

Validação da bioimpedância elétrica por multifrequência em atletas

Validation of multifrequency bioelectrical impedance analysis in athletes

MOUAD, M; MATIAS, C N; SANTOS, D A; TEIXEIRA, V H; SARDINHA, L B; SILVA, A M. Validação da bioimpedância elétrica por multifrequência em atletas. **R. bras. Ci. e Mov** 2015;23(1):48-57.

RESUMO: É reconhecida a importância de avaliar a composição corporal na população atlética. Para o efeito é preciso utilizar técnicas válidas na determinação dos principais componentes moleculares. A Densitometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) é um método preciso e válido para avaliação de composição corporal. No entanto, a DXA é uma técnica ainda pouco acessível em contextos não laboratoriais. Desta forma, é importante utilizar técnicas mais simples e práticas como a bioimpedância elétrica (BIA). No entanto poucos estudos validaram a BIA especialmente de multifrequência na avaliação da composição corporal em atletas. Assim, o objetivo desta investigação é testar a validade da BIA de multifrequência (Tanita, modelo MC-180) na determinação do conteúdo mineral ósseo (CMO), massa gorda (MG) e massa isenta de gordura e osso (MIGO) em atletas. Um total de 79 atletas (35 homens) foram avaliados pela BIA e pela DXA. Comparação de médias, coeficiente de correlação de concordância, regressão múltipla, e o método Bland-Altman foram realizados. A Tanita apresentou um poder explicativo de 76 %, 72%, 95% e 73% da variabilidade total observada a partir do método de referência para a MG (kg), MG (%), MIGO e CMO, respectivamente. O coeficiente de correlação de concordância para a MIGO apresentou uma força de concordância substancial de 0,927. Observaram-se limites de concordância relativamente elevados na estimativa dos vários componentes corporais. Em conclusão, a Tanita MC-180 é uma alternativa válida especialmente na estimação da massa isenta de gordura e de osso, num grupo de atletas. Contudo, devido aos limites de concordância obtidos na determinação das vários componentes este equipamento apresenta uma validade limitada na estimação individual da composição corporal.

Palavras-chave: Atleta; Avaliação Física; Composição Corporal.

ABSTRACT: It is recognized the importance of assessing body composition in athletic populations. Therefore, it is necessary to use valid techniques for the determination of the main molecular components. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) is a precise and valid method for assessing body composition. However, DXA is still not available at the clinical and field settings. Thus, it is important to use simple techniques such as electrical bioimpedance analysis (BIA) but few studies validated this technique specifically multifrequency BIA in body composition assessment in athletes. Therefore, the aim of this research is to test the validity of multifrequency BIA (Tanita, Model MC-180) in the determination of bone mineral content (BMC), lean soft tissue (LST) and fat mass (FM) in athletes. A total of 79 elite athletes (35 males) were assessed by DXA and BIA. Comparison of means, concordance coefficient correlation, multiple regression and Bland-Altman analysis were performed. Tanita explained 76%, 72%, 95% and 73% of the total variability observed from the reference method for FM (kg), FM (%), LST and BMC, respectively. The concordance coefficient correlation for MIGO presented a substantial strength of agreement of 0,927. However, relatively larger limits of agreement were found between BIA and DXA for the several body components. These findings reveal that the Tanita MC-180 is a valid alternative, particularly in the estimation of LST, in a group of athletes. However, due to the limits of agreement obtained in the determination of the body components this equipment presents a more limited validity in the estimation of individual body composition.

Key Words: Athletes; Physical Assessment; Body Composition.

Mariana Mouad¹
Catarina N Matias¹
Diana A Santos¹
Vitor H Teixeira²
Luís B Sardinha¹
Analiza M Silva¹

¹ Exercise and Health
Laboratory, CIPER, Faculdade
de Motricidade Humana,
Universidade de Lisboa, Lisboa,
Portugal

² Faculdade de Ciências da
Nutrição e Alimentação da
Universidade do Porto, Porto,
Portugal

Recebido: 01/04/2014
Aceito: 29/11/2014

Contato: Mariana Mouad - marianamouad@hotmail.com

Introdução

O estudo da composição corporal debruça-se sobre a quantificação dos principais componentes estruturais do corpo humano, que compõem a massa corporal total. Por meio de métodos diretos e/ou indiretos é possível quantificar os principais componentes do corpo, obtendo-se importantes informações sobre tamanho, forma e constituição, características influenciadas por fatores genéticos e ambientais¹.

