

Análise comparativa de métodos de avaliação da composição corporal em homens saudáveis e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica: antropometria, impedância bioelétrica e absorptiometria de raios-X de dupla energia

Ismael Forte Freitas Júnior, Sérgio Alberto Rupp de Paiva, Irma de Godoy, Suhaila Mahmoud Smaili Santos, Alvaro Oscar Campana

Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Presidente Prudente, Brasil, Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, Brasil, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Brasil

RESUMO. O trabalho teve, como objetivo principal, verificar se a antropometria (ANT) e a impedância bioelétrica (BIA) fornecem resultados concordantes com os obtidos pela absorptiometria de raios-X de dupla energia (DXA), quanto à massa (MG) e à porcentagem de gordura (%GC), à massa livre de gordura corporal (MLG) e ao índice de MLG ($IMLG = MLG/estatura^2$), em indivíduos adultos (≥ 50 anos), do sexo masculino, saudáveis ($n=23$) e em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ($n=24$). As comparações entre as técnicas de composição do corpo foram feitas utilizando ANOVA por medidas repetidas; para análise de concordância, utilizou-se o procedimento de Bland & Altman. Resultados e Conclusões: 1) valores obtidos no grupo saudável foram significativamente diferentes dos observados no grupo com DPOC; 2) não foram observadas diferenças significantes, nos indivíduos saudáveis, entre DXA \times BIA e entre DXA \times ANT; em DPOC, a comparação entre DXA \times BIA revelou, para BIA, valores estatisticamente maiores para MG e %GC e menores para MLG e IMLG; na comparação DXA \times ANT, não houve diferenças significantes entre as variáveis; 3) a aplicação do teste de Bland & Altman, em ambos os grupos, mostrou falta de concordância na comparação da BIA com DXA e, também, da ANT com DXA; verificou-se, também, superestimação da gordura corporal e subestimação da MLG pela BIA, em relação à DXA.

Palavras-chave: Impedância bioelétrica, absorptiometria de raios-X de dupla energia, antropometria, massa livre de gordura, massa de gordura, DPOC.

SUMMARY. Comparative analysis of body composition assessment methods in healthy men and in chronic obstructive pulmonary disease patients: anthropometry, bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry. The aim of this study was to examine the agreement between the results of body fat (BF and BF%), fat-free mass (FFM) and FFM index ($FFMI = FFM/height^2$) as estimated by skinfold anthropometry (ANT), bioelectrical impedance (BIA) and dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) in two groups of men (≥ 50 y), one comprising healthy individuals ($n=23$) and the other, patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) ($n=24$). Comparisons between body composition techniques were done by repeated measures ANOVA; the Bland & Altman procedure was used to analyse agreement. Results and Conclusions: 1) comparison between healthy and COPD groups showed significant differences between all studied variables; 2) in the healthy group, values for BF, BF%, FFM and FFMI were not significantly different when BIA or ANT was compared to DXA; however, in COPD, values for BF and BF% were significantly higher and for FFM and FFMI significantly lower when BIA was compared to DXA; in contrast, no differences were shown between values for these variables when ANT was compared with DXA; 3) Bland & Altman test, in both groups, showed no agreement between BIA and DXA and between ANT and DXA; it was also shown that body fat was overestimated and fat free mass underestimated by BIA in relation to DXA. **Key words:** Bioelectric impedance, dual energy X-ray absorptiometry, anthropometry, fat-free mass, fat mass, COPD.

INTRODUÇÃO

Entre os objetivos importantes dos estudos relacionados com a composição do corpo, ressaltam-se a estimativa do grau

de obesidade e o teor de massa do corpo desprovida de gordura, a massa magra. Nesse contexto, a posição atual é que o índice de massa do corpo é uma estimativa imprecisa da massa de gordura e da massa magra e não fornece informação sobre se as alterações de peso resultam de decréscimo de massa magra ou de aumento de gordura (1). Atualmente, estão disponíveis, para análise da composição do corpo, técnicas relativamente simples, como as que empregam os valores das pregas cutâneas

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Curso de Pós-Graduação de Fisiopatologia em Clínica Médica – Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP

e a impedância bioelétrica, e técnicas mais complexas, como a hidrodensitometria, a diluição de isótopos e a absorptometria de raios-X de dupla energia, entre outras (2).

Quanto à antropometria, as pregas cutâneas têm sido utilizadas para avaliação da gordura corporal, tanto na área clínica como na área de saúde pública (3-5). Esta técnica fornece resultados de precisão limitada quando o teor de gordura é calculado a partir da medida de apenas uma prega cutânea (5,6); ocorre, entretanto, melhora da reprodutibilidade dos dados quando os valores de várias pregas são utilizados (4,5).

