

Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia.

Body composition estimates using dual-energy X-ray Absorptiometry.

RECH, C. R.; FERREIRA, L. DE A.; CORDEIRO, B. A.; VASCONCELOS, F. DE A. G. DE.; PETROSKI, E. L. Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(4): 87-98.

RESUMO: A Absorptometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) é um método que tem sido recomendado para a estimativa dos componentes corporais (massa gorda, massa livre de gordura, densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo), mas que, inicialmente, teve como propósito exclusivo a estimativa da densidade mineral óssea. Desta forma, a DEXA tem sido proposta como uma alternativa na validação de métodos de estimativa da composição corporal, em estudos populacionais baseados em métodos duplamente indiretos, tais como a antropometria e a impedância bioelétrica. Entretanto, alguns aspectos relacionados às indicações e limitações da utilização da DEXA ainda são desconhecidos. Com base no exposto, esta revisão tem como objetivo evidenciar as definições, princípios, validade, vantagens e limitações da DEXA na estimativa da composição corporal em diferentes faixas etárias e sexo. Os artigos analisados foram selecionados em bases eletrônicas de dados *Scientific Electronic Library On-line (SciELO)*, *National Library of Medicine (MEDLINE)* e *Science Direct Online*, publicados entre 1990 e 2007, utilizando os indexadores: DEXA, DXA, composição corporal e body composition. Os estudos apontam para uma elevada concordância nas medidas realizadas intra-indivíduos, principalmente, na detecção de mudanças na composição corporal. Entretanto, cuidados como a seleção dos equipamentos e seleção dos casos em que for aplicado, merecem ser considerados. Pois, a utilização de constantes de hidratação da massa livre de gordura, as diferenças apresentadas entre os equipamentos e diferentes versões de um mesmo equipamento, além de limitações antropométricas, entre elas a envergadura, o peso e a proporção dos indivíduos, podem proporcionar erros de estimativa consideráveis quando não controlados. Por fim, observa-se que a DEXA é uma alternativa válida para estimativa dos componentes corporais, entretanto, algumas considerações podem apresentar erros significativos na estimativa dos componentes corporais.

PALAVRAS-CHAVE: absorptometria radiológica de dupla energia, DEXA, composição corporal.

RECH, C. R.; FERREIRA, L. DE A.; CORDEIRO, B. A.; VASCONCELOS, F. DE A. G. DE.; PETROSKI, E. L. Body composition estimates using dual-energy X-ray Absorptiometry. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(4): 87-98.

ABSTRACT: The dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) is a method that has been recommended for estimating the body components (fat mass, fat-free mass, bone mineral density and bone mineral contents), but which, initially, intended exclusively to estimate the bone mineral density. This way, DXA has been proposed as an alternative to validate the methods that estimate body composition in studies of populations that are based in indirect methods, such as anthropometry and bio-impedance. However, some aspects related to the indications and limitations of DXA are still unknown. Based on what was said, this review aims at exposing the definitions, principles, validity, advantages and limitations of DXA in estimating the body composition according to age groups and gender. The articles that were analyzed were selected from the following electronic database: *Scientific Electronic Library On-line (SciELO)*, *National Library of Medicine (MEDLINE)* and *Science Direct Online*, published between 1990 and 2007, using the indexers DXA and body composition. The studies point at an elevated agreement in the intra-individual measures, mainly when detecting alterations in the body composition. However, care should be taken when selecting the equipment, as well as when selecting the cases in which the method will be used, because the use of constant hydration of fat-free mass, the differences presented between the equipments, and different versions of the same equipment, besides the anthropometric limitations such as girth, weight and proportion of the individuals may cause considerable errors in the estimates when they are not controlled. Finally, it is observed that DEXA is a valid alternative to estimate the body components, however, some considerations may represent significant errors in the estimates of body components.

KEYWORDS: Dual-energy X-ray absorptiometry, DXA, body compositions.

Correspondência: Universidade Federal de Santa Catarina - Centro de Desportos/ Departamento de Educação Física - Núcleo de Pesquisa em Cineantropometria e Desempenho Humano - Cassiano Ricardo Rech - crrech@hotmail.com - Fone: (48) 3331. 8562 - (42) 3225. 5464

Cassiano Ricardo Rech¹
Leonardo de Abreu Ferreira²
Braian Alves Cordeiro³
Francisco de Assis Guedes de Vasconcelos⁴
Edio Luiz Petroski⁵

¹ Professor de Educação Física, Especialista em Ciência do Movimento Humano, Mestre em Educação Física. Professor do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa-PR (UEPG).

² Professor de Educação Física, Especialista em Fisiologia do Exercício.

³ Nutricionista, Especialista em Fisiologia do Exercício, Mestre em Nutrição. Professor colaborador da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI).

⁴ Professor Dr.^o do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Santa Catarina.

⁵ Professor Dr.^o do Departamento de Educação Física do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, Coordenador do Grupo de Pesquisa em Cineantropometria & Desempenho Humano.

Recebimento: 01/2007

Aceite: 07/2007

Introdução

Inúmeras investigações científicas têm demonstrado que a avaliação dos componentes da composição corporal são importantes indicadores para o processo de acompanhamento do crescimento, desenvolvimento e maturação dos seres humanos, assim como, suas alterações podem estar associadas a doenças, distúrbios alimentares e práticas de atividades físicas.¹ Assim, dispor de métodos válidos para as estimativas destes componentes corporais é de suma importância para as áreas da saúde pública, da nutrição e da educação física.