A avaliação da composição corporal torna-se determinante para atletas de qualquer modalidade, já que para o desenvolvimento de uma avaliação mais criteriosa sobre os efeitos do treino no corpo humano existe a necessidade de fracionar nos seus diferentes componentes². Além disso, pode prevenir o aparecimento de lesões, identificar futuros talentos, melhorar o controle e a prescrição dos programas de treino³.

A quantidade de massa isenta de gordura e massa gorda de um atleta pode ser um fator preditivo do desempenho³. A avaliação do mineral ósseo é importante para compreender se existem problemas de desenvolvimento ou se o atleta corre o risco de uma possível fratura, principalmente atletas mulheres⁴⁻⁵.

A disponibilidade de métodos que estimam a composição corporal é fundamental para a avaliação física de atletas. É importante conhecer a limitação de cada um e a sua validade para que as suas estimativas sejam interpretadas corretamente.

A DXA tem sido recomendada como um método válido na determinação da composição corporal sendo classificada como um modelo do nível molecular a 3 compartimentos já que estima massa gorda, mineral ósseo e massa isenta de gordura e osso⁶. No entanto, a DXA é uma técnica ainda pouco acessível em contextos clínicos e de terreno sendo pouco prática na determinação da composição corporal nestes contextos não laboratoriais⁷.

Dada a necessidade de avaliar os compartimentos corporais de forma menos dispendiosa, prática e válida, é importante identificar técnicas alternativas, como a bioimpedância elétrica (BIA)⁸.

Porém, este método tem sofrido críticas, pois a sua validade é altamente dependente das condições de

avaliação⁹. Há vários problemas com o uso da BIA em atletas (fatores fisiológicos, nível de hidratação) e várias questões que requerem mais investigação¹⁰.

Muitas investigações têm comparado as estimativas de composição corporal da BIA com as dos métodos de referência, tais como a DXA¹¹⁻¹² e os resultados obtidos revelam-se, frequentemente controversos, normalmente devido à variabilidade no desenho do estudo, abordagem estatística e adoção de diferentes protocolos e frequências¹³.

Segundo Earthman *et al*¹³ esta técnica quando se baseia na aplicação de frequências mais elevadas, de espectro mais alargado, apresenta maior validade na determinação dos fluidos corporais. Diante disto, é importante a realização de mais investigações com vista a analisar os diferentes aparelhos comercializados, a fim de testar a sua validade na estimativa da composição corporal e assim contribuir para o rendimento esportivo¹⁴⁻¹⁵.

Recentemente foi conceptualizado um equipamento que permite gerar 4 frequências de 5 a 500 kHz, produzido pela Tanita ® (Tanita MC-180), e cuja validade ainda não foi testada.

Portanto, o objetivo desta investigação é testar a validade da bioimpedância elétrica por multifrequência (Tanita, modelo MC-180) na determinação do conteúdo mineral ósseo, massa gorda e massa isenta de gordura e osso em atletas, utilizando como referência o método de densitometria radiológica de dupla energia (DXA).

Materiais e Métodos

Amostra

A amostra foi constituída por 79 atletas portugueses (35 homens e 44 mulheres), de diversos esportes, tais como andebol, voleibol, basquetebol, natação, atletismo, triatlon, judô, vela e ténis. A coleta de dados foi realizada durante o período competitivo da época. Todos os participantes foram esclarecidos e deram o seu consentimento assinado antes da participação no estudo. Todos os procedimentos foram aprovados pela comissão de ética da Faculdade de Motricidade Humana

da Universidade de Lisboa e realizados em conformidade com a declaração de Helsinki para estudos com humanos¹⁶.

Avaliação da composição corporal

As avaliações decorreram após jejum de 8 horas, com abstinência de álcool, consumo de bebidas estimulantes e exercício físico nas 12 horas que antecederam os testes. Todas as medições foram efetuadas na mesma manhã.