A impedância bioelétrica tem sido empregada na área clínica nos últimos dez anos. Esta técnica foi também utilizada em estudos populacionais amplos como no Cardiovascular Health Study (7) e no National Health and Nutrition Examination Survey III, desenvolvido nos Estados Unidos, no período de 1988 a 1994 e que incluiu mais de 7000 participantes (8).

A absorptometria de raios-X de dupla energia é um procedimento de avaliação não traumática da composição corporal, que tem sido frequentemente utilizada em investigação e na prática médica na última década, fornecendo informações sobre três compartimentos: massa de gordura, massa livre de mineral e de gordura e massa de mineral ósseo total do corpo (9-13).

No presente trabalho, a composição do corpo foi avaliada em dois grupos de indivíduos do sexo masculino, de 50 anos ou mais: um grupo de indivíduos saudáveis e um grupo de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Três técnicas foram utilizadas para estudo da composição do corpo: antropometria, impedância bioelétrica e absorptometria de raios-X de dupla energia; estas técnicas levaram à estimativa do teor de gordura e da massa livre de gordura do corpo. O principal objetivo do trabalho consistiu em verificar se a antropometria e a bioimpedância elétrica fornecem resultados concordantes com os obtidos pela absorptometria, quanto à gordura e à massa livre de gordura corporal.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Foram estudados dois grupos de indivíduos do sexo masculino, de idade igual ou acima de 50 anos, um sadio (Grupo Sadio, n=23) e outro, com doença pulmonar obstrutiva crônica (Grupo DPOC, n=24). O grupo sadio foi constituído a partir de funcionários, docentes e moradores da cidade de Botucatu - SP. O grupo com DPOC foi recrutado a partir do cadastro de pacientes atendidos no ambulatório do Hospital das Clínicas e acompanhados pelo serviço de Pneumologia da Faculdade de Medicina de Botucatu-SP. Todos os participantes do estudo foram submetidos à observação clínica, ao exame físico, a exames laboratoriais hematológicos e bioquímicos de sangue, provas de função pulmonar,

radiografia de tórax e eletrocardiograma em repouso. Tais procedimentos tiveram por finalidade, no grupo sadio, afastar a existência de afecções clínicas, especialmente aquelas que pudessem interferir na composição corporal. O grupo sadio foi composto por indivíduos assintomáticos, que não faziam uso regular de medicações de qualquer espécie e que apresentavam valores das provas de função pulmonar dentro dos limites de normalidade, segundo a American Thoracic Society (14). Quanto ao grupo com doença pulmonar obstrutiva crônica, o diagnóstico da doença de base foi feito por meio de dados de história clínica, exame físico, critérios radiológicos e provas de função pulmonar, de acordo com a Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica - 1998 (15). Estas incluíram o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1 - em litros e em percentual do valor predito), a capacidade vital forçada (CVF - l) e VEF_1/CVF . A relação VEF_1/CVF devia estar abaixo de 70% em todos os casos. Faziam parte deste grupo os pacientes que estavam em condições clínicas estáveis na época da realização dos exames, sem apresentar qualquer manifestação de insuficiência cardíaca, não afetados por outras condições que interferissem no estado nutricional, como neoplasias, doenças sistêmicas, renais e hepáticas, *diabetes mellitus* e alcoolismo, e que não recebiam suplementação alimentar.

O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Botucatu-UNESP.

Medida da composição corporal

A composição corporal foi estimada por três técnicas: antropometria (ANT), impedância bioelétrica (BIA) e absorptometria de raios-X de dupla energia (DXA). As medidas antropométricas foram obtidas de acordo com procedimentos descritos por Lohman et al. (16) e incluíram: peso corporal (P), estatura (E), índice de massa corporal ($IMC=P/E^2$) e pregas cutâneas: subescapular-PSE, tricípital-PT, bicípital-PB e supraílica-PSI. Estas foram medidas com adipômetro modelo Lange, marca Cambridge Scientific Industries, com precisão de 0,2 mm. A estimativa da gordura do corpo, a partir das pregas cutâneas, foi feita de acordo com o procedimento de Durnin & Womersley (3), que utiliza o logaritmo do somatório de quatro pregas cutâneas (PSE, PT, PB e PSI) para cálculo da densidade corpórea e a equação de Siri (17), para estimativa final do percentual de gordura (%GC). A partir deste valor, calcularam-se a massa de gordura (MG) e a massa livre de gordura (MLG), ambas em kg.

