

MATHEUS SANTOS CERQUEIRA

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS
PARA ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL DE ADOLESCENTES
BRASILEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Educação Física, para obtenção do
título de *Doctor Scientiae*.

Orientador: João Carlos Bouzas Marins

Coorientadores: Paulo Roberto dos Santos Amorim
Diego Augusto Santos Silva

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa

T

C416d
2020
Cerqueira, Matheus Santos, 1981-
Desenvolvimento e validação de equações antropométricas para
estimativa da gordura corporal de adolescentes brasileiros / Matheus
Santos Cerqueira. - Viçosa, MG, 2020.
262 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: João Carlos Bouzas Marins.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Cineantropometria. 2. Jovens - Antropometria. 3. Pregas
Cutâneas. 4. Composição corporal - Medição. 5. Absorciometria de
Fóton. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Educação
Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. II. Título.

CDD 22. ed. 612

MATHEUS SANTOS CERQUEIRA

**DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS
PARA ESTIMATIVA DA GORDURA CORPORAL DE ADOLESCENTES
BRASILEIROS**

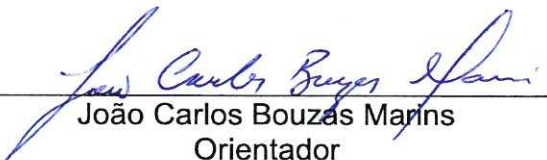
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Educação Física, para obtenção do
título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 29 de outubro de 2020.

Assentimento:



Matheus Santos Cerqueira
Autor



João Carlos Bouzas Martins
Orientador

Aos meus avós, fontes de amor e sabedoria.

Aos meus pais Walmir e Lucia, pelos ensinamentos e cuidados na minha formação. Deram o que podiam me dar e foi tudo que eu precisava.

Aos meus irmãos e grandes parceiros, André e Henrique e minha sobrinha querida Letícia.

À minha irmã Daniela.

Aos meus afilhados, Daniel e Helena.

A todos meus familiares, meu reduto principal, onde me sinto amado, acolhido, protegido e apoiado em todos os momentos de minha vida. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus Pai, seu filho amado Jesus Cristo e ao Espírito Santo. À mãe Maria, protetora e intercessora. Ao meu anjo da guarda, à São Miguel Arcanjo e toda milícia celeste, por me regerem, guardarem, governarem e iluminarem.

Ao Imaculado Coração de Maria, na capela da UFV, por me socorrer nos momentos de dificuldade e interceder junto a Deus. Foram muitas visitas à Capela durante o período das coletas e participação na missa nos fins de semana. Meu refúgio espiritual.

Ao Sagrado Coração de Jesus, paróquia que frequentei em Itaperuna, por todas as bênçãos recebidas.

Ao meu orientador, professor Dr. João Carlos Bouzas Marins. Certamente a relação transcendeu a orientador-orientando. Meu “pai” acadêmico (iria dizer “pai” intelectual, mas fiquei preocupado do meu pai biológico se sentir ofendido por não ter sido intelectual suficiente). Pela amizade, parceria, disposição em atender, exemplo de profissional e servidor público. Agradeço também pelos “esporros” e “puxões de orelha” (e não foram poucos, podem acreditar), mas que contribuíram para a minha trajetória no curso e no meu crescimento pessoal e profissional.

Ao coorientador, professor Dr. Paulo Amorim, por me acompanhar desde o mestrado, apontar caminhos e atender nos momentos de sufoco.

Ao coorientador, professor Dr. Diego Augusto Santos Silva, pela recepção no intercâmbio na UFSC, por todas as orientações, parceria e prontidão em atender.

Ao professor Dr. Francisco Zacaron Werneck, sem conta do número de vezes que entrei em contato para discutir análises estatísticas. Cada conversa era uma verdadeira aula.

Ao professor Dr. Manuel Sillero-Quintana, pela forma como me recebeu no INEF e pela participação e contribuições na minha tese.

À equipe de antropometristas: Amanda, Ana Beatriz, Ana Caroline, Cíntia, Danilo, Franky, Gabriel, Gabriella, Hamilton, Ingrid, Irismar, Isabella, Jefferson, Karen, Mariana, Pablo, Pedro, Samuel (2), Simone, Vinícius e Wanderson. Vocês são fantásticos!!! Pela parceria, disponibilidade, alegria contagiante, respeito, amizade... palavras não serão suficientes para externar minha gratidão.

Aos parceiros de pesquisa e colegas de doutorado, Isabela, Hamilton e Alisson. Um trabalho em equipe, com ajuda mútua. Um grande prazer trabalhar com vocês.

A todos que auxiliaram na pesquisa como anotadores ou exercendo outras funções. Vocês têm uma parcela muito importante de contribuição.

Aos professores da Pós-graduação de todos os departamentos em que cursei disciplinas. Minha gratidão pelos ensinamentos.

Aos professores de Educação Física do Campus Rio Pomba, pelo suporte e ajuda.

Ao IF Sudeste de Minas Gerais e ao Campus Rio Pomba, pelo incentivo para minha qualificação.

A todos meus professores em todos os níveis de ensino. A soma de todas as lições culminou com a concretização dessa tese.

Ao parceiro de pesquisa, grande *expert* em revisão sistemática, Paulo Henrique. O cara chato mais legal que eu conheço.

Aos professores Edio Petroski e Francis Holway, por todos os ensinamentos durante minhas formações em antropometria pela ISAK, que foram fundamentais para a construção da tese.

Ao Maho, misto de terapeuta, amigo e guru. Muito obrigado por tudo.

Aos amigos da Cópias e Cópias, Adilson, Benisson e Guigui, pela competência, perfeição no trabalho e amizade.

A todos os padres que tive o prazer de conviver, por todas as bênçãos, em especial Padre Walas e João Genes, grandes amigos e exemplos de representantes de Cristo.

À Irismar, um anjo enviado por Deus no momento crucial da pesquisa e da minha vida particular. Amiga, parceira, confidente, cúmplice e um grande amor. Você é muito especial.

Aos técnicos em radiologia da Divisão de Saúde, Divino, Wanderson e Daniela, pela convivência amigável, boa recepção aos voluntários e competência no trabalho.

À OMNI e à todos os amigos que fiz durante minha formação.

À Maisa, secretária da Pós-Graduação em Educação Física da UFV, pelo auxílio e presteza em me atender e socorrer – não foram poucas vezes!!!

Aos servidores terceirizados, pelo cuidado e zelo no laboratório, dando o suporte necessário para que as coletas se realizassem.

Aos meus amigos do NUPEF: Caíto, Fábio, Felipe (Cardoso, Dambroz e Moniz), Guilherme, Marcos e Rodrigo. A parceria nas primeiras disciplinas, futebol,

churrascos, resenhas. Amigos verdadeiros que levarei comigo para sempre. Participar desse processo com vocês trouxe leveza e muita alegria.

Aos “filhos” Caíto e Pedro. Uma satisfação enorme compartilhar momentos de pesquisa e amizade.

Aos parceiros da atlética, pelos inesquecíveis momentos juntos, pela forma que me receberam e por despertarem um leão que estava adormecido.

Aos amigos do da Pós-graduação da Educação Física, Nutrição e Educação, com menção especial ao Leonardo e Carol, parceiros na escrita de estudos de revisão.