A altura foi medida com um estadiómetro (SECA, Hamburgo, Alemanha) com aproximação aos 0,01cm de acordo com procedimentos standardizados¹⁷. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela seguinte fórmula: $\text{Peso (kg)} / \text{Altura}^2 \text{ (m)}$.

Densitometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)

A DXA foi utilizada na avaliação da composição corporal (Hologic Explorer W, QDR para windows versão 12.4, Waltham, MA, USA). Foi realizada uma estimacão da massa gorda (MG), da massa isenta de gordura (MIG), da massa isenta de gordura e osso (MIGO), assim como do conteúdo mineral ósseo (CMO), incluindo o peso corporal, utilizando o sistema de avaliação do corpo inteiro. A DXA mede a atenuação dos raios-X emitidos com frequências entre os 70 e 140 kV sincronizados com a frequência de linha para cada pixel da imagem recolhida pelo scan.

Antes da avaliação, foi realizada uma calibração do aparelho de acordo com as recomendações do fabricante. O mesmo técnico posicionou o participante e realizou a avaliação e a análise dos resultados, de acordo com o protocolo standardizado de análise para o exame de corpo inteiro. Baseado no teste-reteste de 10 indivíduos, o coeficiente de variação (CV) no laboratório é de 1,7% para a MG e de 0,8% para a MIG¹⁸.

Bioimpedância Elétrica de multifrequência (BIA)

A medição da massa gorda, massa isenta de gordura e osso, conteúdo mineral ósseo foi determinada por BIA de multifrequência. O equipamento utilizado

(Tanita MC-180 MA, Tóquio, Japão) tem um sistema de 8 eléctrodos (2 em cada mão e pé) e realiza medições da resistência e reactância em cada um dos segmentos (braço direito, braço esquerdo, tronco, perna direita e perna esquerda) através da utilização de 4 frequências diferentes (5, 50, 250 e 500 kHz). Face aos diferentes níveis de hidratação observados em atletas, escolheu-se no dispositivo o modo “atleta” para todos os participantes, que é definido pelo fabricante como o correspondente a uma pessoa envolvida em atividade física intensa por mais de 12h por semana.

Todas as medições foram efetuadas com o indivíduo em pé, pelo menos 10 minutos, de forma a reduzir possíveis erros com as alterações agudas na distribuição de fluido corporal. Foi solicitado aos participantes que retirassem todos os acessórios de metal, permanecessem descalços e se posicionassem em cima dos eléctrodos que se encontram acoplados à plataforma do equipamento. Antes da avaliação ser efetuada verificou-se que as pernas e coxas, assim como braços e tronco não estavam em contato.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através do software SPSS (SPSS Inc., versão 20.0, Chicago IL, USA). Foi efetuada a análise descritiva da média e desvio padrão das variáveis demográficas e da composição corporal. Para comparar as variáveis obtidas pela BIA com o método de referência, foi efetuada uma comparação de médias, através do teste *t de Student* para amostras emparelhadas.

Em seguida, foram desenvolvidos modelos de regressão linear para estimar o desempenho do método alternativo relativamente ao método de referência. Através destes modelos foram analisados os coeficientes de correlação de *Pearson* (R), os coeficientes de determinação (R²) e o erro padrão de estimacão (EPE). A influência do gênero nas relações entre as variáveis estimadas pela Tanita e pelo método de referência foi testada por regressão múltipla. No caso de se observar uma interação não significativa entre o gênero e as

variáveis em estudo, seria utilizada a amostra total na análise da validade da Tanita.

Para além disso, foi examinado o coeficiente de correlação de concordância (CCC) utilizando o Software MedCalc (Software MedCalc, Mariakerke, Bélgica). Este parâmetro permite avaliar o nível a partir do qual os pares de observação se enquadram na linha de identidade (estabelecida a 45° a partir da linha de origem). Esta técnica avalia a precisão e a validade entre os dois métodos¹⁹. Recorreu-se ao método de Bland e Altman para analisar a concordância entre os dois métodos, sendo

definidos intervalos de confiança a 95%²⁰. Adicionalmente, foi verificada a correlação entre a diferença dos métodos e a média dos métodos. O nível de significância foi estabelecido a $p < 0.05$.

Resultados

As características da amostra, nomeadamente a composição corporal, obtidas através dos diferentes métodos encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características e composição corporal dos participantes.