A análise da composição corporal pela BIA foi feita com aparelho modelo BIA analyzer - 101A, marca RJA systems, Detroit. O aparelho utiliza corrente elétrica de baixa intensidade (0,8mA) e de baixa frequência (50kHz). Quatro eletrodos foram posicionados no hemitórax direito: dois no dorso da mão (eletrodos transmissores) e dois no dorso do pé (eletrodos receptores), tal como referido por Heyward &

Stolarczyk (18). Por esta técnica, estimaram-se os valores de MLG, MG e %GC. Estes valores foram obtidos a partir de equações incorporadas no próprio equipamento; a equação do aparelho RJL, para massa livre de gordura, foi publicada por Segal et al. (19).

Para estimar a composição corporal pela absorptiometria, foi utilizado o equipamento marca *Hologic* modelo *QDR 2000/Plus* (*Hologic, Waltham*) e o *software* versão 5.56. A técnica consiste na utilização de uma fonte de raios-X e na passagem destes através de filtro de terra rara (cério ou samário), com o que são obtidos fótons com dois níveis de energia (40 e 70 KeV). O feixe de fótons é dirigido para os tecidos, ocorrendo interações entre os elementos constituintes destes e os fótons. Há, então, atenuação de fótons, que varia de acordo com a constituição tecidual local. Isto permite a diferenciação dos tecidos, analisados em detector. No presente trabalho, foram considerados os valores da massa de gordura (MG) e da massa livre de gordura (MLG), que corresponde à soma da massa livre de mineral e gordura + massa de mineral ósseo.

Os valores de MLG, estimados pelas três técnicas, foram utilizados para calcular o índice de massa livre de gordura (IMLG) que corresponde ao valor de MLG dividido pela estatura ao quadrado (MLG/E^2)

Análise estatística

Os dados obtidos são expressos na forma de médias e medidas de dispersão. Para a comparação de médias, utilizou-se o teste *t* de Student para amostras independentes.

Para a comparação das técnicas, utilizaram-se, como referência, os valores obtidos pela DXA; desta maneira, compararam-se DXA x ANT e DXA x BIA. Os procedimentos estatísticos adotados foram: 1) análise de variância de medidas repetidas, com comparação entre as médias, complementada com o teste de comparações múltiplas de Dunnett; a significância foi estabelecida em $P < 0,05$; 2) método de concordância de Bland & Altman (20), que permitiu estabelecer os limites de concordância entre os resultados relacionados à composição corporal, obtidos por duas técnicas diferentes.

RESULTADOS

Na Tabela 1, os valores relacionados à composição do corpo foram obtidos por absorptiometria. O grupo sadio era formado por indivíduos mais jovens, de peso maior e com valor médio de IMC significativamente maior que o grupo com DPOC. Apresentavam, também, valores das provas de função pulmonar significativamente mais altos que o grupo de pacientes. Quanto ao IMC, verificaram-se valores acima de 25,0 kg/m² em 17 dos 23 indivíduos sadios e nenhum valor abaixo de 20,0 kg/m², ao passo que em nove dos 24 pacientes com DPOC esses valores foram menores que 20,0 kg/m² e,

em apenas três casos, os valores foram maiores que 25,0 kg/m². Os grupos diferiram, ainda, quanto à gordura corporal, expressa em porcentagem, à massa livre de gordura e ao índice de massa livre de gordura, cujos valores foram significativamente menores nos pacientes com DPOC.

TABELA 1
Valores médios e desvios-padrão de idade, variáveis antropométricas e provas de função pulmonar nos grupos de estudo

Variáveis	Grupos de estudo	
	Sadio n = 23	DPOC n = 24
Idade (anos)	57,8 + 7,9	63,8 + 8,2**
Peso do corpo (kg)	75,0 + 9,6	58,2 + 8,7**
Estatura (cm)	168,2 + 6,6	165,6 + 6,8
IMC (kg/m ²)	26,5 + 3,2	21,2 + 3,1**
GC * (%)	24,1 + 6,2	20,3 + 6,9**
MLG * (kg)	56,6 + 6,7	46,1 + 5,7**
IMLG * (kg/m ²)	20,0 + 2,0	16,8 + 1,9**
VEF ₁ (%)	108,6 + 15,0	34,9 + 14,1**
VEF ₁ /CVF (%)	77,5 + 3,0	36,8 + 9,1**

IMC = índice de massa corporal; GC = porcentual de gordura corporal; MLG = teor de massa livre de gordura corporal; IMLG = massa livre de gordura/estatura²; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF = capacidade vital forçada; VEF₁/CVF = volume expiratório forçado no primeiro segundo dividido pela capacidade vital forçada. * Valores das variáveis relacionadas à composição do corpo obtidos por absorptiometria. ** = valores do Grupo DPOC significativamente diferentes do Grupo Sadio ($P < 0,05$).