À Liz, que participou do início dessa jornada.

Aos professores e diretores das escolas pela autorização e apoio para a realização da pesquisa.

Aos professores Edilson Cirino e Analiza Silva, pro me receberem em Londrina para uma disciplina e pelos ricos conteúdos ensinados. Contribuíram mais que imaginam.

Aos voluntários, pela paciência e prontidão em participar da pesquisa.

A todos as pessoas que torceram e intercederam por mim para que tudo desse certo. O apoio e preces me sustentaram nas adversidades.

Ao Lapeh, pelo suporte material e espaço físico para a pesquisa, e a todos os membros, que certamente, cada qual à sua maneira, contribuíram para a pesquisa.

A todos, sem exceção, o meu MUITO OBRIGADO. Que Deus abençoe abundantemente a vida de cada um.

À Universidade Federal de Viçosa, por toda a estrutura oferecida, em especial ao programa de Pós-graduação em Educação Física, pela oportunidade de fazer o curso.

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

- ¹ Bendirei o Senhor o tempo todo! Os meus lábios sempre o louvarão.
- ² Minha alma se gloriará no Senhor; ouçam os oprimidos e se alegrem.
- ³ Proclamem a grandeza do Senhor comigo; juntos exaltemos o seu nome.
- ⁴ Busquei o Senhor, e ele me respondeu; livrou-me de todos os meus temores.
- ⁵ Os que olham para ele estão radiantes de alegria; seus rostos jamais mostrarão decepção.
- ⁶ Este pobre homem clamou, e o Senhor o ouviu; e o libertou de todas as suas tribulações.
- ⁷ O anjo do Senhor é sentinela ao redor daqueles que o temem, e os livra.
- ⁸ Provem, e vejam como o Senhor é bom. Como é feliz o homem que nele se refugia!
- ⁹ Temam o Senhor, vocês que são os seus santos, pois nada falta aos que o temem.
- ¹⁰ Os leões podem passar necessidade e fome, mas os que buscam o Senhor de nada têm falta.
- ¹¹ Venham, meus filhos, ouçam-me; eu lhes ensinarei o temor do Senhor.
- ¹² Quem de vocês quer amar a vida e deseja ver dias felizes?
- ¹³ Guarde a sua língua do mal e os seus lábios da falsidade.
- ¹⁴ Afaste-se do mal e faça o bem; busque a paz com perseverança.
- ¹⁵ Os olhos do Senhor voltam-se para os justos e os seus ouvidos estão atentos ao seu grito de socorro;
- ¹⁶ o rosto do Senhor volta-se contra os que praticam o mal, para apagar da terra a memória deles.
- ¹⁷ Os justos clamam, o Senhor os ouve e os livra de todas as suas tribulações.
- ¹⁸ O Senhor está perto dos que têm o coração quebrantado e salva os de espírito abatido.
- ¹⁹ O justo passa por muitas adversidades, mas o Senhor o livra de todas;
- ²⁰ protege todos os seus ossos; nenhum deles será quebrado.
- ²¹ A desgraça matará os ímpios; os que odeiam o justo serão condenados.
- ²² O Senhor redime a vida dos seus servos; ninguém que nele se refugia será condenado.

RESUMO

CERQUEIRA, Matheus Santos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2020. **Desenvolvimento e validação de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal de adolescentes brasileiros**. Orientador: João Carlos Bouzas Marins. Coorientadores: Paulo Roberto dos Santos Amorim e Diego Augusto Santos Silva.

Métodos antropométricos permitem a mensuração da gordura corporal (GC) em adolescentes de forma prática. Contudo, existe necessidade de ampliar o conhecimento científico especialmente sobre as equações existentes, verificar a validade e, caso necessário, desenvolver modelos válidos, especialmente para adolescentes brasileiros. Essa tese está composta no formato de cinco artigos sobre este tema. **Artigo de Revisão:** O objetivo foi mapear equações antropométricas para predição do tecido adiposo, gordura ou densidade corporal em crianças e adolescentes de 5 a 19 anos, usando técnicas *in vitro* ou *in vivo* como métodos referência e analisar os aspectos metodológicos de equações utilizando dobras cutâneas. Foi realizada uma revisão de escopo, com buscas em oito bases de dados. Foram incluídas 78 publicações, totalizando 593 equações, de 22 países e de todos os continentes. A absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) foi o método de referência mais utilizado e as medidas antropométricas mais frequentes nas equações foram as dobras cutâneas do tríceps e subescapular. Muitos aspectos metodológicos foram negligenciados, podendo causar viés nas equações. **Metodologia Geral:** O estudo foi de característica transversal, realizado com 420 adolescentes, 216 meninos ($16,9 \pm 1,1$ anos) e 204 meninas ($16,5 \pm 1,0$ anos) aparentemente saudáveis. Foram coletadas 45 medidas antropométricas: quatro medidas básicas, nove dobras cutâneas, quinze perímetros, oito comprimentos e alturas e nove diâmetros, de acordo com a metodologia da *International Society for the Advancement for Kinanthropometry*. A composição corporal foi mensurada pela DXA como método de referência, utilizando as medidas de massa de gordura (MG) kg e %GC para análise. **Artigo original 1:** O objetivo foi verificar a relação de medidas antropométricas com a MG e %GC medida por DXA em meninos e meninas adolescentes. Foi realizado o teste de correlação de Pearson para verificar a relação entre as medidas de MG e %GC com as medidas antropométricas, separadamente por sexo. A MG apresenta

correlações mais fortes com medidas antropométricas em comparação com o %GC. Nas meninas, os perímetros apresentam correlações mais fortes com a GC, enquanto para os meninos são as DC. **Artigo original 2:** O objetivo foi verificar a validade de equações antropométricas para predição da MG e %GC em adolescentes, utilizando a DXA como método de referência. Na validação das equações preditivas, foi definido que devem ser atendidos os três critérios estabelecidos. Nenhuma equação atendeu os três critérios de validação. As equações apresentaram erros clinicamente significantes para predição da GC em adolescentes, o que reforça a necessidade de estudos para o desenvolvimento de equações válidas para adolescentes. **Artigo Original 3 (meninos) e 4 (meninas):** Os objetivos foram desenvolver modelos antropométricos para predição da MG e %GC em adolescentes do sexo masculino e feminino, utilizando a DXA como método de referência. A partir de 45 medidas antropométricas, foram selecionadas as que apresentaram correlação $\geq 0,5$ com a MG e %GC. Utilizaram-se técnicas estatísticas de regressão linear múltipla. Foram desenvolvidas diversas equações, que atenderam às hipóteses estatísticas estabelecidas. As equações atendem aos critérios de validade e mostram ser alternativas simples para mensuração da GC de adolescentes.

Palavras-chave: Cineantropometria. Jovens. Espessura de dobra cutânea. Composição corporal. Absorciometria de Fóton. Análise de regressão. Estudo de correlação. Estudo de validação.

ABSTRACT

CERQUEIRA, Matheus Santos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2020. **Development and validation of anthropometric equations for estimating body fat in Brazilian adolescents.** Adviser: João Carlos Bouzas Marins. Co-advisers: Paulo Roberto dos Santos Amorim and Diego Augusto Santos Silva.

Anthropometric methods allow the measurement of body fat (BF) in adolescents in a practical way. However, there is a need to expand scientific knowledge, especially about existing equations, verify the validity and, if necessary, develop valid models, especially for Brazilian adolescents. This thesis composed of five articles on this topic.

