measurements in assessment of visceral fat? A comparative study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1994;18:771–5.
22. Pierce DA, Preston DL. Radiation-related cancer risks at low doses among atomic bomb survivors. *Radiat Res.* 2000;154:178–86.