Comparação das técnicas

Na Tabela 2, estão registrados os valores médios e os desvios-padrão das variáveis estimadas pelas três técnicas, nos indivíduos sadios. As comparações das médias não revelaram diferenças significantes entre os resultados da BIA em relação à DXA e também da ANT em relação à DXA.

Na Tabela 3, estão registrados os valores médios e os desvios-padrão das variáveis estimadas pelas três técnicas, nos pacientes com DPOC. A análise de variância, complementada com teste de Dunnett, revelou haver diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores obtidos pela BIA em relação à DXA; assim, os valores de MG e %GC foram maiores e os valores de MLG e IMLG, menores, quando estimados pela BIA, em relação à DXA. Os valores estimados pela ANT não foram significativamente diferentes daqueles obtidos pela DXA.

TABELA 2
Valores médios + desvios-padrão das variáveis da composição corporal do grupo de indivíduos saudáveis

Variáveis	Técnicas de estudo			P
	DXA	BIA	ANT	
MG (kg)	18,4 ± 6,3	20,1 ± 5,2	18,4 ± 8,5	ns
GC (%)	24,1 ± 6,2	26,5 ± 4,9	24,3 ± 8,4	ns
MLG (kg)	56,6 ± 6,7	54,9 ± 6,4	56,6 ± 4,9	ns
IMLG (kg/m ²)	20,0 ± 2,0	19,4 ± 2,1	20,5 ± 1,5	ns

DXA = absorptiometria de raios-X de dupla energia; BIA = impedância bioelétrica; ANT = antropometria; MG = teor de massa de gordura; GC = percentual de gordura corporal; MLG = teor de massa livre de gordura corporal; IMLG = índice de massa livre de gordura corporal; valor de P para a análise de variância; ns = não significante.

TABELA 3
Valores médios ± desvios-padrão das variáveis da composição corporal do grupo de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Variáveis	Técnicas de estudo			P
	DXA	BIA	ANT	
MG (kg)	12,0 ± 5,4	13,7 ± 4,3*	11,9 ± 5,3	0,005
GC (%)	20,3 ± 6,9	23,3 ± 5,4*	19,9 ± 6,9	0,002
MLG (kg)	46,1 ± 5,7	44,6 ± 6,3*	46,2 ± 5,3	0,010
IMLG (kg/m ²)	16,8 ± 1,9	16,3 ± 1,9*	16,8 ± 1,6	0,017

DXA = absorptiometria de raios-X de dupla energia; BIA = impedância bioelétrica; ANT = antropometria; MG = teor de massa de gordura; GC = percentual de gordura corporal; MLG = teor de massa livre de gordura corporal; IMLG = índice de massa livre de gordura corporal; valor de P para a análise de variância; * = valores diferentes estatisticamente (P<0,05) em relação aos obtidos pela DXA.

Análise de concordância

Os resultados do estudo da concordância (DXA x BIA e DXA x ANT), relacionado ao percentual de gordura e à massa livre de gordura, expressa em kg, são apresentados graficamente nas Figuras 1 e 2.

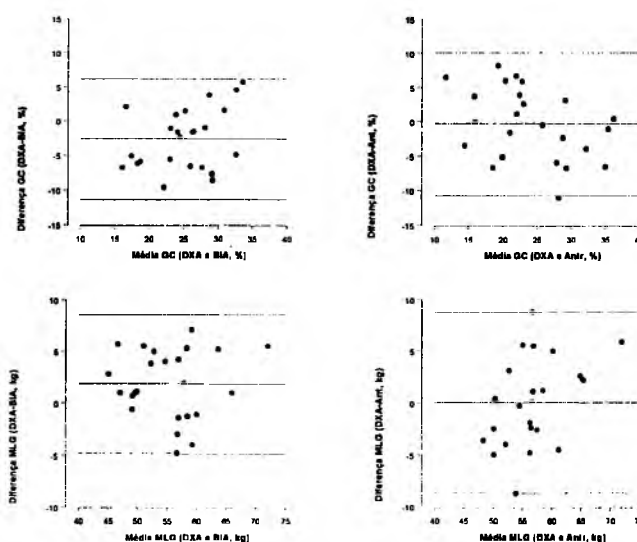
Grupo Sadio

Quanto à gordura corporal, na comparação de DXA x BIA, os vieses negativos (-1,7kg para MG e -2,3% para %GC), indicam que as estimativas da gordura foram maiores pela BIA em relação à DXA; os limites de concordância variaram de 5,0 a -8,4kg para MG e de 6,2 a -10,8% para %GC. Na comparação de DXA x ANT, embora os vieses apresentassem valores baixos (-0,03kg para MG e -0,1% para %GC), os limites de concordância variaram de 8,7 a -8,7kg para MG e de 10,4 a -10,6% para %GC.