Review Article: The objective was to map anthropometric equations to predict adipose tissue, fat or body density in children and adolescents aged 5 to 19 years, using *in vitro* or *in vivo* techniques as reference methods and to analyze the methodological aspects of skinfold equations. A scoping review was carried out, with searches in eight databases. Seventy-eight publications were included, totaling 593 equations, from 22 countries and every continents. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) was the most used reference method, and the most frequent anthropometric measurements in the equations were the triceps and subscapular skinfolds. Many methodological aspects have been neglected, which may cause bias in the equations. **General Methodology:**

The study was cross-sectional, carried out with 420 adolescents, 216 boys (16.9 ± 1.1 years) and 204 girls (16.5 ± 1.0 years) all apparently healthy. Forty five anthropometric measures were collected: four basic measures, nine skinfolds, fifteen girths, eight lengths and heights and nine diameters, according to the methodology of the International Society for the Advancement for Kinanthropometry. Body composition was measured by DXA as a reference method, using the measures of fat mass (FM) kg and %BF for analysis. **Original article 1:** The objective was to verify the relationship between anthropometric measures, FM and %BF measured by DXA in adolescent boys and girls. Pearson's correlation test was performed to verify the relationship between FM and %BF measures with anthropometric measures, separately by sex. FM has stronger correlations with anthropometric measures compared to %BF. In girls, the girths show stronger correlations with BF, while for boys, it was the skinfolds.

Original article 2: The objective was to verify the validity of anthropometric equations for predicting FM and %BF in adolescents, using DXA as a reference method. In the

validation of predictive equations, it was defined that the three established criteria must be met. No equation met the three validation criteria. The equations showed clinically significant errors for predicting BF in adolescents, which reinforces the need for studies to develop valid equations for adolescents. **Original Article 3 (boys) and 4 (girls):** The objectives were to develop anthropometric models to predict FM and %BF in male and female adolescents, using DXA as a reference method. From 45 anthropometric measures, those with a correlation > 0.5 with FM and %BF were selected. Multiple linear regression statistical techniques were used. Several equations were developed, which met the established statistical hypotheses. The equations meet the validity criteria and prove to be simple alternatives for measuring adolescents' BF.

Keywords: Kinanthropometry. Youth. Skinfold thickness. Body composition. Absorptiometry, Photon. Regression analysis. Correlation study. Validation study.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Figure 1. Flowchart summarizing the selection of reports for inclusion in the scoping review.....	37
Figure 2. Map of countries of origin and number of publications of anthropometric equations for predicting BF or body density in children and adolescents.....	38
Figure 3. Bubble plot of the frequency with which reference methods are cited by decade	39
Figure 4. Bubble plot of the frequency with which adipometer models are cited in reports by continent	42

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Quadro 1. Medidas antropométricas realizadas no estudo	132
Quadro 2. Medidas antropométricas com forte correlação ($r \geq 0,8$) com a MG e o %GG em adolescentes.....	138
Quadro S1. Descrição das medidas antropométricas conforme padronizado pela <i>International Society for the Advancement of Kinanthropometry</i> (ISAK) (Stewart et al., 2011).....	148
Quadro S2. Descrição de medidas antropométricas padronizadas por diferentes autores.....	150

ARTIGO CIENTÍFICO 3

Figura 1. Análise de concordância de Bland-Altman da GC por DXA com equações antropométricas em meninos.....	164
Figura 2. Análise de concordância de Bland-Altman da GC por DXA com equações antropométricas em meninas.....	164

ARTIGO CIENTÍFICO 4

Figura 1. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição da MG (kg) que atenderam os critérios de validade	190
Figura 2. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição da %GC que atenderam os critérios de validade	190

Quadro S1. Descrição das medidas antropométricas conforme padronizado pela ISAK	202
Quadro S2. Descrição de medidas antropométricas padronizadas por diferentes autores.....	204
Quadro S3. Correlações de medidas antropométricas com a MG e %GC em meninos	205

ARTIGO CIENTÍFICO 5

Figura 1. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição da MG (kg) que atenderam os critérios de validade	221
Figura 2. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição do %GC que atenderam os critérios de validade	221
Quadro S1. Descrição das medidas antropométricas conforme padronizado pela ISAK.....	231
Quadro S2. Descrição de medidas antropométricas padronizadas por diferentes autores.....	233
Quadro S3. Correlações de medidas antropométricas com a MG e %GC em meninas	234

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO 1

Table 1. Most frequent anthropometric measurements in the equations, by group of measurements. Absolute values and percentages. n (%).....	41
Table S1. Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) Checklist.....	67
Table S2. Search strategy in all databases.....	69
Table S3. List of studies excluded in phase 3.....	78
Table S4. Characteristics of the reports: countries, population, sample size, reference methods, anthropometric measures, statistical analyses and equations	82
Table S5. Methodological aspects of the equations that included skinfold measurements	115
Table S6. Description of anthropometric measurements presented in the reports..	120

ARTIGO CIENTÍFICO 2

Tabela 1. Características descritivas da amostra do estudo, por sexo	135
Tabela 2. Correlações entre medidas antropométricas com a MG e %GC em adolescentes, por sexo	137

ARTIGO CIENTÍFICO 3

Tabela 1. Descrição das equações antropométricas de estimativa da MG e %GC investigadas no presente estudo	157
Tabela 2. Características demográficas, antropométricas e de composição corporal por DXA e equações antropométricas de adolescentes brasileiros por sexo	162
Tabela 3. Análises estatísticas de validação de equações antropométricas para estimativa da MG e %GC com a DXA como método de referência em adolescentes, por sexo	163
Tabela 4. Relação dos critérios estatísticos alcançados por equação.....	165

ARTIGO CIENTÍFICO 4

Tabela 1. Características antropométricas e de GC determinada por DXA de adolescentes.....	186
--	-----

Tabela 2. Descrição das equações antropométricas de estimativa da MG e %GC em adolescentes do sexo masculino	188
Tabela 3. Análises estatísticas de validade de equações antropométricas para estimativa da MG e %GC com a DXA como método de referência em adolescentes do sexo masculino	189
Tabela 4. Relação dos critérios estatísticos alcançados por cada equação	191

ARTIGO CIENTÍFICO 5

Tabela 1. Características antropométricas e de GC determinada por DXA de adolescentes.....	217
Tabela 2. Descrição das equações antropométricas de estimativa da GC.....	219
Tabela 3. Análises estatísticas de validação de equações antropométricas para predição da MG e %GC em adolescentes de 15 a 19 anos	220
Tabela 4. Relação dos critérios estatísticos alcançados por cada equação	222

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Ab CI	abdômen ao nível da crista ilíaca
Ab U	abdômen ao nível do umbigo
Ab	abdominal
Absol	absoluto
Ant-post	ântero-posterior
AS	altura sentado
Bi	bíceps
C	comprimento
C-A	comprimentos e alturas
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CCI	coeficiente de correlação intraclasse
Ci	cintura
CI	crista ilíaca
cm	centímetro
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Comp MMII	comprimento de membros inferiores
Cx	coxa
Cx P	coxa proximal
DC	dobra cutânea
DI	diâmetros
dp / SD	desvio padrão / standard deviation
DXA	absorciometria por dupla emissão de raios X
EPE	erro padrão de estimativa
Eq	equação
Est	estatura
ETM	erro técnico de medida
FIV	fator de inflação da variância
g	grama
GC	gordura corporal
HIV+	human immunodeficiency virus positivo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IMC	índice de massa corporal
Inf	inferior
ISAK	International Society for the Advancement of Kinanthropometry
kg	quilograma
LAPEH	Laboratório de Performance Humana