Dentre os métodos de estimativa da composição corporal, destacam-se os diretos (dissecação de cadáveres), os indiretos (pesagem hidrostática, ressonância magnética, absorptometria radiológica de dupla energia e outros) e os duplamente indiretos (antropometria e impedância bioelétrica).²

Entretanto, devido às limitações técnico-científicas e financeiras relacionadas à utilização dos métodos diretos, os métodos indiretos têm sido largamente utilizados como métodos de referência para o desenvolvimento e validação em estudos para a estimativa dos componentes corporais.²

Um dos métodos indiretos utilizados para estimativa dos componentes corporais é a Absorptometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA), que tem se revelado como uma nova referência para estimativa dos componentes corporais nos distintos grupos etários e em diversas populações.³⁻⁵

Contudo, algumas questões sobre a utilização das estimativas provenientes da DEXA para a análise dos componentes corporais, ainda merecem novos estudos e novas discussões acadêmicas, na procura de evidenciar suas definições, princípios, validade, vantagens e limitações. Neste sentido, este artigo apresenta os resultados de uma investigação que procurou evidenciar por meio de uma revisão da literatura, publicada entre o período de 1990 a 2007, estudos relacionados com a temática em questão.

Método

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases eletrônicas de dados disponíveis no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram utilizadas as seguintes bases eletrônicas: *Scientific Eletronic Library On-line* (SciELO), *National Library of Medicine* (MEDLINE) e *Science Direct On-line*. Os indexadores utilizados foram: DEXA, DXA, composição corporal e body composition. Como limites, definiu-se como período de investigação janeiro de 1990 a agosto de 2007 e os idiomas português e inglês.

O quadro 1 apresenta as características dos principais artigos selecionados e analisados no presente estudo.

Definições e princípios do método da DEXA

O método de estimativa da composição corporal por meio da DEXA é uma tecnologia que tem sido muito utilizada, na última década, porém pouco discutida na literatura nacional. Baseada na medida de três componentes corporais (densidade mineral óssea, gordura corporal e massa livre de gordura), a DEXA é amplamente aplicada em estudos e intervenções clínicas.²²

Inicialmente, destinado à mensuração da densidade mineral óssea e do conteúdo mineral ósseo, esse método, devido aos avanços tecnológicos, permite também a estimativa dos componentes corporais, dando condições para uma análise total ou dos segmentos corporais (membros superiores, inferiores e tronco), possibilitando uma análise da topografia corporal,^{23,24} assim como possibilita estimativas da massa muscular.⁴

A medida da DEXA é definida como a quantidade de radiação absorvida pelo corpo ou segmento desejado, calculando a diferença entre a energia emitida pela fonte de radiação e a sensibilizada pelo detector de energia.²⁵

O processo pelo qual a DEXA diferencia os tecidos corporais se dá por meio da transposição dos fótons de energia pelos

Quadro 1 – Principais características (ano, autores, número de indivíduos, idade, métodos de comparação e principais resultados), dos artigos analisados no presente estudo.

Ano	Autores	Amostra		Método de comparação	Principais resultados
		n	idade	Modelo	
1993	Svensden et al. ⁶	25 M	50-56	DEXA Lunar DPX – L versão 3.2 Tomografia Computadorizada	Elevada concordância (r=0,99) e baixo EPE (1,6%) para estimativa da GC.
1995	Treuth et al. ⁷	206 M	17-77	DEXA Lunar DPX – L versão 1.32 Tomografia Computadorizada	Elevada concordância (r=0,75) com a GC e com a Gordura abdominal (r=0,77)
1998	Withers et al. ⁸	24 H 24 M	16-36	DEXA Lunar DPX – L versão 1.3Z Pesagem Hidrostática Modelo de 4 Componentes	Elevada concordância entre medidas repetidas. Diferenças estatísticas entre as estimativas da DEXA e da PH (p<0,05). As diferenças são atribuídas às diferenças nas constantes de hidratação dos tecidos moles.
1998	Kohrt ³	110 H 225 M	21-81	DEXA Lunar DPX – L versão 5.64 Pesagem Hidrostática	A DEXA superestimou a GC em relação a PH. A DEXA detectou com precisão a gordura corporal adicionada externamente.
1999	Hansen et al. ⁹	25 H 50 M	51-84	DEXA Norland XR 36 versão 2.5.2 Total de potássio, Nitrogênio e 4C	Não houve diferença estatística na estimativa da MM (p>0,05). A DEXA subestimou a MLG quando comparada com o modelo de 4 C.
1999	Visser et al. ¹⁰	30 H 30 M	70-79	DEXA Hologic QDR 4500 versão 5.21 Modelo de 4 Componentes e Tomografia computadorizada	A DEXA superestimou significativamente (p<0,05) os valores de MLG em comparação com os modelos de 4C e TC.
1999	Proctor et al. ¹¹	29 H 30 M	20-79	DEXA Lunar DPX-L versão 3.6y Modelo de 4 Componentes	A DEXA diferiu na estimativa da MM, principalmente do grupo de idosos.
1999	Clasey et al. ¹²	42 H 36 M	23-67	DEXA Hologic QDR 2000 Modelo de 4 Componentes	A DEXA não diferiu estatisticamente na estimativa da GC (p>0,05).
2000	Salamone et al. ¹³	30 H 30 M	70-79	DEXA Hologic QDR 4500 Modelo de 4 Componentes Pesagem Hidrostática	A DEXA superestimou a GC em idosos (p<0,05).
2000	Diessel et al. ¹⁴	130 M	-	DEXA Lunar DPX – IQ DEXA Hologic QDR - 4500 Modelo Phanton	A DEXA Lunar e DEXA Hologic apresentaram resultados diferentes para a GC e MLG quando comparadas. Contudo, os modelos não diferiram quando comparados com o modelo Phanton.
2002	Kim et al. ⁴	18-92	-	DEXA Lunar DPX Ressonância Magnética	A DEXA não diferiu na estimativa da massa muscular, e foi válida para a estimativa dessa variável a partir da soma dos tecidos moles dos segmentos.
2003	Van Der et al. ¹⁵	18-59	-	DEXA Lunar DPX Modelo de 4 Componentes	A DEXA apresentou elevada concordância (R ²)=0,95 e EPE de 1,6% para a estimativa da GC. Porém, observaram-se diferenças entre os modelos de análise, que foram atribuídos à espessura dos tecidos.
2003	Tylavsky et al. ¹⁶	30 H 28 M 29 H 30 M	70-79 20-79	DEXA Hologic QDR 4500A versão 8.21 DEXA Hologic QDR 2000 versão 5.71 Modelo de 4 Componentes	A DEXA Hologic QDR 2000 difere da estimativa do modelo de 4 C, superestimando os valores de MLG e subestimado os valores de GC. A DEXA Hologic QDR 4500 superestimou a GC em comparação com o modelo de 4C.
2003	Litaker et al. ¹⁷	129	13-18	DEXA Hologic QDR 4500 DEXA Hologic QDR 1000	A utilização dos dois modelos de DEXA não diferiu na precisão das medidas de GC em estudos longitudinais
2005	Haderslev et al. ⁵		11	DEXA Norland versão 2.5.2 Hidratação dos tecidos	Elevada concordância entre os métodos
2006	Williams et al. ¹⁸	122	5-21	DEXA Lunar Prodigy Modelo de 4 Componentes	A DEXA diferiu estatisticamente (p<0,05), sendo com influência das variáveis de idade, sexo, tamanho corporal, quantidade de GC, relato de doenças.
2006	Aasen et al. ¹⁹	21	30-84	DEXA Lunar Expert versão 1.92 DEXA Lunar Prodigy versão Encore DEXA Hologic Delphi versão 11.1 Modelo phantom	O peso corporal não diferiu entre os modelos da DEXA. Houve diferenças entre os modelos da DEXA e o modelo Panthon, essas diferenças foram atribuídas às calibrações e às constantes de hidratação utilizadas por cada modelo.
2006	Genton et al. ²⁰	52	40-60	DEXA QDR 4500 A HPM DEXA QDR 4500 A NMP	A DEXA QDR 4500 A HPM superestimou o peso corporal em 2 kg, principalmente em indivíduos acima dos 90 kg. A DEXA QDR 4500 HPM superestimou o peso em indivíduos entre 90-150kg.
2006	Robotham et al. ²¹	95	-	DEXA QDR 4500 DEXA QDR 2000 Diluição de deutério	Ambos os modelos subestimaram os valores de GC