Em relação à massa livre de gordura e ao índice de massa livre de gordura, as comparações de DXA x BIA apresentaram vieses positivos (1,7kg para MLG e 0,6kg/m² para IMLG), indicando que a BIA apresenta valores menores em relação à DXA. Quanto aos limites de concordância, variaram de 8,3 a -5,0kg para MLG e de 2,9 a -1,8 kg/m² para IMLG. Na comparação de DXA x ANT, os vieses apresentaram valores baixos (0,05kg para MLG e -0,4 kg/m² para IMLG) e os limites de concordância variaram de 8,8 a -8,7kg para MLG e de 1,6 a -2,5 kg/m² para IMLG.

FIGURA 1

Avaliação da concordância no grupo de indivíduos saudáveis entre: porcentagem de gordura estimada pela absorptiometria e bioimpedância (A); porcentagem de gordura estimada pela absorptiometria e antropometria (B); massa livre de gordura estimada pela absorptiometria e bioimpedância (C) e massa livre de gordura estimada pela absorptiometria e antropometria (D)

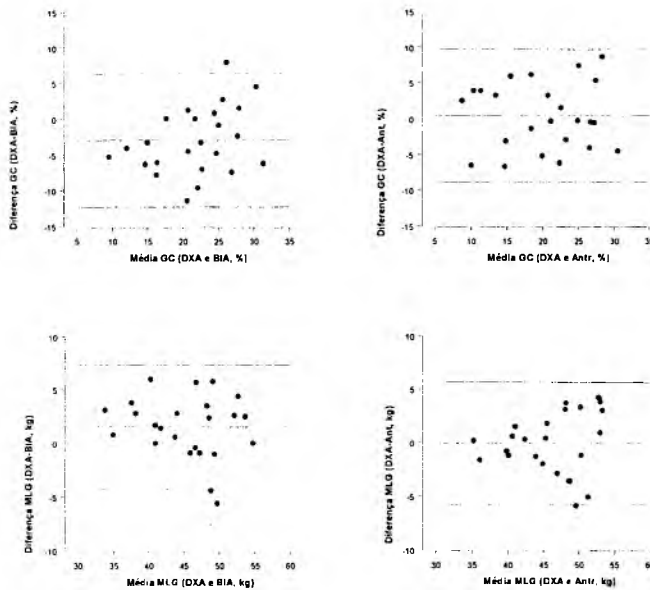


Grupo DPOC

A comparação de DXA x BIA revelou vieses negativos (-1,6kg para MG e -3,0% para %GC), que indicam que as estimativas da gordura corporal foram maiores pela BIA em relação à DXA. Quanto aos limites de concordância, variaram de 3,8 a -7,1kg para MG e de 6,2 a -12,3% para %GC. Na comparação de DXA x ANT, semelhante ao que foi observado no grupo de indivíduos saudáveis, os vieses apresentam valores baixos (-0,1kg para MG e 0,4% para %GC) e os limites de concordância variaram de 5,8 a -5,6kg para MG e de 9,7 a -8,9% para %GC.

FIGURA 2

Avaliação da concordância no grupo de indivíduos com DPOC entre: porcentagem de gordura estimada pela absorptiometria e bioimpedância (A); porcentagem de gordura estimada pela absorptiometria e antropometria (B); massa livre de gordura estimada pela absorptiometria e bioimpedância (C) e massa livre de gordura estimada pela absorptiometria e antropometria (D)



As comparações entre as variáveis massa livre de gordura e índice de massa livre de gordura revelaram, na comparação de DXA x BIA, vieses positivos (1,5kg para MLG e 0,6kg/m² para IMLG) e indicam que a BIA apresenta valores menores em relação à DXA. Quanto aos limites de concordância, variaram de 7,4 a -4,3kg para MLG e de 2,8 a -1,7 kg/m² para IMLG. Na comparação de DXA x ANT, os vieses apresentaram valores baixos (-0,1kg para MLG e 0,01 kg/m² para IMLG) e os limites de concordância variaram de 5,6 a -5,8 kg para MLG e de 2,1 a -2,1 kg/m² para IMLG.