LoA	limits of agreement (limites de concordância)
max	máximo
MB	medidas básicas
MC	massa corporal
MG	massa de gordura
min	mínimo
mm	milímetro
Modelo 4C	modelo 4 componentes
Pe	perna
Per	perímetro
PH	pesagem hidrostática
Pt	peito
PVC	Pico de Velocidade do Crescimento
Qu	quadril
r	coeficiente de correlação de Pearson
R ²	coeficiente de determinação
R ² aj	coeficiente de determinação ajustado
ROI	regiões de interesse
SE	subescapular
SI	suprailíaca
Sp	supraespinal
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
Sup	superior
TCLE	termo de consentimento livre e esclarecido
Tr	tríceps
UFV	Universidade Federal de Viçosa
vs	versus
WHO	World Health Organization

LISTA DE SÍMBOLOS

®	marca registrada
±	mais ou menos
<	menor que
>	maior que
≥	maior ou igual
α	alfa
β	beta
%	porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	20
2. ARTIGO CIENTÍFICO 1.....	28
3. ARTIGO CIENTÍFICO 2.....	126
4. ARTIGO CIENTÍFICO 3.....	151
5. ARTIGO CIENTÍFICO 4.....	175
6. ARTIGO CIENTÍFICO 5.....	206
7. CONCLUSÃO GERAL.....	235
ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa.....	237
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – voluntários maiores de idade.....	242
ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – autorização pelos pais ou responsáveis.....	244
ANEXO D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	246
ANEXO E – Ficha para coleta de Medidas antropométricas.....	248
ANEXO F – Carta convite às escolas para participação na pesquisa.....	249
ANEXO G – Relatório entregue aos voluntários da pesquisa.....	250
ANEXO H – Relatório do exame de composição corporal por DXA.....	254
ANEXO I – Publicação realizada durante o período do doutorado relacionada à área de pesquisa.....	255

1. INTRODUÇÃO GERAL

A obesidade se destaca por ser um dos maiores problemas de saúde pública desse século (BHUPATHIRAJU; HU, 2016). Em países de baixa e média renda, o rápido crescimento e desenvolvimento urbano desencadeou um processo de transição nutricional com predominância da desnutrição para a coexistência de desnutrição e excesso de peso, fenômeno conhecido como “carga dupla”, indicando a necessidade de políticas públicas para abordar os dois extremos do problema de inadequação do estado nutricional (TZIOUMIS *et al.*, 2016).

A prevalência de adultos com sobrepeso (IMC > 25) no mundo foi estimado para o ano de 2013 em 36,9% dos homens e 38% das mulheres, atingindo tanto países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, sendo descrito como uma pandemia global. Em 2010, estimou-se que globalmente o excesso de peso corporal, caracterizado pelo sobrepeso e a obesidade causaram 3,4 milhões de mortes, redução de 3,9% dos anos de vida e foi responsável por 3,8% de anos de vida de incapacidade (NG *et al.*, 2014). Em crianças e adolescentes de 5 a 19 anos, foi estimado no ano de 2016 213 milhões de meninos e meninas com sobrepeso e 125 milhões com obesidade no mundo (NCD-RisC, 2017). Nos Estados Unidos, levantamentos realizados no ciclo 2013-2014 mostraram que 33,4% das crianças e adolescentes apresentavam sobrepeso e 17,4% estavam obesas (SKINNER; PERRIN; SKELTON, 2016).

Dados da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE) de 2015 apontam excesso de peso para adolescentes brasileiros com idade entre 13 e 17 anos e de ambos os sexos de 23,7%, e desse percentual 7,8% estão com obesidade (IBGE, 2016). Além disso, foi observado na cidade de São Paulo que a prevalência de obesidade mais que dobrou nos adolescentes entre os anos 2003 e 2015 (PEREIRA *et al.*, 2018).

A obesidade em crianças e adolescentes em longo prazo tem impactos severos sobre o desenvolvimento de morbidades e levando à morte prematura de adultos (REILLY; KELLY, 2011). Resultados do estudo de coorte na cidade de Pelotas analisando três diferentes ciclos da vida (infância, adolescência e vida adulta) demonstrou que os valores mais elevados de IMC e composição corporal em adultos ocorreram nos indivíduos que apresentaram sobrepeso nos três ciclos (CALLO *et al.*, 2016). Outro aspecto importante é o impacto econômico causado pela

obesidade, com custo total estimado de uma criança ou adolescente obesos ao longo de sua vida em aproximadamente 150.000,00 euros, relacionados a custos com a saúde e a perda da produtividade (HAMILTON; DEE; PERRY, 2018).

Por todos esses fatores, é muito importante a detecção precoce da obesidade, realizada por meio de avaliação que tem por objetivos identificar indivíduos ou populações em risco, selecionar indivíduos ou populações para iniciarem um programa de intervenção, avaliar os efeitos das intervenções e apresentar os padrões de normalidade (WHO, 1995).

A avaliação da gordura corporal (GC) por ser realizada por uma ampla gama de métodos, desde aqueles que utilizam equipamentos mais sofisticados e precisos até métodos mais simples e práticos. Atualmente, os métodos utilizados como referência para a avaliação da composição corporal são a Pletismografia (TUCKER; LECHEMINANT; BAILEY, 2014) e a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) (BAZZOCCHI *et al.*, 2016; RAVINDRANATH *et al.*, 2016). Esses métodos são utilizados tanto para a mensuração de indivíduos quanto para a validação de métodos mais simples. A DXA mede a GC, conteúdo mineral ósseo e massa magra (livre de gordura e de massa óssea) do corpo todo e por regiões, com os novos equipamentos apresentando resultados cada vez mais precisos, incluindo a estimativa da gordura visceral intra-abdominal (BAZZOCCHI *et al.*, 2016). Apesar de serem mais precisos, esses métodos de referência apresentam como limitações o elevado custo, maior tempo de avaliação e pouca praticidade para uso clínico e em estudos populacionais.

Dessa forma, métodos que sejam mais práticos, acessíveis, válidos e de baixo custo têm sido propostos como alternativa aos métodos de referência. As técnicas antropométricas de estimativa da GC atendem bem a esses requisitos. Dentre as medidas antropométricas, as dobras cutâneas são as que apresentam maior correlação com a GC (GONZÁLES-AGÜERO *et al.*, 2017; HARSHA; FRERICHS; BERENSON, 1978; MACHADO; OIKAWA; BARBANTI, 2013) e por isso são as mais frequentemente utilizadas em equações preditivas da GC. Entretanto, outras medidas como os perímetros ou diâmetros ósseos, quando utilizadas juntamente com as dobras cutâneas, agregam valor à equação, melhorando sua capacidade preditiva (BOILEAU *et al.*, 1981; HARSHA; FRERICHS; BERENSON, 1978). Esse fator demonstra a necessidade de se incluir o maior número possível de medidas antropométricas em estudos de proposição de equações preditivas da GC,

a fim de identificar e selecionar as medidas com maior correlação com a GC para comporem uma equação que proporcione maior capacidade preditiva.