	Homens (n=35)	Mulheres (n=44)	Total (n=79)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Idade (anos)	24,3 ± 8,3	21,3 ± 5,3	22,1 ± 6,5
Altura (cm)	182 ± 10,7	168,7 ± 9,0	174,6 ± 11,8
IMC (kg/m²)	23,0 ± 2,2	21,2 ± 1,95	22,0 ± 2,28
Peso DXA (kg)	76,7 ± 11,9	60,9 ± 9,8	67,9 ± 13,3
MG DXA (kg)	12,3 ± 4,9	14,8 ± 4,6	13,6 ± 4,8
MG DXA (%)	15,9 ± 5,1	24,0 ± 5,0	20,4 ± 6,4
MIGO DXA (kg)	61,1 ± 8,9	43,7 ± 6,5	51,4 ± 11,5
CMO DXA (kg)	3,0 ± 0,7	2,3 ± 0,4	2,7 ± 0,7
Peso Tanita (kg)	77,1 ± 12,05	61,4 ± 10,0	68,2 ± 13,4
MG Tanita (kg)	9,9 ± 4,7	13,5 ± 4,6	11,9 ± 5,0*
MG Tanita (%)	12,5 ± 4,9	21,6 ± 5,3	17,6 ± 6,8*
MIGOTanita (kg)	63,9 ± 9,2	45,4 ± 6,6	53,4 ± 12,0*
CMO Tanita (kg)	3,4 ± 0,4	2,5 ± 0,3	2,9 ± 0,6*

Abreviaturas: DP, desvio padrão; IMC, índice de massa corporal; MG, massa gorda; MIGO, massa isenta de gordura e osso; CMO, conteúdo mineral ósseo; DXA, densitometria radiológica de dupla energia (método de referência). * Significativamente diferente do método de referência, $p < 0,05$

Foi analisado se a interação do gênero contribuía para as relações entre as variáveis estimadas pela Tanita e pelo método de referência. Uma interação não significativa foi observada para todas as variáveis, pelo que se utilizou a amostra total na análise da validade da Tanita para estimação da MG (kg), MG (%), MIGO e CMO.

Foram observadas diferenças significativas entre o método de referência (DXA) e o método alternativo (Tanita). Considerando a amostra total, a Tanita subestimou a MG (kg) e MG (%) em relação à DXA, e sobrestimou as outras variáveis: MIGO, CMO.

Os resultados referentes às regressões entre o método de referência e o método alternativo para a

avaliação da MG, %MG, CMO e MIGO e o coeficiente de correlação de concordância são apresentados na Tabela 2.

A Tanita tem o poder explicativo de 72%, 73%, 76% e 96% sobre a variabilidade dos valores observados a partir do método de referência para a MG (%), MG (kg), CMO e MIGO, respectivamente.

Relativamente ao declive (todas as variáveis) e à intercepção (MG (kg) e MG (%)), os valores diferiram de

1 e 0, respectivamente, o que indica que a reta se desvia da linha de identidade (Tabela 2).

O coeficiente de correlação de concordância para a CMO, MG (kg e %) apresentam força de concordância fraca²¹, enquanto a variável MIGO apresenta uma força de concordância substancial (Tabela 2).

A concordância entre os métodos foi avaliada pela técnica de Bland-Altman, incluindo a análise da correlação entre a média e a diferença dos métodos. Esta análise é apresentada na Figura 1.

Tabela 2. Regressão entre os componentes corporais pela Tanita e o método de referência.

	r^2	EPE	Declive	Intercepção	CCC
CMO	0.738	0,36 (kg)	0.971*	-0.207	0,7709
MG (kg)	0.768	2,37 (kg)	0.855*	3,486**	0,8218
MG (%)	0.724	3,42 (%)	0.801*	6.304**	0,7773
MIGO	0.959	2,36 (kg)	0.939*	1.079	0.9275

Abreviaturas: r^2 , coeficiente de determinação; EPE, erro padrão de estimação; CCC, coeficiente de correlação de concordância; MG, massa gorda; MIGO, massa isenta de gordura e osso; CMO, conteúdo mineral ósseo. * Declive significativamente diferente de 1, $p < 0,05$. ** Intercepção significativamente diferente de 0, $p < 0,05$.