DISCUSSÃO

Neste trabalho, utilizou-se a absorptiometria para comparação do grupo de doentes com o grupo sadio e para a análise da comparação das técnicas e de sua concordância. Isto deve-se aos fatos de que, além de ter sido usada para validação de técnicas como a antropometria e a impedância bioelétrica (21-23), a absorptiometria tem fornecido resultados concordantes, quanto à gordura e à massa livre de gordura corporal, com técnicas de referência consideradas como padrão-ouro, na área experimental e em indivíduos adultos

sadios de ambos os sexos e em doentes com paralisia cerebral e DPOC (24-27). Nessa mesma linha, investigações recentes mostraram que as estimativas de gordura e de massa livre de gordura do corpo, pela absorptiometria, são quase idênticas a aquelas obtidas por modelos complexos de análise compartimental (28) e pela ressonância magnética (29).

Quanto à impedância bioelétrica, os dados fornecidos por esta técnica, não constituem medidas diretas de qualquer estrutura biológica de interesse, como, por exemplo, gordura ou massa muscular. Nesta técnica, as estimativas são obtidas a partir de equações empíricas que fornecem valores para a água total do organismo, e, então, o teor de massa magra e o teor de gordura, num modelo de dois compartimentos. Assim, no que concerne à composição do corpo, avaliada pela impedância, inúmeras equações foram desenvolvidas, considerando sexo, idade, estatura e, também, doenças (21,23). Desta maneira, a aplicação de equações diferentes pode ensejar resultados diferentes quanto à massa de gordura e à massa livre de gordura do corpo. Pichard et al. (21), por exemplo, mostraram que a aplicação de diferentes fórmulas de impedância fornece, para a massa de gordura, valores menores (até 10,6 ± 10,2 kg) e valores maiores (até 19,8 ± 8,8 kg), em relação ao valor de 17,9 kg, estimado em mulheres, pela absorptiometria. No presente trabalho, o valor do teor de gordura registrado foi baseado na equação incorporada no próprio aparelho que foi utilizado para a medida dos compartimentos corporais.

Composição do corpo no grupo sadio e no grupo com DPOC

Os resultados relativos à composição do corpo, no grupo sadio, são semelhantes a dados publicados na literatura. De fato, quanto à porcentagem de gordura, Gallagher et al. (30) citam valores de 25,1 a 30,1% para homens sadios de 60 a 79 anos, com IMC variando de 25 a 30 kg/m² e, quanto à massa livre de gordura, os resultados registrados variam de 49,5 a 58,0 kg, também para homens de mais de 60 anos (9,24).

Nos pacientes com DPOC, valores publicados de gordura corporal são variáveis (13,31), mas podem ser baixos (10). Quanto à estimativa da massa livre de gordura, há registro de valores baixos, de 39,3kg (32), e valores mais altos, de 50,2 ± 8,7kg (24). No presente trabalho, os valores de MLG, nos pacientes com DPOC, foram 46,1 ± 5,7kg (Tabela 1), situando-se, portanto, dentro de limites observados em publicações da literatura. Quanto ao IMLG, utilizando o ponto de corte de 17,4 kg/m², como publicado por Pichard et al. (33), o valor médio dos indivíduos sadios é normal; o valor médio dos pacientes com DPOC é menor que 17,4, correspondendo, pois, a índice de massa livre de gordura baixo (IMLG < 17,4 kg/m² em 17 dos 24 pacientes).

Comparação das técnicas de análise da composição corporal e estudo da concordância entre as técnicas

A análise de variância não revelou, nos indivíduos saudáveis, diferenças significantes entre os resultados relacionados às três técnicas utilizadas (Tabela 2). No grupo de pacientes com DPOC, porém, há diferença entre os resultados da impedância bioelétrica, quando comparados à absorptiometria, a impedância superestimando o compartimento de gordura e subestimando a massa corporal magra (Tabela 3). Os valores da gordura corporal, obtidos por impedância, nos pacientes com DPOC, podem ter sofrido influência da menor quantidade de gordura corporal (menores valores de IMC e %GC, conforme Tabela 1) e por isso apresentam-se superestimados na comparação com DXA. Nesta linha, em trabalho recente, Sun et al. (34) mostraram que a bioimpedância fornece valores altos de gordura corporal em indivíduos saudáveis classificados pela DXA como magros e valores mais baixos nos indivíduos classificados como obesos.

Quanto ao estudo da concordância, os resultados relacionados com a massa e a porcentagem de gordura do corpo, em indivíduos saudáveis e em DPOC, mostraram valores pequenos de viés nas comparações DXA x BIA, porém com limites de concordância relativamente largos, indicando falta de concordância entre os métodos. Pela impedância bioelétrica, os vieses foram negativos, indicando superestimação da gordura e, conseqüentemente, subestimação da massa livre de gordura (Figuras 1 e 2), achados coincidentes com os resultados da comparação dos métodos pela análise da variância. Em pacientes com DPOC, Steiner et al. (22) também observaram subestimação da massa livre de gordura e superestimação da gordura corpórea pela impedância, em relação à absorptiometria. No tocante à massa livre de gordura e ao índice de massa livre de gordura, embora os limites de concordância não tenham sido largos, os vieses, em indivíduos saudáveis e em DPOC, também indicam menor concordância entre os métodos.

