

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 21/02/2022.

Bianca Dias Correa

**ANÁLISE PERSONALIZADA DE SEGMENTOS CORPORAIS EM
AVALIAÇÃO POR ABSORCIOMETRIA RADIOLÓGICA DE
DUPLA ENERGIA PARA ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM ADULTOS E IDOSOS**

Presidente Prudente

Fevereiro, 2020

BIANCA DIAS CORREA

**ANÁLISE PERSONALIZADA DE SEGMENTOS CORPORAIS EM
AVALIAÇÃO POR ABSORCIOMETRIA RADIOLÓGICA DE
DUPLA ENERGIA PARA ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM ADULTOS E IDOSOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP.

Orientador: Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo

Presidente Prudente

Fevereiro, 2020

C824a Correa, Bianca Dias

Análise personalizada de segmentos corporais em avaliação por absorciometria radiológica de dupla energia para estimativa da composição corporal em adultos e idosos / Bianca Dias Correa. -- Presidente Prudente, 2020

63 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Luis Alberto Gobbo

1. Educação física. 2. Composição corporal. 3. Força muscular. 4. Adulto. 5. Idoso. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

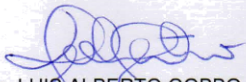
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

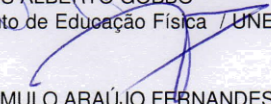
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE PERSONALIZADA DE SEGMENTOS CORPORAIS EM AVALIAÇÃO POR ABSORCIOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA PARA ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL EM ADULTOS E IDOSOS

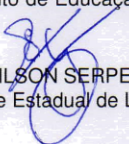
AUTORA: BIANCA DIAS CORREA

ORIENTADOR: LUIS ALBERTO GOBBO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. LUIS ALBERTO GOBBO
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP


Prof. Dr. ROMULO ARAÚJO FERNANDES
Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP


Prof. Dr. EDILSON SERPELONI CYRINO
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Presidente Prudente, 21 de fevereiro de 2020

Dedicatória

A minha família e amigos, por todo amor e carinho.

Agradecimentos

Ebenézer termo hebraico que significa “pedra de ajuda” ou “gratidão”. Agradeço a Deus, o dono de toda ciência, sabedoria e poder. “Até aqui nos ajudou o Senhor” – 1 Samuel 7:12.

Pela constância da minha família: pai Onézio, mãe Sonia, irmã Cynthia, cunhado Juan e meu namorado Victorio, por me ajudarem mesmo que inconscientemente me incentivando e encorajando no desafio que passei durante esses anos de crescimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luís Alberto Gobbo que com sua paciência e bondade contribuiu imensamente para que eu conseguisse chegar até aqui, que se dispõe a ajudar a todos a sua volta, que me ensinou a subir mais um degrau na vida acadêmica. Ao grupo de estudo GEPEEX, que faço parte desde 2014 quando era ainda uma graduanda, a todos os seus integrantes e todos que passaram por ele nesses anos. Aos meus amigos de Laboratório (LABSIM) por toda ajuda e companheirismo nesses oito anos de parceria e crescimento.

Aos amigos Bruna, Cláudia, Mariana e João Reis que também foram especiais e importantíssimos nos momentos de dificuldade, que sempre estiveram dispostos a ajudar seja com uma palavra amiga, com abraços, ou qualquer gesto que me mantivesse firme no caminho que me propus trilhar. A amiga de jornada Caroline Galan que foi minha companheira nesses anos, é melhor serem dois do que um porque se um cair, o outro levanta o seu companheiro – Eclesiastes 4: 9,10a

A Instituição FCT/UNESP, direção, administração, funcionários e seu corpo docente, por me proporcionarem todo conhecimento necessário no processo da minha formação profissional. Agradeço aos órgãos de financiamento CAPES/CNPq por ter diretamente contribuído para a realização desse trabalho.

Quero também encorajar aqueles que sentem desejo de adentrar no mestrado acadêmico dizendo que toda dificuldade nos tornam mais fortes e nos proporcionam conhecimento e crescimento pessoal, tornando pessoas melhores.