Onde: GC: gordura corporal. EPE: erro padrão. 4 C: modelo de quatro componentes. TC: Tomografia computadorizada. PH: Pesagem Hidrostática. PK: Análise de potássio corporal. N: Análise de nitrogênio corporal. MPH: Modelo Phantom's. RM: Método de ressonância magnética.

tecidos ósseos e moles de cada indivíduo, até atingir a outra extremidade, onde se localiza o detector. Tal processo baseia-se na diferente atenuação dos raios-X entre os tecidos ósseos e moles.²⁶

A partir da diferenciação de atenuação dos tecidos, é formada uma imagem dos contornos do corpo e dos tecidos. Em seguida, um *software*, que apresenta variações de acordo com o fabricante, quantifica e localiza os diferentes componentes corporais.^{14,27}

Esta é uma das grandes discussões em relação à utilização da DEXA, pois diferentes fabricantes possuem modelos baseados em Algoritmos (modelo matemático) que se ajusta a determinados graus de atenuação para cada tipo de tecido.¹⁶

Validade do método da DEXA

As estimativas da composição corporal por meio da DEXA têm sido referenciadas em estudos que analisam o efeito do exercício físico e de dietas, em função de demonstrarem que, na análise de teste e re-teste, sua reprodutibilidade comparada ao método de ressonância magnética²⁸ é próxima aos valores relatados pela tomografia computadorizada.²⁹

Alguns estudos têm procurado analisar a validade das estimativas da DEXA em relação aos componentes corporais, comparando seus resultados com a análise química de corpos de animais ou com métodos de referência, como a pesagem hidrostática, ressonância magnética e tomografia computadorizada.^{4,30,31}

Os principais indícios de validade das medidas da DEXA referem-se à análise de dissecação em animais. Nesse sentido, Mecier et al.³¹ avaliaram sete suínos com peso entre 35kg e 95kg e compararam a estimativa da gordura corporal e a massa livre de gordura por meio da análise química de seus componentes, relataram que os valores não diferem estatisticamente (DEXA vs análise química), e apresentam um erro de 1,9kg e 2,7kg para a massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG), respectivamente.

Esses achados são confirmados no estudo de Lukaski et al.³² que comparou a estimativa da DEXA, usando 20 suínos entre 52 e 113kg, com a dissecação, e encontrou valores

de correlação significativos ($r=0,98$; $p<0,01$) entre os métodos.

Outras investigações que utilizaram pequenos animais e compararam dois diferentes softwares na estimativa dos componentes corporais, demonstraram uma subestimativa do conteúdo mineral ósseo e a MLG. Isso demonstra que em situação de baixo peso, as estimativas tendem a ser menos precisas.^{33,34}

Mas esses resultados não são conclusivos, pois em outras investigações foram observadas elevadas concordâncias entre a estimativa da DEXA Hologic QDR 4500 e a análise química.³⁵ Importante observar que no presente estudo, apesar dos métodos não diferirem estatisticamente, os autores não apresentam os valores do intervalo de confiança por meio da análise Bland e Altman que é considerado um método mais preciso para esse tipo de análise.