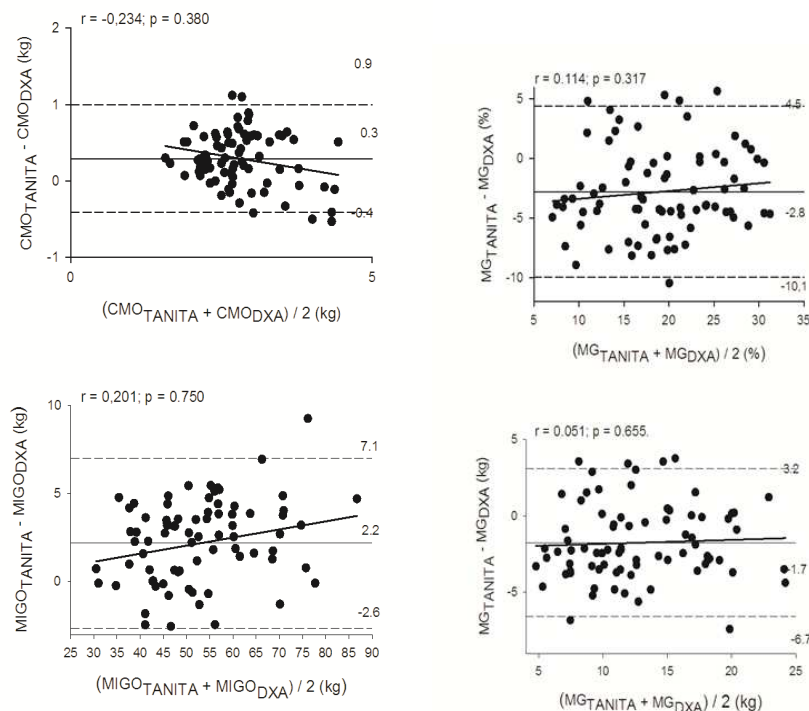


Figura 1. Análise de Bland-Altman que representa a concordância entre os métodos para a avaliação da massa gorda (kg), massa gorda (%), massa isenta de gordura e osso (MIGO) e conteúdo mineral ósseo (CMO). A linha média sólida representa a diferença média entre os resultados da Tanita e do método de referência (DXA). A linha superior e inferior tracejada representa ± 2 desvio padrão dos limites médios, ou seja 95% de concordância ($\pm 1,96$ DP). A linha de tendência representa a associação entre as diferenças dos métodos e as médias de ambos os métodos, tal como ilustrado pelo coeficiente de correlação (r).

Foi observada uma sobrestimação individual que atingiu valores de 0,9 e 7,1 kg ou subestimação de -0,4 e -2,6 kg para CMO e MIGO, respectivamente. Foi observada uma subestimação individual que atingiu valores de -10,1 % e -6,7 kg ou uma sobrestimação de 4,5 % e 3,2 kg para a MG (%) e MG (kg), respectivamente.

Discussão

Este estudo teve como principal objetivo avaliar a validade da Tanita MC-180 na estimação da MG (kg), MG (%), CMO e MIGO, tendo como método de referência a DXA, numa amostra de atletas de elite. Pequenas diferenças, embora estatisticamente significativas, entre o método alternativo (Tanita) e o método de referência foram observadas.

Apesar dos resultados obtidos no presente estudo serem inovadores dado tratar-se de uma amostra com características únicas, atletas de alto rendimento, e dada a inexistência de investigações que testassem a validade deste equipamento na determinação das variáveis avaliadas, devem ser consideradas algumas limitações.

Os resultados são apenas aplicáveis ao modelo de Tanita MC-180 e a esta amostra em particular, não podendo ser generalizáveis a outros equipamentos e modelos de BIA e a populações com outras características. Além disso, a validade da Tanita foi testada num desenho observacional transversal, sendo necessário verificar a validade deste equipamento em estudos longitudinais.

Não foram encontrados na literatura estudos que validassem especificamente a Tanita modelo MC-180 na obtenção das variáveis avaliadas neste estudo, tendo como referência a DXA. Por isso, nos estudos apresentados nota-se diferenças relativamente ao presente estudo que podem ser atribuídas a questões metodológicas, nomeadamente equipamentos e equações utilizados, populações estudadas, e ainda, aos métodos considerados de referência utilizados.