“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”- Josué 1:9

Não há palavras para descrever a alegria que venho hoje agradecer a todos que direta ou indiretamente fizeram parte nesta trajetória! Minha eterna gratidão por compartilharem esta realidade comigo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Muito obrigada!

Epígrafe

“Nós somos aquilo que fazemos repetidamente.

Excelência, então, não é um modo de agir, mas um hábito.”

Aristóteles

“Insanidade é continuar sempre fazendo as mesmas coisas e esperar resultados diferentes”

Albert Einsten

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	06
RESUMO.....	07
ABSTRACT.....	08
INTRODUÇÃO.....	09
RESULTADOS.....	16
Artigo Científico.....	17
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
REFERÊNCIAS.....	40
ANEXOS	47

Lista de Abreviaturas e Símbolos

Abreviatura/Sigla	Definição
BIA	Impedância Bioelétrica
CMO	Conteúdo Mineral Ósseo
cm	Centímetro
DXA	Absorciometria Radiológica de Dupla Energia
DMO	Densidade Mineral Óssea
DPA	Absorciometria por Fóton Duplo
EM	Espessura Muscular
EMBB	Espessura Muscular Bíceps Braquial
EMRF	Espessura Muscular Reto Femoral
EMVL	Espessura Muscular Vasto Lateral
EST	Estatuta
FCT	Faculdade de Ciências e Tecnologia
FET	Força de Extensão de Tronco
FEJ	Força de Extensão de Joelho
FFC	Força de Flexão de Cotovelo
FPM	Força de Preensão Manual
h	Hora
kg	Quilograma
kg.f	Quilograma-força
IMC	Índice de Massa Corporal
m ²	Metro quadrado
min	Minuto

MG	Massa Gorda
MIGO	Massa Isenta de Gordura e Osso
MLG	Massa Livre de Gordura
MO	Massa Óssea
PhA	Ângulo de fase
R	Resistência
RM	Ressonância Magnética
ROIs	Regiões de interesses
s	Segundo
TC	Tomografia Computadorizada
TR	Treinamento Resistido
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Xc	Reatância

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação segue as normas do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da FCT/UNESP, para apresentação de dissertação de mestrado no modelo alternativo (Escandinavo). É composta de uma introdução e um artigo científico, originado de pesquisa realizada no Laboratório de Avaliação do Sistema Musculoesquelético do Departamento de Educação Física da FCT/UNESP – Presidente Prudente. Em consonância com as regras do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, o artigo foi redigido de acordo com as normas das revistas Journal of Clinical Densitometry (Anexo 1), com Fator de Impacto = 2,184.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a correlação de seis regiões de interesses arbitrariamente selecionadas no DXA (quatro para avaliação da massa magra e duas para a massa gorda) com variáveis morfológicas e funcionais em adultos jovens e idosos. Estudo de característica correlacional, com análise transversal, realizadas em 21 pessoas adultas e 20 idosas. As avaliações foram realizadas em período de duas semanas, com cada sujeito sendo avaliado em, no máximo, 72 horas para avaliações da composição corporal por DXA e bioimpedância, antropometria e dinamometria. Em dias subsequentes, o participante realizou avaliação da espessura muscular por ultrassonografia. As regiões de interesse (ROIs) foram determinadas em seis pontos anatômicos distintos do corpo de cada avaliado: R1 = panturrilha; R2 = coxa; R3 = braço; R4 = antebraço; R5 = cintura; R6 = quadril. Análise de correlação bivariada e correlação linear múltipla foram realizadas, com nível de significância estatística estabelecida em 5%. Foram verificadas correlações plausíveis (de moderadas a fortes) entre a massa magra das ROIs com variáveis morfológicas (EM), fisiológicas (BIA) e funcionais (dinamometria). Coxa foi a região com a maior quantidade de correlações significantes, e as variáveis de força se correlacionaram melhores com as massas magras das ROIs, sobretudo de membros inferiores e superiores. Quando foram comparadas as correlações entre as variáveis independentes com as variáveis dependentes ROIs e as variáveis tradicionalmente utilizadas em estudos de intervenção para o acompanhamento dos diferentes componentes corporais, tais como o IMC, a massa gorda e a massa magra total, as correlações apresentadas entre as diferentes ROIs, sobretudo para a massa livre de gordura e osso, e as variáveis morfológicas, fisiológicas e funcionais, foram, no mínimo, similares às correlações verificadas para as variáveis tradicionalmente utilizadas nos estudos (IMC, MG total e MM total). Em conclusão, as avaliações realizadas em regiões de interesses apresentaram correlações moderadas e fortes com variáveis de espessura muscular, bioimpedância e força isométrica, e as correlações foram mais constantes e fortes quando analisadas entre massa magra de ROIs e força muscular, maiores inclusive que as variáveis comumente utilizadas em estudos de intervenção, como o IMC, a massa gorda total e a massa magra.