Com relação à antropometria, nos indivíduos saudáveis e nos pacientes com DPOC, não encontramos diferenças significantes entre os valores de MG, %GC, MLG e IMLG estimados por essa técnica e pela absorptiometria (Tabelas 2 e 3). Note-se que os valores obtidos pela antropometria quase se justapõem aos da absorptiometria, tanto em indivíduos saudáveis, quanto em pacientes com DPOC. Embora seja método considerado como de sensibilidade menor para detectar, por exemplo, depleção nutricional (22), a medida de pregas cutâneas, realizada por pessoa experiente, com técnica padronizada, fornece estimativas consideradas confiáveis e com acurácia da porcentagem de gordura corporal (35).

No estudo de concordância entre os dados antropométricos e dados obtidos pela absorptiometria, verificaram-se, para MG, %GC, MLG e IMLG, valores médios quase superponíveis, com vieses de valor baixo; contudo, também aqui, os limites

de concordância são amplos, o que compromete o uso intercambiável desses métodos, para análise da composição do corpo de indivíduos (Figuras 1 e 2).

Levando em consideração as diferenças assinaladas entre DXA e BIA e DXA e ANT, poder-se-ia utilizar um fator de correção para ajuste dos valores relacionados aos compartimentos do corpo. O fator de correção poderia corresponder ao valor do viés, tal como calculado pelo método de Bland & Altman (20). Entretanto, considerando que, no presente trabalho, os limites de concordância são relativamente largos, os resultados perderiam precisão, tornando-se pouco confiáveis.

As considerações acima expostas são válidas nas condições que se enquadram dentro do delineamento do trabalho desenvolvido, isto é, para indivíduos do sexo masculino, de 50 a cerca de 80 anos de idade, saudáveis e portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica e cujos espaços compartimentais foram estimados pelos equipamentos descritos, nas condições registradas.

CONCLUSÕES

Em conclusão, a análise do grupo de indivíduos saudáveis mostrou não haver diferença entre os resultados da antropometria ou da impedância quando comparados com os da absorptiometria; em contraste, no grupo com DPOC, houve diferença entre os resultados da impedância em relação aos da absorptiometria. Adicionalmente, em análises individuais, em ambos os grupos estudados, não houve concordância entre as estimativas da composição corporal obtidas pela antropometria ou pela impedância em relação à absorptiometria.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Assistente Doutor José Morceli, pelo acesso à Unidade TC Tomocentro de Botucatu, e ao Professor Assistente Altamir Santos Teixeira, pela realização e interpretação da maioria dos exames de absorptiometria.

REFERÊNCIAS

1. Kyle UG, Genton L, Pichard C. Body composition: what's new. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2002; 5: 427-433.
2. Heymsfield SB, Wang ZM, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr*. 1997; 17: 527-558.
3. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974; 32: 77-97.
4. Hammond J, Rona RJ, Chinn S. Estimation in community surveys of total body fat of children using bioelectrical impedance or skinfold thickness measurements. *Eur J Clin Nutr*. 1994; 48: 164-171.