É importante destacar que a gordura corporal pode ser expressa em valor absoluto na forma de massa de gordura (MG) em kg ou como valor relativo (%). É citado que a relação de medidas antropométricas com a MG é mais linear em comparação com o %GC, de forma que a MG seja preferencialmente utilizada como variável previsor para equações de predição da GC (FORBES; AMIRHAKIMI, 1970). Também em função de maiores correlações entre medidas antropométricas e a MG, essa foi escolhida como variável dependente para predição da GC (GORAN *et al.*, 1996). Apesar dessas evidências, não há consenso sobre esse tema, sendo observado resultado oposto em adolescentes do sexo masculino, em que a relação de DC com o %GC foi maior que a MG, tornando o %GC uma variável dependente mais interessante (RIPKA; ULBRICHT; GEWEHR, 2017). Nesse sentido, existe divergência na literatura sobre a melhor forma de relação de medidas antropométricas entre essas duas formas da GC.

Existem dezenas de estudos publicados propondo equações de predição da GC por medidas antropométricas em adolescentes. Algumas equações foram desenvolvidas há algumas décadas e devem ser atualizadas (GÓMEZ-CAMPOS *et al.*, 2017) uma vez que tanto o perfil antropométrico mudou ao longo dos anos como os métodos de referência estão mais sofisticados.

Outro fator a se considerar ao selecionar uma equação é que esta deve ser específica para a população em que foi desenvolvida (HOFFMAN *et al.*, 2012; PAINEAU *et al.*, 2008; WELTMAN; KATCH, 1978), uma vez que existem variações nos padrões de acúmulo de GC entre diferentes etnias. A partir dessa compreensão, os métodos de predição da GC por dobras cutâneas devem contemplar cada uma das regiões dos padrões de acúmulo de GC a fim de expressarem a GC total.

Especificamente para o Brasil, algumas equações foram publicadas para estimativa da GC em adolescentes a partir de medidas antropométricas, tanto equações gerais quanto específicas para alguns grupos, com todos os estudos utilizando a DXA como método de referência. Observa-se equações específicas para jogadores de voleibol (MUNIZ *et al.*, 2017), jogadores de futebol (SANTI-MARIA *et al.*, 2015), hiperplasia congênita adrenal (GONÇALVES *et al.*, 2013) e infectados com HIV (LIMA *et al.*, 2017). Para a população geral de adolescentes saudáveis, encontra-se equações para o sexo feminino (MACHADO *et al.*, 2017) e masculino

(MACHADO; OIKAWA; BARBANTI, 2013; RIPKA; ULBRICHT; GEWEHR, 2017). A única equação para adolescentes do sexo feminino foi desenvolvida com uma amostra pequena, inferior a 100 indivíduos e incluindo muitas voluntárias participantes de um projeto esportivo, fator que pode ter impacto sobre o padrão de composição corporal, diferindo da população normal. Outro fator limitante para as equações desenvolvidas para adolescentes saudáveis é que em todas elas existe a presença de medidas de dobras cutâneas, limitando o uso das equações apenas em locais que o equipamento esteja disponível, que não é a realidade de muitas escolas brasileiras.

OBJETIVO GERAL

1. Propor equações de regressão para predição da MG e %GC medidos por DXA usando medidas antropométricas como variáveis independentes, em adolescentes brasileiros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Mapear sistematicamente, por meio de uma revisão de escopo, equações antropométricas para predição do tecido adiposo, gordura ou densidade corporal em crianças e adolescentes, utilizando técnicas *in vitro* ou *in vivo* como métodos de referência e analisar os aspectos metodológicos descritos para o desenvolvimento de equações antropométricas utilizando dobras cutâneas.
2. Analisar a relação de medidas antropométricas com a MG e %GC medida por DXA em meninos e meninas adolescentes.
3. Verificar a validade de equações antropométricas para predição da GC em adolescentes brasileiros, utilizando a DXA como método de referência.
4. Propor equações de regressão para predição da MG e %GC medidos por DXA usando medidas antropométricas como variáveis independentes, em adolescentes brasileiros do sexo masculino.

5. Propor equações de regressão para predição da MG e %GC medidos por DXA usando medidas antropométricas como variáveis independentes, em adolescentes brasileiros do sexo feminino.

REFERÊNCIAS

BAZZOCCHI, A.; PONTI, F.; ALBISINNI, U.; BATTISTA, G.; GUGLIELMI, G. DXA: technical aspects and application. **European Journal of Radiology**, v. 85, n. 8, p. 1481-1492, 2016.

BHUPATHIRAJU, S. N.; HU, F. B. Epidemiology of obesity and diabetes and their cardiovascular complications. **Circulation Research**, v. 118, n. 11, p. 1723-1735, 2016.

BOILEAU, R. A.; WILMORE, J. H.; LOHMAN, T. G.; SLAUGHTER, M. H.; RINER, W. F. Estimation of body density from skinfold thicknesses, body circumferences and skeletal widths in boys aged 8 to 11 years: comparison of two samples. **Human Biology**, v. 53, n. 4, p. 575-592, 1981.

CALLO, G; GIGANTE, D. P.; BARROS, F. C.; HORTA, B. L. Lifetime overweight and obesity and body composition in adulthood: the 1982 Pelotas (Brazil) birth cohort study. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. e00174014, 2016.

FORBES, G. B.; AMIRHAKIMI, G. H. Skinfold thickness and body fat in children. **Human Biology**, p. 401-418, 1970.

GÓMEZ-CAMPOS, R.; URRÁ-ALBORNOZ, C.; ANDRUSKE, C. L.; ALMONACID-FIERRO, A.; PACHECO-CARRILLO, J.; COSSIO-BOLAÑOS, M. Equations to Predict Body Fat Percentage in Young Chilean Soccer Players. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 20, n. 4, p. 96-107, 2017.

GONÇALVES, E. M.; SILVA, A. M.; MATIAS, C. N.; LEMOS-MARINI, S. H.; SANTOS, A. O.; GUERRA-JÚNIOR, G. Estimation of percent body fat based on

anthropometric measurements in children and adolescents with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. **Clinical Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 45-50, 2013.

GONZÁLEZ-AGÜERO, A.; MATUTE-LLORENTE, Á.; GÓMEZ-CABELLO, A.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; CASAJÚS, J. A. Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. **Disability and Health Journal**, v. 10, n. 1, p. 100-104, 2017.

GORAN, M. I.; DRISCOLL, P.; JOHNSON, R.; NAGY, T. R.; HUNTER, G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 3, p. 299-305, 1996.

HAMILTON, D.; DEE, A.; PERRY, I. J. The lifetime costs of overweight and obesity in childhood and adolescence: a systematic review. **Obesity Reviews**, v. 19, n. 4, p. 452-463, 2018.

HARSHA, D. W.; FRERICHS, R. R.; BERENSON, G. S. Densitometry and anthropometry of black and white children. **Human Biology**, v. 50, n. 3, p. 261-280, 1978.