Outras evidências em humanos corroboram a utilização da DEXA como um método válido para a estimativa da composição corporal em humanos. Svendsen et al.⁶, analisaram, em seis mulheres, a capacidade da DEXA em detectar alterações na composição corporal, adicionando uma quantidade extra de gordura corporal. A estimativa da DEXA conseguiu detectar boa parte da gordura adicionada, demonstrando ser um método válido para a estimativa da MG e MLG em humanos. Prior et al.³⁶, comparando a medida da DEXA com o método de quatro componentes (4C) em 172 jovens, encontraram uma elevada concordância ($r=0,94$; $p<0,01$), além de um erro padrão (2,8%) considerado baixo entre os métodos.³⁷

Esses resultados vão ao encontro dos achados de Van Der Ploeg et al.¹⁵, que também observaram uma alta concordância ($r=0,96$; $p<0,05$) e um baixo erro (1,6%)³⁷, comparando os valores obtidos pela DEXA e pelo modelo de 4C, em 152 indivíduos de ambos os sexos, entre 18 e 59 anos de idade. Resultados esses semelhantes aos encontrados em adultos³⁸ e crianças.³⁹

Comparando a estimativa da DEXA com a medida de 4C, na avaliação de 60 idosos entre 70 e 79 anos, Salamone et al.¹³ encontraram valores que não diferiram ($p>0,01$), estatisticamente, na análise da massa magra.

Um dos estudos mais amplo realizado com a comparação da DEXA foi realizado por Schoeller et al.⁴⁰, que reuniu a análise de 7 estudos, comparando a estimativa da MG e MLG com a DEXA Hologic QDR 4500 e a análise do total de água corporal (diluição de deutério). Foi analisada uma amostra entre 19 e 82 anos de idade. Nos sete estudos analisados, houve uma superestimativa da MLG. Esses dados apontam para a mesma direção dos relatados por Williams et al.¹⁸ que, em um total de 215 sujeitos entre 5 e 21 anos de idade, compararam as estimativas da GC e MLG com a medida de 4C e também observaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre os métodos analisados. No mesmo estudo, o peso corporal estimado foi maior do que o verificado na balança, tendo subestimado o valor de GC. As diferenças variaram em função do sexo, tamanho corporal, quantidade de gordura e estado de doença dos indivíduos. Demonstrando cautela na utilização da DEXA Lunar Prodigy em estudos de acompanhamento (longitudinais).

Um dos propósitos dessas diferenças foi relatado por Litaker et al.¹⁷ que comparou os valores de MG e MLG obtidos por meio da DXA Hologic QDR 4500 e DEXA QDR 1000, em 129 adolescentes, observando diferenças estatísticas ($p < 0,01$) entre os modelos. De acordo com os autores, essas diferenças apontam para erros provenientes da diferença entre os softwares e velocidade do scanner dos modelos testados. Importante salientar que neste estudo são utilizados dois tipos diferentes de DEXA, um (QDR 4500) Fan-beam e um (QDR 1000) pencil beam. A principal relação com esse modelo é que a tecnologia adotada nos modelos *fan beam* apresenta um scanner mais rápido e com imagens mais precisas, assim, pode-se observar que esse fator pode ser de grande influência na determinação da composição corporal em estudos longitudinais.

Resultados semelhantes com uma amostra diferente foram apresentados por Robotham et al.²¹ Na comparação entre dois modelos de estimativa da MG em crianças, observou-se que ambos os modelos (Hologic DEXA QDR 4500 e Hologic QDR 2000) subestimaram (2,9% a 4,9%) a MG, em comparação com o método da água marcada com deutério. Essas diferenças

foram atribuídas à falta de uma calibração adequada dos aparelhos em função das características da amostra (crianças).

Uma evidência apontada por Genton et al.²⁰, com relação às diferenças nos modelos Hologic, estão nas medidas de escalas de peso corporal. Os autores observaram diferenças na escala de peso corporal, mensurada pelo modelo Hologic QDR 4500 HPM e QDR 4500 A NPM. A DEXA QDR 4500 AHPM superestimou o peso corporal em 2 kg, principalmente em indivíduos acima dos 90 kg. A DEXA QDR 4500 HPM superestimou o peso em indivíduos entre 90-150kg. Não se mostrando um bom método para indivíduos obesos.

Essas diferenças já são apresentadas na literatura, principalmente no que se refere à aplicação de diferentes modelos Hologic. Wong et al.⁴¹ com o objetivo de mensurar as diferenças e a concordância entre a DEXA (Hologic QDR 2000) e o método de 4 C, em adolescentes do sexo feminino, observou que houve uma elevada concordância entre os métodos ($r = 0,90$; $p < 0,01$), contudo na análise das diferenças por meio do método de Bland e Altman, (1996) notou-se uma superestimativa média de 3,9% da DEXA na estimativa da GC. Os autores relataram que as diferenças são advindas da constante de hidratação (73%) dos tecidos magros que é utilizada pela DEXA, segundo os mesmos, estas constantes podem ser utilizadas em adultos, mas demonstram limitações significativas na aplicação em adolescentes.

A pesagem hidrostática (PH) também é considerada como padrão de referência para desenvolvimento e validação de outros métodos que estimam a composição corporal. Assim, Johansson et al.⁴² compararam os valores de DEXA e PH, em 33 adultos jovens (25-29 anos), e não encontraram diferenças significativas entre os métodos.