Palavras-chave: DXA, gordura corporal, massa magra, força muscular, bioimpedância.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the correlation of six regions of interest arbitrarily selected in DXA analysis (four for assessing lean mass and two for fat mass) with morphological and functional variables in young and elderly adults. A correlational characteristic study, with cross-sectional analysis, performed on 21 adults and 20 elderly people. The evaluations were carried out in a period of two weeks, with each subject being evaluated in a maximum of 72 hours for body composition evaluations by DXA and bioimpedance, anthropometry and dynamometry. On subsequent days, the participant performed an assessment of muscle thickness by ultrasound. The regions of interest (ROIs) were determined at six different anatomical sites on the body of each subject: R1 = calf; R2 = thigh; R3 = arm; R4 = forearm; R5 = waist; R6 = hip. Bivariate correlation analysis and multiple linear correlation were performed, with statistical significance level set at 5%. Plausible (moderate to strong) correlations between the lean mass of the ROIs with morphological (EM), physiological (BIA) and functional (dynamometry) variables were verified. Thigh was the region with the highest amount of significant correlations, and the strength variables correlated better with ROIs lean mass, especially of the lower and upper limbs. When the correlations between the independent variables were compared with the dependent variables (ROIs) and the variables traditionally used in intervention studies to monitor the different body components, such as BMI, fat mass and total lean mass, the correlations presented between the different ROIs, especially for the lean soft tissue mass, and the morphological, physiological and functional variables, were at least similar to the correlations found for the variables traditionally used in the studies (BMI, total fat and lean tissue). In conclusion, the assessments carried out in regions of interest showed moderate and strong correlations with variables of muscle thickness, bioimpedance and isometric strength, and the correlations were more constant and strong when analyzed between lean mass of ROIs and muscle strength, even greater than the variables commonly used in intervention studies, such as BMI, total fat mass and lean mass.

Key-words: DXA, fat mass, lean mass, strength, bioimpedance.

INTRODUÇÃO

A análise da composição corporal é realizada através da avaliação da distribuição dos tecidos, órgãos e componentes do organismo^{1,2}, e tem sido amplamente utilizada na literatura científica para a apresentação de estimativas de importantes componentes corporais, tais como os tecidos adiposo, muscular e ósseo, bem como para dar suporte a estudos com características voltadas às análises fisiológicas e funcionais humanas. Neste sentido, as variações dos diferentes tecidos, em ciclos da vida distintos, e em populações com diferentes condições clínicas e níveis de aptidão física podem ser determinantes para o desempenho em atividades físicas, prevenção de doenças e entendimento de funções físicas ou fisiológicas^{2,3}.

A considerar a importância da avaliação da composição corporal para os fins apresentados, a sua aplicação no meio científico tem sido tratada com a devida importância tendo em vista a necessidade da utilização de métodos válidos, reprodutíveis, de baixa complexidade operacional e que apresentem boa correlação com parâmetros distintos da saúde. Para tanto, diversas técnicas são utilizadas, clínica e cientificamente, para estimar a composição corporal, podendo ser classificados em diretos, indiretos e duplamente indiretos^{4,5}.