HOFFMAN, D. J.; TORO-RAMOS, T.; SAWAYA, A. L.; ROBERTS, S. B.; RONDO, P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. **Annals of Human Biology**, v. 39, n. 2, p. 156-160, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saúde do escolar (PeNSE), 2015**. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

LIMA, L. R. A.; MARTINS, P. C.; JUNIOR, C. A. S. A.; CASTRO, J. A. C.; SILVA, D. A. S.; PETROSKI, E. L. Are traditional body fat equations and anthropometry valid to estimate body fat in children and adolescents living with HIV? **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 21, n. 4, p. 448-456, 2017.

MACHADO, D.; OIKAWA, S.; BARBANTI, V. The multicomponent anthropometric model for assessing body composition in a male pediatric population: a simultaneous prediction of fat mass, bone mineral content, and lean soft tissue. **Journal of Obesity**. 428135, 2013.

MACHADO D, SILVA A, GOBBO L, ELIAS P, DE PAULA FJA, RAMOS N. Anthropometric multicompartamental model to predict body composition In Brazilian girls. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 9, n. 1, p. 23, 2017.

MUNIZ, Y.; COSSIO-BOLAÑOS, M.; GÓMEZ-CAMPOS, R.; MOREIRA-GONCALVES, E.; LAZARI, E.; URRALBORNOS, C.; ARRUDA, M. Estimate of Body Fat Percentage in Male Volleyball Players: Assessment Based on Skinfolts. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 20, n. 3, p. 14-24, 2017.

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. **Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627-2642, 2017.

NG, M., FLEMING, T.; ROBINSON, M.; *et al.* Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The Lancet**, v. 384, n. 9945, p. 766-781, 2014.

PAINEAU, D.; CHIHEB, S.; BANU, I.; *et al.* Comparison of field methods to estimate fat mass in children. **Annals of Human Biology**, v. 35, n. 2, p. 185-197, 2008.

PEREIRA, J. L.; VIEIRA, D. A. D. S.; ALVES, M. C. G. P.; CÉSAR, C. L. G.; GOLDBAUM, M.; FISBERG, R. M. Excess body weight in the city of São Paulo: panorama from 2003 to 2015, associated factors and projection for the next years. **BMC Public Health**, v. 18, n. 1, p. 1332, 2018.

RAVINDRANATH, J.; PILLAI, PP.; PARAMESWARAN, S.; KAMALANATHAN, S. K.; PAL, G. K. Body Fat Analysis in Predialysis Chronic Kidney Disease: Multifrequency Bioimpedance Assay and Anthropometry Compared With Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Journal of Renal Nutrition**, v. 26, n. 5, p. 315-319, 2016.

REILLY, J. J.; KELLY, J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. **International Journal of Obesity**, v. 35, n. 7, p. 891-898, 2011.

RIPKA, W. L.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. **Plos One**, v. 12, n. 9, p. e0184854, 2017.

SANTI-MARIA, T.; GÓMEZ-CAMPOS, R.; ANDRUSKE, C. L.; *et al.* Percentage of Body Fat of Young Soccer Players: Comparison of Proposed Regression Frequencies between Goalkeepers and Soccer Camp Players. **Journal of Exercise Physiology Online**, v.18, n. 6, p. 70-80, 2015.

SKINNER, A. C.; PERRIN, E. M.; SKELTON, J. A. Prevalence of obesity and severe obesity in US children, 1999-2014. **Obesity**, v. 24, n. 5, p. 1116-1123, 2016.

TUCKER, L. A.; LECHEMINANT, J. D.; BAILEY, B. W. Test-retest reliability of the Bod Pod: the effect of multiple assessments. **Perceptual and Motor Skills**, v. 118, n. 2, p. 563-570, 2014.

TZIOUMIS, E.; KAY, M. C.; BENTLEY, M. E.; ADAIR, L. S. Prevalence and trends in the childhood dual burden of malnutrition in low- and middle-income countries, 1990-2012. **Public health nutrition**, v. 19, n. 8, p. 1375-1388, 2016.

WELTMAN, A.; KATCH, V. L. A non population-specific method for predicting total body volume and percent fat. **Human Biology**, v. 50, n. 2, p. 151-158, 1978.

WHO. World Health Organization. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry**. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: WHO, 1995.

2. ARTIGO CIENTÍFICO 1

Equations based on anthropometric measurements for adipose tissue, body fat or body density prediction in children and adolescents: A Scoping Review.

Short-title: Anthropometric equations for body fat prediction in children and adolescents.

Matheus S. Cerqueira^{1,2}, Paulo R. S. Amorim¹, Irismar G. A. Encarnação³, Leonardo M. T. Rezende¹, *Paulo H. R. F. Almeida⁴, Analiza M. Silva⁵, Manuel Sillero-Quintana⁶, Diego A. S. Silva⁷, Fernanda K. Santos¹, João C. B. Marins¹

1. Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Email: mscerqueira.if@gmail.com, pramorim@ufv.br, leomtr.efi@gmail.com, fernandak.santos@ufv.br, jcbouzas@ufv.br.
2. Federal Institute Southeast of Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, Minas Gerais, Brazil.
3. Polytechnic Institute of Bragança, Campus Santa Apolónia, Bragança, Portugal. Email: irismarcapoeiraefi@gmail.com.
4. Faculty of Pharmacy, Graduate Program in Medicines and Pharmaceutical Services, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Email: henriqueribeiro.farm@gmail.com, henriqueribeiro.farm@outlook.com.
5. Exercise and Health Laboratory, CIPER, Faculdade Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal. Email: analiza.monica@gmail.com
6. Faculty of Sciences of Physical Activity and Sports, Polytechnic University of Madrid, Madrid, Spain. Email: manuel.sillero@upm.es
7. Graduate Program in Physical Education, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. Email: diegoaugustoss@yahoo.com.br.

ORCID:

Matheus S. Cerqueira ID: <http://orcid.org/0000-0001-6723-6083>

Paulo R. S. Amorim ID: <http://orcid.org/0000-0002-9607-5538>

Irismar G. A. Encarnação ID: <http://orcid.org/0000-0001-5712-8353>

Leonardo M. T. Rezende ID: <http://orcid.org/0000-0003-3942-3353>

Paulo H. R. F. Almeida ID: <http://orcid.org/0000-0002-9369-0690>

Analiza M. Silva ID: <http://orcid.org/0000-0002-8984-8600>

Manuel Sillero-Quintana ID: <http://orcid.org/0000-0002-9806-2925>

Diego A. S. Silva ID: <http://orcid.org/0000-0002-0489-7906>

Fernanda K. Santos ID: <http://orcid.org/0000-0001-9127-7694>

João C. B. Marins ID: <http://orcid.org/0000-0003-0727-3450>

Conflicts of Interest: The authors Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Leonardo M. T. Rezende, Paulo H. R. F. Almeida, Analiza M. Silva, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, Fernanda K. Santos and João C. B. Marins declare that they have no conflicts of interest relevant to the content of this review.

Funding: This study was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq) and by the Campus Rio Pomba of the Federal Institute of Southeast Minas Gerais.

Author Contributions:

Conceptualization: Matheus S. Cerqueira, Leonardo M. T. Rezende, Paulo H. R. F. Almeida.

Data curation: Matheus S. Cerqueira, Irismar G. A. Encarnação, Leonardo M. T. Rezende, Paulo H. R. F. Almeida.

Formal analysis: Matheus S. Cerqueira, João C. B. Marins, Paulo H. R. F. Almeida.