A utilização da BIA na avaliação da composição corporal, tradicionalmente fornece informações sobre água corporal total, MG e MIG²². No entanto, o modelo de bioimpedância que nos propusemos a validar, além de

avaliar estas variáveis tradicionais determina ainda a MIGO e o CMO.

O estudo de Noujeimi *et al*²³ investigou a validade do mesmo modelo de Tanita (MC-180) na estimação da água corporal total (ACT) e seus compartimentos extra e intracelulares, em atletas, tendo como método de referência as técnicas de diluição. Os autores verificaram que a capacidade do método alternativo em explicar os valores obtidos pelo método de diluição foram de 81, 83 e 96%, para AEC, AIC e ACT, respectivamente e concluíram que, a Tanita MC-180 é uma alternativa válida principalmente na estimação da água corporal total, num grupo de atletas de elite, tal como a MIGO se mostrou uma alternativa válida neste estudo.

Uma investigação realizada por Vasudev²⁴ analisou a correlação entre a BIA, da Marca Omron® Model HBF-306, e o método DXA na estimativa da % da massa gorda em atletas, observando valores de correlação de 0,88, valor próximo do obtido no presente estudo de $r = 0,85$.

Segundo Bland & Altman²⁰ a análise isolada dos valores de correlação pode induzir a erro. Os autores afirmam que é importante verificar se os métodos se correlacionam, entretanto, correlação forte não significa concordância. Na análise de Bland-Altman é possível verificar a dispersão dos pontos que representam cada indivíduo avaliado. Bland e Altman²⁰ explicam que, há concordância perfeita somente se os pontos se encontrarem na linha de igualdade (linha zero) e correlação perfeita é encontrada se os pontos se encontrarem em qualquer linha reta, verifica-se neste estudo que em nenhuma das variáveis houve concordância perfeita entre os métodos.

Segal *et al*²⁵ estudaram a massa isenta de gordura de indivíduos obesos e não obesos, observando que a MIG avaliada pela BIA unifrequência (RJL Systems Inc, MI, USA) em obesos foi sobrestimada quando comparada com a DXA, considerada como o método de referência. Embora a nossa população tenha características morfológicas diferentes, observou-se sobrestimação da MIGO e do CMO.

O objetivo do estudo de Rech *et al*²⁶ foi comparar o percentual de massa gorda e a massa isenta de gordura, obtida pelos métodos da DXA, impedância bioelétrica bipolar (BP) e tetrapolar (ambos unifrequência), em mulheres entre 51 e 75 anos de idade. O modelo de BIA BP (Omron ®) mostrou-se mais próximo da DXA, pois sobrestimou o %MG em 0,8%, com um EPE de 1,8%. Os nossos resultados aproximaram-se dos obtidos pela BIA tetrapolar, que observou uma subestimação da %MG relativamente à DXA de 2,3% e um EPE próximo de 3,4%.

Nunes *et al*²⁷ compararam três equipamentos da BIA unifrequência na estimação da MIG tendo a DXA como método de referência. Os resultados apontaram para uma correlação mais elevada entre a BIA (mão-pé) e a DXA, com um r igual a 0,97, seguida pela BIA (mão-mão) com r de 0,95 e BIA (pé-pé) com r de 0,92, valores semelhantes aos observados neste estudo para a MIGO.

A DXA também foi usada como método de referência na avaliação da massa gorda corporal em crianças de peso normal e acima do peso de diferentes etnias, na validação da MG obtida pela bioimpedância elétrica unifrequência. Foi observada uma elevada associação entre a DXA e a BIA. Quando os grupos foram analisados separadamente, a BIA sobrestimou a % de MG em 1,8% nas meninas, 1,8% em pessoas de etnia negra, 1,2% em caucasianos e 1,8% em sujeitos de peso normal, sem diferenças em pessoas com excesso de peso e obesidade²⁸, valores distintos dos observados no nosso estudo.

Frisard *et al*²⁹ avaliaram a validade das medidas de composição corporal obtidas por BIA (tetrapolar e Tanita, TBF-300, Japan), comparadas com a DXA, durante um período de perda de peso, em adultos submetidos a um programa de controlo do peso. Os coeficientes de correlação entre a BIA e a DXA foram baixos para BIA tetrapolar, r^2 de 0,57 e de 0,61 para a Tanita.