Em um estudo com uma maior variação de idade (21-81 anos), Kohrt³ analisou 225 mulheres e 110 homens, fazendo um comparativo entre a estimativa da DEXA e da PH. Diferenças significativas foram observadas entre as técnicas, porém, quando ajustadas para a quantidade de água

corporal, proteína e fração de mineral da MLG, as diferenças foram eliminadas. No mesmo estudo, o autor adicionou tecido adiposo externo ao avaliado para análise, e concluiu que a DEXA identificou cerca de 96% do tecido adiposo extra.

Além do percentual de gordura (%G) e da MLG, a DEXA tem sido utilizada para estimar a massa muscular em diversos grupos. Kim et al.⁴ utilizaram a DEXA em um grupo de indivíduos entre 18 e 88 anos de idade, com os quais desenvolveram e validaram equações para estimar a massa muscular total, a partir da idade, do sexo e da soma da MLG dos membros.

Hansen et al.⁹ compararam os valores de massa muscular e MLG obtidos pelos métodos da DEXA e métodos indiretos (potássio, nitrogênio total), em 50 homens e 50 mulheres entre 51 e 84 anos. Os autores relataram que a massa muscular não diferiu ($p>0,05$) da análise de nitrogênio em ambos os sexos. Porém, houve uma subestimativa da gordura corporal nas mulheres idosas, principalmente devido à gordura abdominal (tronco).

A resolução da medida da DEXA foi conduzida por Kiebzak et al.⁴³ utilizando um aparelho *Lunar*, modelo *DPX-L*, na determinação da composição corporal total e dos segmentos corporais, fazendo um *scan* de corpo inteiro, durante 4 dias consecutivos, em 10 homens e 10 mulheres com idade entre 24 e 76 anos. As análises demonstraram que, com exceção da gordura do braço e do tronco e do conteúdo mineral ósseo do tronco, os erros para todos os outros segmentos corporais foram menores que 3%. Além disso, a precisão da composição corporal total foi melhor que a precisão regional para todas as variáveis.

As demais investigações analisadas têm apresentado boas relações entre as medidas da DEXA e outras medidas de referência em grupos de crianças,⁴¹ adultos e idosos,^{10,12} pacientes crônicos,⁵ assim como para diagnóstico da gordura abdominal.⁴⁴

Vantagens e limitações do método da DEXA

A utilização da DEXA para estimar a composição corporal, apesar de ser

considerada válida, apresenta algumas questões que necessitam ser mais bem explorado, para que se possa estabelecer este procedimento metodológico como um “padrão ouro”.

A primeira limitação da DEXA é em relação à hidratação dos tecidos moles (MLG). A determinação dessa constante de hidratação dos tecidos foi aferida em estudos realizados com cadáveres, sendo que algumas investigações apresentaram diferenças entre essas constantes e a análise em seres humanos “*in vivo*”.⁸

Essas diferenças na hidratação do tecido livre de gordura são apontadas como o principal fator de erro associado a estimativas da DEXA, passando a considerar o acréscimo da fração de água existente no tecido adiposo, sob forma de massa magra, ao invés de ser caracterizado apenas como fluido.^{4,8,28}

A influência da hidratação dos tecidos é apresentada por Tylavsky et al.¹⁶ que, comparando o modelo *Hologic QDR-4500* para a estimativa da composição corporal de 58 idosos, entre 70 e 79 anos de idade, concluíram que a MLG é superestimada em relação ao modelo de quatro componentes (4C). Porém, quando a hidratação da MLG foi corrigida pelos valores obtidos pelo modelo de 4C, as diferenças não foram significativas.

Em sua investigação, Van Loan⁴⁵ argumenta que, apesar dos indícios da influência da hidratação dos tecidos na estimativa da DEXA, em estudos com pessoas que fazem hemodiálise e têm uma alteração de fluidos considerável, a DEXA conseguiu detectar essas alterações.

Outra alteração, atrelada à hidratação dos tecidos relatados, está em relação ao ciclo menstrual. Pietrobelli et al.⁴⁶ observaram que mulheres, durante o ciclo menstrual, podem apresentar uma maior retenção líquida, o que interferiria nos valores dos componentes corporais na avaliação através da DEXA.

No entanto, um estudo conduzido por Korth³ estimou que uma diferença na hidratação da MLG (78% vs 73% da MLG) produziria um erro inferior a 0,5kg na massa gorda e na massa livre de gordura, sugerindo que o estado de hidratação tem um efeito relativamente pequeno sobre a avaliação dos tecidos macios obtidos pela DEXA.

Além da hidratação dos tecidos, a utilização de diferentes equipamentos também tem demonstrado diferenças na estimativa da composição corporal por meio da DEXA. Hansen et al.⁹ concluíram que, em adultos, os modelos Lunar e Norland, subestimaram a MLG, enquanto o modelo Hologic a superestimou, quando comparada com a medida de tomografia computadorizada.

O tipo do movimento, ou seja, o *scanner* realizado pelo equipamento apresenta, também, um fator de diferenciação nos resultados. Existem dois tipos de *scanner*: o modelo *Fan Beam*, que realiza medidas verticais, e o modelo *Pencil Beam*, que realiza movimento em serpentina, horizontalmente. A principal diferença está relacionada com o tempo de execução do *scanner*, que pode resultar em uma maior exposição à radiação.¹⁶

Vojarova et al.⁴⁷ comparando dois *softwares* para análise da composição corporal, em um aparelho LUNAR, não encontraram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), analisando modelos padrão de comparação (*phantom*). Porém, as observações realizadas por Black et al.⁴⁸ utilizando um mesmo modelo de DEXA, em três diferentes velocidades de *scanners*, relataram diferenças significativas na estimativa da gordura corporal.