Tais técnicas começaram a ser desenvolvidas no início do século passado, mediante a dissecação de cadáveres na Alemanha. Esta técnica foi denominada direta, também considerada *in vitro*⁶⁻⁸ e por ser uma técnica inviável para sua realização em rotinas de laboratório, estudiosos desenvolveram os métodos indireto e duplamente indireto. Nos estudos de dissecação cadavérica, equações preditivas sobretudo da massa muscular foram propostas, como as equações de Martin et al.⁹ e Doupe et al.¹⁰.

As técnicas indiretas de avaliação da composição corporal, consideradas estudos *in vivo*, apresentam boa validade e muitas delas são consideradas padrão ouro para mensuração de um ou mais componentes da composição corporal, tais como a tomografia

computadorizada, ressonância magnética e pesagem hidrostática¹¹. Estes métodos apresentam elevado grau de precisão quando comparados com métodos duplamente indiretos, contudo, com custo de aquisição e operacional relativamente superior, além da aplicação limitada.

Finalmente, os métodos de avaliação duplamente indiretos, embora apresentem menor custo em relação aos métodos diretos, e sejam de fácil aplicação, tem validade menos aceitas. Tais métodos geralmente proporcionam estimativas da composição corporal por meio do desenvolvimento de equações preditivas derivadas de métodos indiretos ou raramente do método direto, e os principais verificados na literatura científica são a bioimpedância, a ultrassonografia, a antropometria, a partir de medidas de circunferências de segmentos corporais e dobras cutâneas⁵.

Dentre os principais métodos de avaliação indireta, a absorciometria radiológica de dupla energia (DXA) é uma técnica, pouco invasiva, de manipulação relativamente simples pelos técnicos^{12,13}, com apresentação rápida dos resultados, considerado padrão ouro para avaliação da densidade mineral óssea (DMO) e do conteúdo mineral ósseo (CMO)¹⁴, mas também com validade aceitável para a mensuração dos componentes gordo e magro^{13,15,16}. De forma duplamente indireta, é possível ainda estimar a massa músculo esquelética apendicular ou total, a partir de equações preditivas, com boa correlação com métodos considerados padrão-ouro, como a ressonância magnética¹⁷.

Os primeiros estudos com este método aconteceram na década de 1960, a partir da utilização da técnica de absorciometria de fótons únicos. Devido à alta exposição à radioatividade foi desenvolvido a técnica de absorciometria de fótons duplos, ou DPA, com a fonte de radioatividade sendo substituída por um tubo de raio-x, com picos de baixa e alta energia e logo na sequência, a DXA¹⁸.

A técnica de DXA é baseada na divisão do corpo em componentes principais: o componente mineral-ósseo (considerado duro), o componente gordo (considerado mole) e o

componente residual, também denominado de massa magra e mole¹⁹. A DXA tem potência constante que provoca dois picos de energia (40 KeV e 70 KeV)²⁰ e o seu pressuposto é que dois raios são emitidos e diferenciados nos tecidos distintos (ósseo, adiposo e magro), em função de suas diferentes densidades e composições químicas.

As desvantagens dessa técnica, esta no custo de aquisição, que é relativamente menor comparado às técnicas de imagem como a ressonância magnética e à tomografia computadorizada, mas superior à técnica como bioimpedância e antropometria. A técnica, entretanto, não é indicada para portadores de implantes metálicos, marca-passo, gestantes e lactantes²¹. Também é possível verificar limitações quando avaliado sujeitos em equipamentos e softwares distintos^{22,23}. Finalmente, não há na avaliação a mensuração do componente hídrico, o que pode prejudicar na análise mais específicas dos componentes magros, altamente hidratados, bem como analisar a razão entre água extra e intracelular.

Contudo, DXA é ainda considerado uma técnica padrão de referência para a avaliação da composição corporal em obesos²⁴ embora o tamanho da mesa dos equipamentos podem não atender todos os graus de obesidade, bem como é referência especialmente para o desenvolvimento e validação de equações preditivas dos tecidos gordo, magro e muscular, além, conforme já citado, para avaliação do componente ósseo^{25,26}.