Embora a DXA tenha sido considerada o método de referência para validar o equipamento de BIA utilizado neste estudo, este método não é o estado da arte na avaliação da MG e MIGO a nível molecular, embora o seja para avaliar o conteúdo mineral ósseo. O modelo a 4

compartimentos (4C) é o método de referência para avaliar a MG a nível molecular já que não apresenta suposições e permite controlar para a variabilidade dos vários componentes moleculares da MIG, nomeadamente a água, proteína e mineral. No entanto, este método é muito complexo, envolve várias técnicas, é dispendioso e mesmo em contexto laboratorial é uma técnica morosa³⁰.

A utilização de diferentes modelos de bioimpedância, assim como os diferentes métodos de referência utilizados por outros autores dificultam a comparação entre os estudos. De fato, os resultados obtidos em determinadas investigações revelam-se algumas vezes discrepantes. Dentre as possíveis razões, poderia ser mencionada a utilização de uma variabilidade de equações disponíveis, que foram desenvolvidas em amostras bastante heterogêneas. Além disso, podem interferir as diferenças étnicas e de composição corporal entre as populações, bem como o estado de hidratação dos indivíduos avaliados, como mencionado anteriormente. Desta forma, pode referir-se que ainda existam incertezas quanto à validade da técnica da BIA, quando comparada com outros métodos³¹⁻³², especialmente relativamente à maioria dos equipamentos BIA por unifrequência.

Conclusões

O presente estudo mostrou que a Tanita MC-180 é uma alternativa válida na estimação da massa isenta de gordura e de osso, num grupo de atletas de elite, devido à aceitável concordância e ao elevado poder explicativo na predição dos valores obtidos pelo método de referência.

Relativamente à estimativa do conteúdo mineral ósseo, pela primeira vez estimada por BIA, este método apresentou uma validade aceitável para a sua utilização em estudos epidemiológicos (tal como MG % e kg), mas não deve ser utilizada na determinação individual da massa óssea, nem para efeitos de diagnóstico. Desta forma a utilização da Tanita MC-180 na determinação da composição corporal na população atlética não é aconselhada na avaliação e controle do treino. No entanto, a facilidade de aplicação deste equipamento torna este método preferível na avaliação da composição corporal em estudos de larga escala, dado o reduzido tempo de

avaliação assim como dos erros inter e intra-avaliador, não sendo necessário o recurso a técnicos especializados para a sua aplicação.

discriminatório entre os diferentes componentes corporais, beneficiando assim, a avaliação e a estruturação do treinamento na população atlética.

Logo, destaca-se a importância de futuros estudos que visam analisar métodos válidos, com fiável potencial