Uma das últimas evidências aponta que as estimativas da DEXA são influenciadas pela espessura dos tecidos corporais. De acordo com alguns pesquisadores,^{8,15,30,38,49} a técnica de medida da DEXA superestima a gordura corporal com o aumento da espessura dos tecidos. Já Salamone et al.¹³ Evans et al.²⁸ e Visser et al.⁵¹ muito embora tenham observado limitações quanto à espessura dos tecidos, encontraram resultados que subestimaram a gordura corporal.

Em indivíduos que apresentam massa corporal acima de 135 kg, a quantidade de energia liberada pode não ser suficiente para atravessar os tecidos, perdendo, com isso, a precisão. Segundo Reubenoff et al.⁵¹ isso ocorre devido à grande espessura tecidual em indivíduos obesos ou com maiores proporções corporais.

Outra limitação da DEXA relaciona-se à constituição do tecido adiposo. Segundo a DEXA, este tecido se constitui

aproximadamente de 96% de gordura e triglicerídios, valores consideravelmente diferentes dos valores obtidos em análises clínicas, cerca de 85%.⁵³ Sabe-se que o percentual não lipídico do tecido adiposo, que constitui, em média, 15% do total da massa gorda, é composto por água. Esse líquido, quando analisado pela DEXA, é considerado como sendo tecido magro, segundo alguns autores.^{4,9,53}

Em relação à questão dos riscos de exposição ao raio-X, é fundamental ressaltar que, embora a radiação emitida seja relativamente alta, essa radiação é comparada à mesma quantidade recebida durante um raio-X dental ou de mão.²⁷ Com essas evidências, torna-se possível que um grande número de avaliações seja realizado em um curto período, sem colocar em risco a saúde do avaliado.⁵¹ Entretanto, mesmo que essa exposição seja em pequenas quantidades, esse exame não deve ser realizado por gestantes, evitando expor o feto aos efeitos da radiação, pois, principalmente durante os primeiros meses de gravidez, pode provocar sérios danos ao feto.^{23,27}

Por fim, nota-se que, mesmo apresentando algumas limitações, as quais ainda carecem de mais estudos, a técnica da DEXA apresenta vantagens e características que a credenciam como um método indireto que pode ser utilizado como critério na validação de outros procedimentos para a estimativa da composição corporal, principalmente na população de idosos. Neste grupo etário, a DEXA exige pouca colaboração, possibilita a determinação do nível de densidade mineral óssea, além de permitir uma análise da topografia de massa gorda e massa magra em relação ao tronco e segmentos.^{53,54}

Considerações finais

Após a análise dos estudos, pode-se concluir que a DEXA tem se tornado um padrão de referência para a estimativa da composição corporal. Essa técnica está em profunda evolução, pois, a cada ano, os *softwares* são aprimorados e os erros de predição diminuídos.

A DEXA apresenta como características relevantes o fato de exigir pouca colaboração,

além de ser cômodo e conveniente, pois o paciente necessita realizar pouco esforço ou movimento. Entretanto, as limitações identificadas apontam para necessidade de uma melhor reflexão sobre seu uso, pois as discrepâncias encontradas entre os aparelhos de marcas diferentes e até mesmo de mesma marca são consideráveis.

Outra ressalva importante diz respeito à questão da constante de hidratação que

difere da observada em crianças e idosos. Neste caso, sugere-se cuidados na avaliação da composição corporal nestes grupos, principalmente quando não for utilizado um *software* específico. De forma semelhante, indivíduos com altos valores de estatura, massa corporal e espessura dos tecidos, são apontados como fontes de possíveis erros nas estimativas da composição corporal.

Referências bibliográficas

- 1 WHO, World Health Organization. Obesity status: preventing and managing the global epidemic. **Report of a WHO consultation on obesity**. Geneva, 1998.
- 2 Heyward, V. H. ASEP Methods recommendation: body composition assessment. **Journal of Exercise Physiology**. 2001; 4; 4: 1-12.
- 3 Kohrt, W. M. Preliminary evidence that DEXA provides accurate assessment of body composition. **Journal of Applied Physiology**. 1998; 84; 1: 372-377.
- 4 Kim, J., Wang, Z., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N. & Gallagher, D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. **American Journal of Clinical Nutrition**. 2002; 76; 2: 378-383.
- 5 Haderslev, K.V., Haderslev, P.H., Staun, M. Accuracy of body composition measurements by dual energy X-ray absorptiometry in underweight patients with chronic intestinal disease and in lean subjects. **Dyn Med**. 2005; 4; 1: 1-5.
- 6 Svendsen, O. L., Hassager, C., Bergmann, I. & Christiansen, C. Measurement of abdominal and intra-abdominal fat in postmenopausal women by dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry: comparison with computerized tomography. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**. 1993; 17; 1: 45-51.
- 7 Treuth, M.S., Hunter, G.R., Kekes-Szabo, T. Estimating intraabdominal adipose tissue in women by dual-energy X-ray absorptiometry. **American Journal Clinical Nutrition**. 1995; 62; 3: 527-532.
- 8 Withers, R. T., Laforgia, J., Pillans, R. K., Shipp, N. J., Chatterton, B. E., Schultz, C. G. & Leaney, F. Comparisons of two, three, and four compartment models of body composition analysis in men and women. **Journal Applied of Physiology**; 1998; 85; 1: 238-245.
- 9 Hansen, R. D., Raja, C., Aslani, A., Smith, R. C. & Allen, B. J. Determination of skeletal muscle and fat-free mass by nuclear and dual-energy X-ray absorptiometry methods in men and women aged 51-84 y, **American Journal of Clinical Nutrition**. 1999; 70; 2: 228-233.
- 10 Visser, M., Fuerst, T., Lang, T., Salamone, L. & Harris, T.B. (1999). Validity of fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry for measuring fat-free mass and leg-muscle mass. **Journal of Applied Physiology**. 1999; 87; 4:1513-1520.
- 11 Proctor, D.N., O'Brien, P.C., Atkinson, E.J., Nair, K.S. Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups. **Journal of Applied Physiology**. 1999; 277; 3: 489-495.
- 12 Clasey, J. L., Kanaley, J. A., Wideman, L., Heymsfield, C. D., Teates, M. E., Gutgesell, M., Thorner, M. O., Hartman, M. L., & Weltman, A. Validity of methods of body composition assessment in young and older men and women. **Journal Applied Physiology**, 1999; 86; 5:1728-1738.