Dentre outras vantagens importantes da DXA em relação aos diferentes métodos de avaliação da composição corporal está o fato de que esta técnica pode mensurar os componentes supracitados de forma regionalizada – membros superiores, inferiores e tronco, dos hemicorpos esquerdo e direito – e, conseqüentemente, possibilitar uma análise mais pormenorizada da avaliação dos tecidos corporais. Com tal análise, propostas de índices baseados em diferentes regiões foram propostos²⁷, como por exemplo, o índice de massa muscular apendicular (kg.m^{-2}), que é a razão da massa isenta de gordura e osso (MIGO) de membros superiores e inferiores pela altura ao quadrado, e o índice da razão entre a massa

gorda (MG) de tronco pela MG de membros inferiores e superiores. Desta forma, as análises das avaliações de DXA vão além das medidas de DMO total e regional²⁸, e do percentual de gordura corporal²⁹.

Apesar das propostas da utilização dos índices além das medidas brutas de DMO, CMO, MG e MIGO, os equipamentos de DXA, geralmente, permitem medidas em regiões de interesses, ou em inglês, *regions of interests* (ROIs). Nestas regiões, mediante os diferentes programas utilizados, o avaliador tem a opção de, após realizada a avaliação, escolher determinada área do corpo, independentemente de qualquer modelo de equipamento, e analisar os componentes estimados nesta região – desde a densidade e conteúdo mineral ósseo até os tecidos gordo e magro. Enquanto as análises regionalizadas (linhas que dividem os diferentes segmentos corporais) são apresentadas por modelos pré-estabelecidos pelos equipamentos (cabeça, coluna, quadril, membros inferiores e superiores), a análises de ROIs são identificadas pelo avaliador, a partir do seu conhecimento anatômico do corpo humano e de sua necessidade específica. Desta forma, pode-se identificar, por exemplo, massa isenta de gordura e osso de perna, considerando como limites de identificação da região as linhas transversais que ligam, na parte proximal, os côndilos medial e lateral da tíbia, e na parte distal, os maléolos medial e lateral. Com isso, é possível estimar com maior precisão, a massa dos principais músculos desta região, como o sóleo, gastrocnêmio, tibial anterior e fibular longo por exemplo ao longo de um programa de treinamento resistido para membros inferiores.

Portanto, a utilização de ROIs pode proporcionar resultados mais sólidos e precisos em programas de treinamento físico, acompanhamento clínico e nutricional. Esta análise pormenorizada possibilita ainda melhor comparação e análise de correlação dos resultados em momentos distintos de programas de intervenção. Regiões distintas podem ser necessárias conforme a proposta da intervenção e/ou o estudo, seja um acompanhamento clínico

terapêutico, hormonal, dietético ou por meio de diferentes exercícios físicos. Assim, conforme a intervenção e o componente corporal a ser observado, a ROIs poderá ser desde uma região de membro inferior (volume muscular de coxa, por exemplo), até uma região de abdômen (área do tecido adiposo da região entre coluna lombar L1 e L4, por exemplo).

Na Área da Educação Física, mais especificamente no exercício físico, a aplicação da análise pode ser interessante quando analisando programas de intervenção distintos, em especial o treinamento resistido (TR), que apresenta grande contribuição para as modificações nos componentes magro³⁰ e gordo³¹. Vale ressaltar que em estudos de intervenção com programas de TR, na grande maioria das vezes, variáveis e/ou índices são utilizados para a mensuração de componentes ou indicadores antropométricos globais, de corpo inteiro, e não regionalizados ou personalizados, de acordo com a especificidade dos programas, realizados quase sempre com técnicas indiretas de avaliação da composição corporal, como a bioimpedância³², a ultrassonografia³³ e a DXA³⁴.

Contudo, conforme demonstrado, grande maioria dos estudos apresentam valores globais (totais, de corpo inteiro), para os valores mensurados da composição corporal. A ultrassonografia é uma exceção, que por outro lado, não mede o componente em si, mas a espessura de determinado componente, e para a estimativa do componente total, seja do corpo inteiro, seja da região de interesse, deve-se trabalhar com equações preditivas. Os índices antropométricos são da mesma forma globais, e numa situação de intervenção com treinamento resistido (TR), apresentará os resultados para o corpo todo, independentemente se o programa de treinamento foi específico para grupos musculares distintos.