5. Schaefer F, Georgi M, Zieger A, Scharer K. Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatr Res.* 1994; 35: 617-624.
6. Roche AF, Sievogel RM, Chumlea WC, Webb P. Grading body fatness from limited anthropometric data. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34: 2831-2838.
7. Visser M, Langlois J, Guralnik JM, Cauley JA, Kronmal RA, Robbins J, Williamson JD, Harris TB. High body fatness, but not low fat-free mass, predicts disability in older men and women: the Cardiovascular Health Study. *Am J Clin Nutr.* 1998; 68: 584-590.
8. Zhu S, Wang Z, Shen W, Heymsfield SB, Heshka S. Percentage body fat ranges associated with metabolic syndrome risk: results based on the third National Health and Nutrition Examination Survey (1988-1994). *Am J Clin Nutr.* 2003; 78: 228-235.
9. Poehlman ET. Special considerations in design of trials with elderly subjects: unexplained weight loss, body composition and energy expenditure. *J Nutr.* 1999; 129: 260S-263S.
10. Yoshikawa M, Yoneda T, Kobayashi A, Fu A, Takenaka H, Narita N, Nezu K. Body composition analysis by dual energy X-ray absorptiometry and exercise performance in underweight patients with COPD. *Chest.* 1999; 115: 371-375.
11. Song MY, Ruts E, Kim J, Janumala I, Heymsfield S, Gallagher D. Sarcopenia and increased adipose tissue infiltration of muscle in elderly African American women. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79: 874-880.
12. Schwenk A, Hodgson L, Wright A, Ward LC, Rayner CF, Grubnic S, Griffin GE, Macallan DC. Nutrient partitioning during treatment of tuberculosis: gain in body fat mass but not in protein mass. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79: 1006-1012.
13. Schols AM. TNF-alpha and hypermetabolism in chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Nutr.* 1999; 18: 255-257.
14. American Thoracic Society. Role of the pulmonary and critical care medicine physician in the American health care system. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995; 152: 2199-2201.
15. Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 163: 1256-1276.
16. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Champaign, IL: Human Kinetics. 1988, 177 p.
17. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density, analysis of methods. In: *Techniques for measuring body composition*, edited by Brozek J and Henschel A. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1961, p. 223-244.
18. Heyward VH, Stolarczyk LM. Applied Body Composition Assessment. Champaign, IL: Human Kinetics. 1996, 88 p.
19. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr.* 1988; 47: 7-14.
20. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1: 307-310.
21. Pichard C, Kyle UG, Janssens JP, Burdet L, Rochat T, Slosman DO, Fitting JW, Thiebaud D, Roulet M, Tschopp JM, Landry M, Schutz Y. Body composition by X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance in chronic respiratory insufficiency patients. *Nutrition.* 1997; 13: 952-958.
22. Steiner MC, Barton RL, Singh SJ, Morgan MD. Bedside methods versus dual energy X-ray absorptiometry for body composition measurement in COPD. *Eur Respir J.* 2002; 19: 626-631.
23. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gomez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AM, Pichard C. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin Nutr.* 2004; 23: 1226-1243.
24. Engelen MP, Schols AM, Heidendal GA, Wouters EF. Dual-energy X-ray absorptiometry in the clinical evaluation of body composition and bone mineral density in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr.* 1998; 68: 1298-1303.
25. Bertin E, Ruiz JC, Mourot J, Peiniau P, Portha B. Evaluation of dual-energy X-Ray absorptiometry for body-composition assessment in rats. *J Nutr.* 1998; 128: 1550-1554.
26. Barrera MG, Salazar G, Gajardo H, Gattas V, Coward A. Comparative analysis of body composition assessment methods in healthy adult men. *Rev Med Chil.* 1997; 125: 1335-1342.
27. Hildreth HG, Johnson RK, Goran MI, Contompasis SH. Body composition in adults with cerebral palsy by dual-energy X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance analysis and skinfold anthropometry compared with ¹⁸O isotope-dilution technique. *Am J Clin Nutr.* 1997; 66: 1436-1442.
28. Cameron N, Griffiths PL, Wright MM, Blencowe C, Davis NC, Pettifor JM, Norris SA. Regression equations to estimate percentage body fat in African prepubertal children aged 9 y. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80: 70-75.
29. Jones A, Jr., Shen W, St-Onge MP, Gallagher D, Heshka S, Wang Z, Heymsfield SB. Body-composition differences between African American and white women: relation to resting energy requirements. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79: 780-786.
30. Gallagher D, Ruts E, Visser M, Heshka S, Baumgartner RN, Wang J, Pierson RN, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB. Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000; 279: E366-375.
31. Godoy I, Castro e Silva MH, Togashi RH, Geraldo RCC, Campana AO. Is chronic hypoxemia in patients with chronic obstructive pulmonary disease associated with more marked nutritional deficiency? A study of fat free mass evaluated by anthropometry and bioelectrical impedance methods. *J Nutr Health Aging.* 2000; 4: 102-108.
32. Ferreira IM, Verreschi IT, Nery LE, Goldstein RS, Zamel N, Brooks D, Jardim JR. The influence of 6 months of oral anabolic steroids on body mass and respiratory muscles in undernourished COPD patients. *Chest.* 1998; 114: 19-28.
33. Pichard C, Kyle UG, Morabia A, Perrier A, Vermeulen B, Unger P. Nutritional assessment: lean body mass depletion at hospital admission is associated with an increased length of stay. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79: 613-618.

34. Sun G, French CR, Martin GR, Younghusband B, Green RC, Xie YG, Mathews M, Barron JR, Fitzpatrick DG, Gulliver W, Zhang H. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81: 74-78.
35. Yao M, Roberts SB, Ma G, Pan H, McCrory MA. Field methods for body composition assessment are valid in healthy Chinese adults. *J Nutr.* 2002; 132: 310-317.

Recibido: 27-01-2005

Aceptado:15-06-2005