- 13 Salamone, L. M., Fuerst, T., Visser, M. Kern, M., Lang, T., Dockrell, M., Cauley, J. A., Nevitt, M., Tylavsky, F. & Lohman, T. G. Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. **Journal Applied Physiology**. 2000; 89(3): 345-352.
- 14 Diessel, E., Fuerst, T., Njeh, C. F., Tylavsky, F., Cauley, J., Dockrell, M. & Genant, H. K. Evaluation of new body composition phantom for quality control and cross-calibration of DXA devices. **Journal of Applied Physiology**. 2000; 89(2): 559-605.
- 15 Van Der Ploeg, G. E., Withers, R. T. & Laforgia, J. Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. **Journal Applied Physiology**. 2003; 94(2): 499-506.
- 16 Tylavsky, F., Lohman, T. G., Blunt, B. A., Schoeller, D. A., Fuerst, T., Cauley, J. A., Nevitt, M. C., Visser, M. & Harris, T. B. QDR 4500 DXA overestimates fat-free mass compared with criterion methods. **Journal Applied Physiology**. 2003; 94(3): 959-965.
- 17 Litaker, M.S., Barbeau, P., Humphries, M.C., Gutin, B. Comparison of Hologic QDR-1000/W and 4500W DXA Scanners in 13- to 18-Year Olds. **Obesity Research**. 2003;11(12): 1545-1552.
- 18 Williams, J. E., Wells, J. C., Wilson, C. M., Haroun, D., Lucas, A. & Fewtrell, M.S. Evaluation of Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in healthy persons and patients by comparison with the criterion 4-component model. **American Journal Clinical Nutrition**. 83(5): 1047-1054.
- 19 Aasen, G., Fagertun, H., Halse, J. Body composition analysis by dual X-ray absorptiometry: in vivo and in vitro comparison of three different fan-beam instruments. **Scand J Clin Lab Invest**. 2006; 66(8): 659-666.
- 20 Genton, L., Karsegard, V.L., Zawadzinski, S., Kyle, U.G., Pichard, C., Golay, A., Hans, D.B. Comparison of body weight and composition measured by two different dual energy X-ray absorptiometry devices and three acquisition modes in obese women. **Clinical Nutrition**. 2006; 25(3): 428-437.
- 21 Robotham, D.R., Schoeller, D.A., Mercado, A.B., Mirch, M.C., Theim, K.R., Reynolds, J.C., Yanovski, J.A. Estimates of body fat in children by Hologic QDR-2000 and QDR-4500 dual-energy absorptiometers compared with deuterium dilution. **Journal Pediatric Gastroenterol Nutr**. 2006; 42(3): 331-335.
- 22 Laskey, M. A. Dual-Energy X-ray absorptiometry and body composition. **Nutrition**. 1996; 12(1): 45-51.
- 23 Kohrt, W. M. Body composition by DXA: tried and true? **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 1995; 27(10): 1349-1353.
- 24 Mazess, R. B., Barden, H. S., Bisek, J. P. & Hanson, J. Dual energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. **American Journal of Clinical Nutrition**. 1990; 51(6): 1106-1112.
- 25 Ragi, S. **Dexa: problemas & soluções**. (1ed.). Vitória (ES): CEDEOS, 1998.
- 26 Adams, J. E. Single and dual-energy X-ray absorptiometry. **European Radiology**. 1997; 7(Suppl. 2): 20-31.
- 27 Albanese, C. V., Diessel, E. & Genant, H. K. Clinical applications of body composition measurements using DEXA. **Journal of Clinical Densitometry**. 2003; 6(2): 75-85.
- 28 Evans, E. M., Saunders, M. J., Spano, M. A., Arngimsson, S. A., Lewis, R. D. & Cureton, K. J. Body-composition changes with diet and exercise in obese women: a comparison of estimates from clinical methods and a 4-component model. **American Journal of Clinical Nutrition**. 1999; 70(1): 5-12.
- 29 Kerruish, K. P., O'Connor, J., Humphries, I. R. J., Kohn, M. R., Clarke, S. D., Briody, J. N., Thomson, E. J., Wright, K. A., Gaskin, K. J. & Baur, A. L. Body composition in adolescents with anorexia nervosa. **American Journal of Clinical Nutrition**. 2002; 75(1): 31-37.