Portanto, a utilização da avaliação da composição corporal a partir da mensuração de diferentes componentes, especialmente os componentes gordo e magro, mediante a utilização das medidas em ROIs, pode apresentar análises mais específicas à intervenção, não apenas à programas de TR. Por exemplo, em um acompanhamento nutricional por tempo determinado

com a meta estabelecida para redução de peso, os resultados obtidos por análises de tecido adiposo de ROIs podem ser mais específicos e sensíveis quando comparados à avaliação exclusivamente do índice de massa corporal (IMC) medida comumente utilizada para este fim, do percentual de gordura e/ou da massa gorda, essas duas últimas mensuradas por DXA de corpo inteiro.

Estudos acerca do tema em questão são escassos, e podem promover uma maior possibilidade de análises aos estudiosos da área da composição corporal e fisiologia, principalmente pelo fato de que não é necessário para tanto, novas avaliações ou avaliações diferenciadas, apenas análises distintas após a avaliação já realizada. Dos poucos estudos encontrados na literatura, Park et al.³⁵ compararam e verificaram boas correlações dos tecidos adiposos abdominais mensurados por método considerado referência (ressonância magnética por imagem) e a DXA definido por duas ROIs distintas em homens não obesos: entre a segunda e a quarta vértebra lombar e a crista ilíaca. Em outro estudo, Bertin et al.³⁶ verificaram que DXA apresentou medidas precisas para ROIs específicas do tecido adiposo abdominal comparado à técnica de referência tomografia computadorizada em indivíduos com sobrepeso ou obesidade. Vale ressaltar que as duas técnicas utilizadas como referências nos respectivos estudos são técnicas complexas e de alto custo para aquisição dos equipamentos e de operacionalização das avaliações.

Entretanto, a análise de correlação entre diferentes ROIs do corpo para componentes magro ou gordo – regiões estas específicas às necessidades de análises das intervenções em estudo – e outros índices e variáveis de composição corporal, mensuradas por métodos distintos, ou mesmo pela técnica de DXA de corpo inteiro, não foi apresentada, para o nosso conhecimento, até o momento.

Tal análise se justifica pela possibilidade de ROIs distintas proporcionarem maior precisão em acompanhamentos de intervenções, considerando a critério dos pesquisadores, os

pontos de interesse que hipoteticamente possam promover alterações, e com isso, explicar não somente as alterações na composição corporal em função dos programas de treinamento, como também alterações da aptidão física e/ou funcional dos participantes destes programas.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi correlacionar valores de massa gorda e massa isenta de gordura e osso de regiões de interesses distintas do corpo mensuradas por DXA com variáveis de composição corporal, funcional e fisiológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, as avaliações realizadas em regiões de interesses apresentaram correlações moderadas e fortes com variáveis de espessura muscular, bioimpedância e força isométrica, e as correlações foram mais constantes e fortes quando analisadas entre massa magra de ROIs e força muscular, maiores inclusive que as variáveis comumente utilizadas em estudos de intervenção, como o IMC, a massa gorda total e a massa magra.

Tendo em vista a facilidade na utilização da ferramenta para regiões de interesse nas avaliações por DXA, é sugerido a inclusão da referida análise para melhor explicação de possíveis correlações com variáveis morfofisiológicas e funcionais distintas, como a força muscular, por exemplo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Gostaríamos de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil, por apoiar o estudo através da concessão de uma bolsa de estudos (BDC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (número do processo: 483966 / 2013-4).

REFERÊNCIAS

1. Lohman T. Advances in body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics; 1992.
2. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of the WHO Consultation on Obesity. Geneva: World Health Organization; 1998.