Methodology: Matheus S. Cerqueira, Leonardo M. T. Rezende, Diego A. S. Silva, Paulo H. R. F. Almeida.

Writing – original draft: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Leonardo M. T. Rezende, Paulo H. R. F. Almeida, Analiza M. L. A. Silva, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, Fernanda K. Santos, João C. B. Marins

Writing – review & editing: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Leonardo M. T. Rezende, Paulo H. R. F. Almeida, Analiza M. L. A. Silva, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, Fernanda K. Santos, João C. B. Marins

Acknowledgments: To professor Hamilton Henrique Teixeira Reis for making figure 2 (map of the countries that developed equations for children and adolescents).

ABSTRACT

Assessing of body composition in children and adolescents is important to monitor the state of health, growth, development and physical fitness status. Alternative methods using anthropometric measures are feasible and less expensive than other techniques, and it is interesting to identify research in this area and to facilitate access to information. The purpose of this study was systematically to map anthropometric equations to predict adipose tissue, body fat or density in children and adolescents and to analyze methodological aspects for the development of anthropometric equations using skinfolds. The methodological structure protocol of this scoping review was retrospectively registered in the Open Science Framework (<https://osf.io/35uhc/>). The search was carried out in eight databases. Seventy-eight reports and 593 anthropometric equations were included. The first report was published in 1961 and the most recent in 2019, with publications from all continents. Samples included healthy individuals, subjects with different diseases or disabilities and athletes from different sports. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) is the reference method most widely used for developing equations. The most frequent anthropometric measurements used as predictors in the equations were triceps and subscapular skinfolds. The age, sexual maturation stage and peak height velocity were included as complementary variables in the equations. The mapping pointed out equations proposed for children and adolescents with a great diversity of characteristics. Considering the methodological aspects, in many of the reports, important information is absent, which are factors that may be associated with equations bias.

KEY POINTS

Since anthropometric equations are population dependent, the mapping identified hundreds of equations that cover a wide range of ethnic characteristics, age groups, sexual maturation, physical fitness level and health condition, making it easier for health professionals in their practice to identify the most appropriate equation according to the sample characteristics.

Body fat can be predicted using very simple measures, including body mass measurement to more complex equations, involving many anthropometric measures.

Absence of important information such as statistical analysis for the development of models and cross-validation, the type of adipometer and calibration before the study, training and evaluator's level of error and description of anthropometric measures can compromise the validity of the equations.

1. INTRODUCTION

The overweight prevalence in children and adolescents aged 5 to 19 years in the world was estimated in 2016 at 213 million boys and girls with overweight and 125 million with obesity [1], with a prediction of 158 million with obesity in 2020, 206 million in 2025 and 254 million in 2030 [2]. In the United States, surveys carried out in the 2015-2016 cycle showed that 35.1% of children and adolescents were overweight and there was a continuous increase in obesity and severe obesity [3].

Long-term obesity in children and adolescents has severe impacts on the development of morbidities and leads to premature death in adulthood [4]. It is observed that high BMI in childhood can lead to increased blood pressure in adulthood [5]. Even during childhood and adolescence, the deleterious effects of obesity are already observed, and the accumulation of general fat and central fat directly associated with several cardiovascular and metabolic risk factors [6–8].

In addition to obesity, assessing body composition in children and adolescents is important for detecting low weight and malnutrition, estimated in 2016 at 192 million boys and girls worldwide [1]. Body composition is one of the health-related physical fitness components included in batteries of physical tests for children and adolescents, such as in FITNESSGRAM[®] [9] or for young athletes, being associated with growth, maturation and sports performance [10].

At a broader level, methods for assessing body composition can be divided into “*in vivo*” and “*in vitro*”. While *in vitro* methods involve analysis of cadavers or tissue biopsy, *in vivo* methods do not perform direct body assessment, all being indirect methods [11].

Due to the complexity of dissecting cadavers, studies of this type are rare, the main one known as "The Brussels Cadaver Analysis Study", carried out in the 1970s and 1980s [12]. Using the cadaver dissection method, it is possible to measure body composition, which can be used to validate the adipose tissue estimate by nuclear magnetic resonance [12,13] or by anthropometry [14].

In vivo methods can be classified based on several descriptors including the mathematical function type (mechanistic or descriptive models), measurement location (field or laboratory), measurement frequency (static or dynamic) and the assessed body portion (whole-body or regional) [15]. In this review, the organization paradigm upon the mathematical function type will be adopted. Indeed, methods can be organized as type I

functions (descriptive models) or type II functions (mechanistic models) [11]. Type I models share in common a type of mathematical function derived by statistical analysis of quantitative measurements, and a reference method is necessary to quantify the unknown component. Type II models are often based on methods that have an underlying physical or biological basis, commonly using well-established ratios or proportions that relate the unknown component to the measurable property or known component [11]. Therefore, type II models are often used as reference methods to provide the development and validation of descriptive equations. Some of the following methods are classified under the category of mechanistic models, including: neutron activation, total body potassium count, magnetic resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), hydrostatic weighing, air-displacement plethysmography, isotope dilution, Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and multicomponent molecular methods [15]. Although these reference methods are accurate, they in general present limitations such as high cost and reduced practicality, and are commonly used to validate the descriptive methods, which are more practical, simple, fast and have low cost such as bioimpedance and anthropometry.

While MRI and CT measure adipose tissue, the other methods measure body fat mass. Although these terms are interchangeably used, they are different and distinct compartments. Body fat mass is a chemical or molecular component, which is usually a lipid in the form of triglycerides. Adipose tissue is a component of the tissue level whose main component is the body fat mass ($\approx 80\%$), but also protein, minerals and water [16].

In general, descriptive methods (type 1 functions) use regression equations and need a reference method to be constructed and validated. Over the decades, many anthropometric studies have been carried out to develop equations for predicting body fat (BF) [17,18]. Equations are specific, according to the characteristics of the population group, such as athletes from different sports [19], people with diseases [20] or disabilities [21]. They can also be applied to the general population, taking into account that they must be adequate to its characteristics such as sexual maturation, ethnicity and sex, factors that are associated with changes in body composition [22–28].

Many of these equations of descriptive methods are not widely known. Therefore, mapping and cataloging them would provide professionals who work in this area with options to select the most appropriate and specific equations for the sample to be evaluated.

Predictive anthropometric equations for BF use skinfold measurements more frequently, which have a greater correlation with adiposity [21,29,30]. In this sense, the analysis of the methodology used in the development of equations using skinfolds allows identifying knowledge limitations and gaps on this topic.

In order to make an assessment of the “state of the art” on this topic, a preliminary search was conducted in December 2019 in MEDLINE (PubMed), the Cochrane Library database, and the OSF registration platform and database of systematic reviews and implementation reports of the Joanna Briggs Institute (JBI), to identify the existence of scoping or systematic reviews that have mapped anthropometric equations in children and adolescents. Only one study was found [31], which aimed at identifying equations by anthropometry and bioelectrical impedance analysis to estimate fat or lean mass, but limited to the reference methods that have fewer assumptions, such as three and four components model, conducted from 1985 to 2012 in English, since two-component models to determine BF, such as densitometric techniques (hydrostatic weighing and air displacement plethysmography) and hydrometric techniques (dilution techniques for total-body water assessment) are based on assumptions for healthy adults and may compromise the validity of results in children and adolescents.