Referências

1. Ellis KJ. Selected body composition methods can be used in field studies. **J Nutr.** 2001; 131:1589–1595.
2. Petroski EL. **Antropometria: técnicas e padronizações.** Blumenau: Nova Letra; 2007, 182p.
3. Wilmore JH & Costill DL. **Fisiologia do Exercício e do Esporte.** 4 ed. São Paulo: Manole, 2010.
4. Creighton DL, Morgan AL, Boardley D, Brolinson PG. Weight-bearing exercise and markers of bone turnover in female athletes. **J Appl Physiol.** 2001;90:565–570.
5. Quintas ME, Ortega RM, Lopez-Sobaler AM, Garrido G, Requejo AM. Influence of dietetic and anthropometric factors and of the type of sport practised on bone density in different groups of women. **Eur J Clin Nutr.** 2003; 57:58-62.
6. Lohman, M., Tallroth, K., Kettunen, JA., Marttinen, MT. (2009). Reproducibility of dual energy x-ray absorptiometry total and regional body composition measurements using different scanning positions and definitions of regions. **Metabolism.** 2009;58(11):1663–8.
7. Heyward V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. **J Exerc Physiol.** 2001; 4(4): 1-12.
8. Andreoli A, Melchiorri G, De Lorenzo A, Caruso I, Sinibaldi Salimei P, Guerrisi MJ. Bioelectrical impedance measures in different position and vs dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). **J Sports Med Phys Fitness.** 2002; 42(2):186-9.
9. Alvarez VP, Dixon JB, Strauss BJ, Laurie CP, Chaston TB, O'Brien PE. Single frequency bioelectrical impedance is a poor method for determining fat mass in moderately obese women. **Obes Surgery.** 2007; 17(2): 211-21.
10. Deurenberg P, Weststrate JA, Paymans I, Van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. **Eur J Clin Nutr.** 1988; 42: 1017-22.
11. Jebb SA, Siervo M, Murgatroyd PR, Evans S, Frühbeck G, Prentice AM. Validity of the leg-to-leg bioimpedance to estimate changes in body fat during weight loss and regain in overweight women: a comparison with multi-compartment models. **Int J Obes.** 2007; 31: 756-62.
12. Sun SS, *et al.* (2003). Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. **Am J Clin Nutr.** 2003; 77:331–40.
13. Earthman C, Traugher D, Dobratz J, Howell W. Bioimpedance Spectroscopy for Clinical Assessment of Fluid Distribution and Body Cell Mass. **Nutr Clin Pract.** 2007. doi: 10.1177/0115426507022004389.
14. Silva AM, Fields DA, Heymsfield SB, Sardinha LB. Body composition and power changes in elite judo athletes. **Int J Sport Med.** 2007; 31:737-41.
15. Silva AM, Fields DA, Heymsfield SB, Sardinha LB. Relationship between changes in total-body water and fluid distribution with maximal forearm strength in elite judo athletes. **J Strength Cond Res.** 2011;25:2488-95.
16. World Medical Association. **Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research involving Human Subjects.** 2008; WMJ, 54:122-125.
17. Lohman TG, Roche AF & Martorell R. **Anthropometric Standardization Reference Manual.** Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1988.
18. Santos DA, *et al.* Body composition in taller individuals using DXA: A validation study for athletic and non-athletic populations. **J Sport Sci:** E-Pub Ahead of print 23 October. 2012.
19. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics.** 1989; 45: 255-268.
20. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet.** 1986;1:307-10.
21. McBride GB. **A proposal for Strength-of-Agreement Criteria for Lin.s. Concordance Correlation Coefficient.** Hamilton, National Institute of Water & Atmospheric Research Ltd. 2005.
22. Kotler DP, *et al.* Prediction of body cell mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. **Am J Clin Nutr.** 1996; 64: 489–497.
23. Noujeimi FA. **Avaliação da Água Corporal Total e seus Compartimentos em Atletas de Elite por Espectrometria de Impedância.** Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto-Portugal. 2012.
24. Vasudev S, Mohan A, Mohan D, Farooq S, Raj D, Mohan V. Validation of body fat measurement by skinfolds and two bioelectric impedance methods with DEXA--the Chennai Urban Rural Epidemiology Study. **J Assoc Physicians India.** 2005; 52: 877-81.

25. Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Itallie TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods a comparative study. **J Appl Physiol.**1985; 58(5):1565-71.
26. Rech CR, *et al.* Comparação da absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria e impedância bioelétrica na avaliação da composição corporal em mulheres. **Revista Digital. Buenos Aires.**2005; 91.
27. Nunez C, Tan YX, Zingaretti G, Punyanitya M, Rubiano F, Wang ZM, Heymsfield SB. The best predictive model for estimating fat-free mass. **Ann NY Acad Sci.**2000; 904: 333-334.
28. Elberg J, *etal.* Comparison of methods to assess change in children's body composition. **Am J Clin Nutr.**2004; 80: 64-69.
29. Frisard MI, Greenway FL, Delany JP. Comparison of methods to assess body composition changes during a period of weight loss. **Obes Res.**2005; 13(5): 845-854.
30. Silva AM, Sardinha LB. Adiposidade corporal: métodos de avaliação e valores de referências. In: Teixeira P, Sardinha LB, Barata JL. **Nutrição Exercício e Saúde.** Lisboa: Lidel. 2008; 135-175.
31. Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. **Am J Clin Nutr.**2005; 82(1): 49- 52.
32. Rezende F, Rosado L, Franceschini S, Rosado G, Ribeiro R, Marins JCB. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Arch Latinoam Nutr.** 2007; 57(4): 327-34.