- 30 Ball, S. D. & Swan, P. D. Accuracy of estimating intra-abdominal fat in obese women. **Journal of Exercise Physiology**. 2003; 6; 4: 1121-1126.
- 31 Mercier, J., Pomar, C., Marcoux, M., Goulet, F., Thériault, M. & Castonguay, F.W. The use of dual-energy X-ray absorptiometry to estimate the dissected composition of lamb carcasses. **Meat Science**. 2006; 73; 2: 149-157.
- 32 Lukaski, H. C., Marchello, M. J., Hall, C. B., Schafer, D., Lat. & Siders, W. A. Soft tissue composition of pigs measured with dual X-ray absorptiometry: comparison with chemical analyses and effects of carcass thicknesses. **Nutrition**. 1999; 15; 9: 679-703.
- 33 Koo, W.W., Hammami, M., Hockman, E.M. Interchangeability of pencil-beam and fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry measurements in piglets and infants. **American Journal Clinical Nutrition**. 2003; 78; 2: 236-240.
- 34 Koo, W.W., Hockman, E.M., Hammami, M. Dual energy X-ray absorptiometry measurements in small subjects: conditions affecting clinical measurements. **Journal American College Nutrition**. 2004; 23; 3: 212-219.
- 35 Senn, S.M., Kantora, S., Leuryc, B.J., Andrikopoulos, S., O'Brien, T.J., Morris, M.J., Proietto, J., Wark, J.D. *In vivo* quantification of fat content in mice using the Hologic QDR 4500A densitometer. **Obesity Research & Clinical Practice**. 2007; 1; 1: 69-77.
- 36 Prior, B. M., Cureton, K. J., Barry M., Modlesky, C. M., Evans, E. M., Sloniger, M. A., Saunders, M. & Lewis, R. D. In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. **Journal Applied Physiology**. 1997; 83; 2: 623-630.
- 37 Lohman, T.G. **Advances in body composition assessment**. Champaign, Human Kinetics, 1992.
- 38 Fields, D. A., Wilson, G. D., Gladden, L. B., Hunter, G. R., Pascoe, D. D. & Goran, M.I. Comparison of the BOD POD with the four-compartment model in adults females. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2002; 33; 9: 1605-1610.
- 39 Wang, W. W., Hergenroeder, A. C., Stuff, J. E., Butte, F. N., Smith, E. O'Brien, & Ellis K. J. Evaluating fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. **American Journal of Clinical Nutrition**. 2002; 76; 2: 384-389.
- 40 Schoeller, D.A., Tylavsky, F.A., Baer, D.J., Chumlea, W.C., Earthman, C.P., Fuerst, T., Harris, T.B., Heymsfield, S.B., Horlick, M., Lohman, T.G., Lukaski, H.C., Shepherd, J., Siervogel, R.M., Borrud, L.G. QDR 4500A dual-energy X-ray absorptiometer underestimates fat mass in comparison with criterion methods in adults. **American Journal of Clinical Nutrition**. 2005; 81; 5: 1018-1025.
- 41 Wong, W.W., Hergenroeder, A.C., Stuff, J.E., Butte, N.E., Smith, E.O., Ellis, K.J. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. **American Journal of Clinical Nutrition**. 2002; 76; 2: 384-389.
- 42 Johansson, A. G., Forslund, A., Sjodin, A., Mallmin, H., Hambræus, L. & Ljunghall, S. Determination of body composition: a comparison of dual-energy x-ray absorptiometry and hydrodensitometry. **American Journal of Clinical Nutrition**. 1993; 57; 3: 323-6.
- 43 Kiebzak, G. M., Leamy, L. K., Pierson, L. M., Nord, R. H. & Zhang, Z. Y. Measurement precision of body composition variables using the Lunar DPX-L densitometer. **Journal of Clinical Densitometry**, 2000; 3; 1: 35-41.
- 44 Glickman, S.G., Marn, C.S., Supiano, M.A., Dengel, D.R. Validity and reliability of dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of abdominal adiposity. **Journal Applied Physiology**. 2004; 97; 2: 509-514.
- 45 Van Loan, M. D. Is dual-energy X-ray absorptiometry ready for prime time in the clinical evaluation of body composition? **American Journal of Clinical Nutrition**. 1998; 68; 6: 1155-1159.

- 46 Pietrobelli, A., Wang, Z., Formica, C. & Heymsfield, S. Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimating errors due to variation in soft tissue hydration. **Journal Applied Physiology**; 1998; 272; 35: 808-816.
- 47 Vozarova, B., Wang, J., Weyer, C. & Tataranni, P.A. Comparison of two software versions for assesment of body-composition analysis by DEXA. **Obesity Research**, 2001; 9; 3: 229-232.
- 48 Black, E., Peterson, L., Kreutzer, M., Toubro, S., Sorensen, T. L. A., Pedersen, O. & Astrup, A. Fat measured by DXA varies whit scan velocity. **Obesity Research**. 2002; 10; 2: 69-77.
- 49 Brownbill, R. A. & Ilich, J. Z. Measuring body composition in overweight individuals by dual energy x-ray absorptiometry. **BMC Medical Imaging**. 2005; 5; 1: 1-7.
- 50 Visser, M., Pahor, M., Tylavsky, F., Kritchevsky, S. B., Cauley, J. A., Newman, A. B., Blunt, B. A. & Harris, T. B. One- and two-year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. **Journal of Applied Physiology**, 94; 6: 2368-2374.
- 51 Reubenoff, R., Kehayias, J. J., Dawson-Hughes, B. & Heymsfield, S. B.. Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body-composition studies: not yet a “gold standard”. **American Journal of Clinical Nutrition**. 1993; 58; 5: 589-591.
- 52 Visser, M., Gallagher, D., Deuremberg, P., Wang, J., Pierson, Jr.R.N. & Heymsfield, S.B. Density of fat-free body mass: relationship with race, age, and level of body fatness. **American Journal of Physiology**. 1997; 272; 35: 781-787.
- 53 Fregonasse, A. T. **Precisão de equações de bioimpedância (BIA) em mulheres Brasileiras pós-menopausa por meio de absortometria radiológica de dupla energia (DXA)**. Brasília, 2001. Dissertação de Mestrado – Universidade Católica de Brasília.
- 54 Gonçalves, E. **Equação de regressão com a perimetria e a DEXA para a Terceira Idade**. Rio de Janeiro, 2004. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Ciência da Motricidade, Universidade Castelo Branco.