3. Siqueira LOC, Machado CF, Siminato AR, Sancassani ASA, Santos LGA, Gomes LAT, et al. Regional body composition and muscle strength are related to bone mineral content in elderly. *Rev Bras Med Esporte*. 2018; 24:366-371.
4. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr*. 2002; 76:378-83.
5. Haderslev KV, Haderslev PH, 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; 4:1-5.
6. Leahy S, O'Neill C, Sohun R, Jakeman P. A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *Eur J Appl Physiol*. 2012; 112:589-95.
7. Rech CR, Ferreira L A, Cordeiro BA, Vasconcelos FAG, Petroski EL. Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia. *R. bras. Ci e Mov*. 2007; 15:87-98.
8. Hsu FC, Lenchik L, Nicklas BJ, Lohman K, Register TC, Mychaleckyj J, et al. Heritability of body composition measured by DXA in the diabetes heart study. *Obes Res*. 2005; 13:312-9.
9. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*. 2009; 4:e7038.
10. Duz S, Kocak M, Korkusuz F. Evaluation of body composition using three different methods compared to dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Sport Science*. 2009; 9:181–90.

11. LaForgia J, Dollman J, Dale MJ, Withers RT, Hill AM. Validation of DXA body composition estimates in obese men and women. *Obesity (Silver Spring, Md.)* 2009; 17:821–26.
12. Moon JR, Eckerson JM, Tobkin SE, Smith AE, Lockwood CM, Walter AA, et al. Estimating body fat in NCAA Division I female athletes: a five-compartment model validation of laboratory methods. *European Journal of Applied Physiology*. 2009; 105:119–30.
13. Laskey MA. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Nutrition*. 1996; 12:45-51.
14. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, et al. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *J Appl Physiol* (1985). 2004; 97:655-60.
15. Looker AC, Melton LJ 3rd, Harris T, Borrud L, Shepherd J, McGowan J. Age, gender, and race/ethnic differences in total body and subregional bone density. *Osteoporos Int*. 2009; 20:1141-9.
16. Park YW, Heymsfield SB, Gallagher D. Are dual-energy X-ray absorptiometry regional estimates associated with visceral adipose tissue mass? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002; 26:978-83.
17. Ravnholt T, Tybirk J, Jørgensen NR, Bangsbo J. High-intensity intermittent "5-10-15" running reduces body fat, and increases lean body mass, bone mineral density, and performance in untrained subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(6):1221–1230.
18. Pina FLC, Nunes JP, Nascimento MA, Ribeiro AS, Mayhew JL, Cyrino ES. Similar Effects of 24 Weeks of Resistance Training Performed with Different Frequencies on Muscle Strength, Muscle Mass, and Muscle Quality in Older Women. *Int J Exerc Sci*. 2019;12(6):623–635.

REFERÊNCIAS - INTRODUÇÃO

1. Costa RF. Composição corporal: teoria e prática da avaliação. São Paulo: Manole; 2001.
2. Heyward V. Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas. 4. ed. Porto Alegre (RS): Artmed; 2004.
3. Mojtahedi MC, Valentine RJ, Evans EM. Body composition assessment in athletes with spinal cord injury: comparison of field methods with dual-energy X-ray absorptiometry. *Spinal Cord*. 2009; 47:698-704.
4. Kuriyan R. Body composition techniques. *Indian J Med Res*. 2018; 148:648–8.
5. Fosbøl MØ, Zerahn B. Contemporary methods of body composition measurement. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2015; 35:81-97.
6. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT. Gross tissue weights in the human body by cadaver dissection. *Hum Biol*. 1984; 56:459-73.
7. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *Int J Obes*. 1985; 9 Supl 1:31-9.
8. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT, Marfell- Jones MJ. The skinfold: Myth and reality. *J Sports Sci*. 1987; 5:3-33.
9. Martin AD, Spenst LF, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc*. 1990; 22:729-33.
10. Doupe MB, Martin AD, Searle MS, Kriellaars DJ, Giesbrecht GG. A new formula for population-based estimation of whole body muscle mass in males. *Can J Appl Physiol*. 1997; 22:598-608.
11. Silver HJ, Welch EB, Avison MJ, Niswender KD. Imaging body composition in obesity and weight loss: challenges and opportunities. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2010; 3:337-47.

12. Chen Z, Wang Z, Lohman T, Heymsfield SB, Outwater E, Nicholas JS, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *J Nutr.* 2007; 137:2775-80.
13. Andreoli A, Scalzo G, Masala S, Tarantino U, Guglielmi G. Body composition assessment by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). *Radiol Med.* 2009; 114:286-300.
14. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol.* 1996; 271(6 Pt 1):E941-51.
15. Leonard CM, Roza MA, Barr RD, Webber CE. Reproducibility of DXA measurements of bone mineral density and body composition in children. *Pediatr Radiol.* 2009; 39:148–54.
16. Nana A, Slater GJ, Stewart AD, Burke LM. Methodology review: using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015; 25:198-215.
17. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, et al. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *J Appl Physiol.* 2004; 97:655-60
18. Lohman TG, Chen Z. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. *Human body composition*. 2nd Ed. Champaign: Human Kinetics; 2005. p. 63-78.
19. Foss ML, Keteyian SJ. *Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000.
20. Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport.* 1999; 70:135-49.
21. Heyward VH. Practical body composition assessment for children, adults, and older adults. *Int J Sport Nutr.* 1998; 8:285-307.

22. Reinhardt M, Piaggi P, DeMers B, Trinidad C, Krakoff J. Cross calibration of two dual-energy X-ray densitometers and comparison of visceral adipose tissue measurements by iDXA and MRI. *Obesity (Silver Spring)*. 2017; 25:332-37.
23. Oldroyd B, Treadgold L, Hind K. Cross calibration of the GE prodigy and iDXA for the measurement of total and regional body composition in adults. *J Clin Densitom*. 2018; 21:383-93.
24. Hind K, Oldroyd B, Truscott JG. In vivo precision of the GE Lunar iDXA densitometer for the measurement of total body composition and fat distribution in adults. *Eur J Clin Nutr*. 2011; 65:140-2.
25. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol*. 2016; 85:1481-92.
26. Licata AA, Binkley N, Petak SM, Camacho PM. Consensus statement by the american association of clinical endocrinologists and american college of endocrinology on the quality of dxa scans and reports. *Endocr Pract*. 2018; 24:220-29.
27. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*. 2009; 4:e7038.
28. Looker AC, Melton LJ 3rd, Harris T, Borrud L, Shepherd J, McGowan J. Age, gender, and race/ethnic differences in total body and subregional bone density. *Osteoporos Int*. 2009; 20: 1141–49.
29. Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, Graubard BI, Borrud LG, Ogden CL, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *Am J Clin Nutr*. 2009; 89:500-8.
30. Grgic J, Schoenfeld BJ, Latella C. Resistance training frequency and skeletal muscle hypertrophy: A review of available evidence. *J Sci Med Sport*. 2019; 22:361-370.

31. Strasser B, Arvandi M, Siebert U. Resistance training, visceral obesity and inflammatory response: a review of the evidence. *Obes Rev.* 2012; 13:578-91.
32. Nunes JP, Ribeiro AS, Silva AM, Schoenfeld BJ, Dos Santos L, Cunha PM, et al. Improvements in phase angle are related with muscle quality index after resistance training in older women. *J Aging Phys Act.* 2019; 27:515-520.
33. Haun CT, Vann CG, Mobley CB, Osburn SC, Mumford PW, Roberson PA, et al. Pre-training Skeletal Muscle Fiber Size and Predominant Fiber Type Best Predict Hypertrophic Responses to 6 Weeks of Resistance Training in Previously Trained Young Men. *Front Physiol.* 2019; 10:297.
34. Vargas S, Petro JL, Romance R, Bonilla DA, Florido MÁ, Kreider RB, et al. Comparison of changes in lean body mass with a strength- versus muscle endurance-based resistance training program. *Eur J Appl Physiol.* 2019; 119:933-940.
35. Park YW, Heymsfield SB, Gallagher D. Are dual-energy X-ray absorptiometry regional estimates associated with visceral adipose tissue mass? *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002; 26:978-83.
36. Bertin E, Marcus C, Ruiz JC, Eschard JP, Leutenegger M. Measurement of visceral adipose tissue by DXA combined with anthropometry in obese humans. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24:263-70.