The present study aims to contribute and expand scientific information on the topic, based on the following review questions: which equations for predicting adipose tissue, BF or body density, based on existing anthropometric measures, are specific for children and adolescents? What methodological details are described for the development of anthropometric equations using skinfolds? This information is crucial to minimize methodological errors in the use of anthropometric equations used to estimate body composition, especially in children and adolescents.

In this context, this scoping review had two main objectives: a) to systematically map anthropometric equations to predict adipose tissue, body fat or density in children and adolescents using *in vitro* or *in vivo* techniques as reference methods; b) to analyse the methodological aspects described for the development of anthropometric equations using skinfolds.

2. METHODS

2.1 Protocol and checklist

This scoping review was developed according to the Joanna Briggs Institute (JBI) methodology [32] and the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis guidelines for scoping reviews (PRISMA-ScR checklist) [33] (online resource S2 Table). The entire methodological structure of this scoping review, such as objectives, inclusion criteria and methods, were specified in advance and documented in protocol registered in the Open Science Framework (<https://osf.io/35uhc/>).

2.2. Inclusion criteria

2.2.1. Participants

Children or adolescents from 5 to 19 years old. reports in which the age group of the sample exceeded these limits, were included when the mean age was within the limits and when the sample's age group had the same or greater number of years within the limits of 5 to 19 years than the number of years outside that limit. If the article presented only the mean age or only the age limits of the sample, it was included if the information presented met the specific previously mentioned criteria. Age limits (5-19 years) followed the standard adopted by the World Health Organization for school-age children and adolescents [34].

2.2.2. Concept

This review included articles with original equations for estimating adipose tissue, body fat or density using anthropometric measurements, validated using one of the following reference methods: multicomponent model, DXA, plethysmography, hydrostatic weighing, isotopic dilution, total body potassium, computed tomography, magnetic resonance imaging, neutron activation or cadaver dissection.

Articles that only proposed adjustments to pre-existing equations were excluded, as well as those including other existing anthropometric methods in the equation (for example, body mass index, waist/height ratio) or those using other methods in addition to anthropometric measurements to estimate body composition as predictor variables (for example, bioelectrical impedance).

2.2.3. Context

There was no limitation on the context and reports were included regardless of geographic location, ethnicity, gender, health conditions, disability, level of physical activity or body composition.

2.3. Types of evidence sources

The following types of reports were included: clinical trials, quasi-experimental studies, prospective and retrospective cohort, case-control, cross-sectional, case report and conference abstracts.

2.4. Search strategy

Initially, a search was performed on the medical subject term (MeSH) of the MEDLINE to identify the descriptors and their respective entry terms for the inclusion criteria, which were combined with AND and OR Boolean operators. Terms related to: child, adolescent, anthropometry, body composition and reference methods for assessing body composition were included. This research strategy was initially carried out in the Cochrane Library and MEDLINE (PubMed) databases to verify the research sensitivity. The first 100 articles from these two databases were analyzed for title, abstract and keywords to identify other related terms that could be added to the search. After this procedure, the terms identified as relevant were included in the search and the final version was applied to the MEDLINE (PubMed), Cochrane Library, SPORTDiscus and CINAHL (EBSCO), Web of Science and Scopus databases. The LILACS and EMBASE databases have their own thesaurus, Descriptors in Health Sciences (DeCS) and Emtree, respectively, and the search of terms for each one was specifically selected for these databases. Due to own characteristics of LILACS database, descriptors were defined in English, Portuguese and Spanish, while in the other databases, the descriptors were only in English. The search strategy for all databases is available in the supplementary document (online resource S2 Table). In order not to miss any important publications, sensitive search strategies were used in the search platforms, as well as in other systematic reviews [35–38].

The "gray literature" was verified as well as a hand-searching in the American Journal of Clinical Nutrition, the journal that presented the largest number of publications after the initial search in all databases in order to identify any article that may not have been detected due to some limitation of the database search algorithm. Complementary search from the list of references of all articles included in the last phase of the review was performed, and those that met the criteria were included in the list of articles.

2.5. Source of screening and selection of evidence

The search results in each database were exported to Mendeley reference management software version 1.17.13 (Elsevier), where duplicate articles were removed and a file was generated with the unified database. This file was imported into Rayyan, a web application developed to assist in the screening of articles in review studies

[39]. Using Rayyan, the selection of articles was carried out by two researchers independently (MSC and IGAE), with the initial screening being carried out by reading the title and abstract and the final screening with reading of the full text. Differences in the inclusion of articles between researchers were resolved by consensus or by the analysis of a third reviewer (PHRFA).

2.6. Data extraction

A form was developed, tested and modified in order to meet requirements for extracting relevant information for the review. The online version form was created on the Google Forms platform and responses were exported to an .xls file in Excel® software (Microsoft Corp. Redmond, WA) to compare and identify possible differences in data tabulation between researchers. A pilot study was carried out for reviewers to familiarize with the instrument by the reviewers to ensure that the information was extracted in a standardized and appropriate manner. Two independent reviewers extracted data from included articles (MSC and IGAE) and disagreements were resolved through discussion or by a third reviewer (PHRFA).

2.7. Analysis and presentation of results

The information organization process was divided into two main parts. The first grouped information by reference (author and year), country, sample (characteristics, age group, sample size), reference method, statistical analysis [determination coefficient (R^2); standard error of estimate (EPE); correlation (r); agreement (Bland-Altman)] and description of the equation.

The second part of the analysis corresponded to information about the methodological details of the equations involving skinfold measurements. Information about adipometer model and form of calibration, training and error level of the anthropometrist, acceptable measurement error, anthropometric reference, body side and the number of measurements collected was extracted. From collected data, another graph containing information about adipometer model, a continent in which the adipometer model was used with respective report number was elaborated.

The equation was tabulated exactly as it was defined in the reports. There was lack of standardization of the name and location of anthropometric measurements, which sometimes occurs due to different nomenclatures and descriptions given for the same measurement. In order to detail the information, a table was created with the

name of the measures and the respective description, only for the reports that described the measures, without taking into account the reference cited in the report.

Measurement units were as described in the reports, in the following pattern: body mass (kg), skinfolds (mm), height, girths, lengths, bone diameters and heights (cm). Cases of measurement units other than those are described in the equation. In addition, for the analysis of results, the sample size was classified as 10 or 15 participants for each predictor variable [40]. For statistical analysis, determination coefficient (R^2) with value ≥ 0.64 and correlation coefficient (r) ≥ 0.80 were classified as strong effect [41]. Regarding the standard error of estimate (SEE) for %BF, Lohman [42] indicates that error up to 3.5 is classified as good for the proposed equation.

In order to detail some variables and provide additional information, a map was elaborated, highlighting the countries of origin of proposed equations and the respective report number. A bubble graph showing information on the reference methods with the report number used in each decade was also presented.

The methodological assessment of the quality of the included reports was not carried out, as recommended by PRISMA-ScR, and followed in other scoping reviews [43,44].

3. RESULTS

3.1 Search

The initial search in the eight databases included 15,218 reports totaled after excluding duplicate articles. Most full-text reports were excluded because they did not present the adequate study design (online resource S3 Table). The complementary search identified 12 studies that referred to 12 reports. In the end, 78 studies were included, referring to 78 reports [19–22,28–30,45–115] (Figure 1).

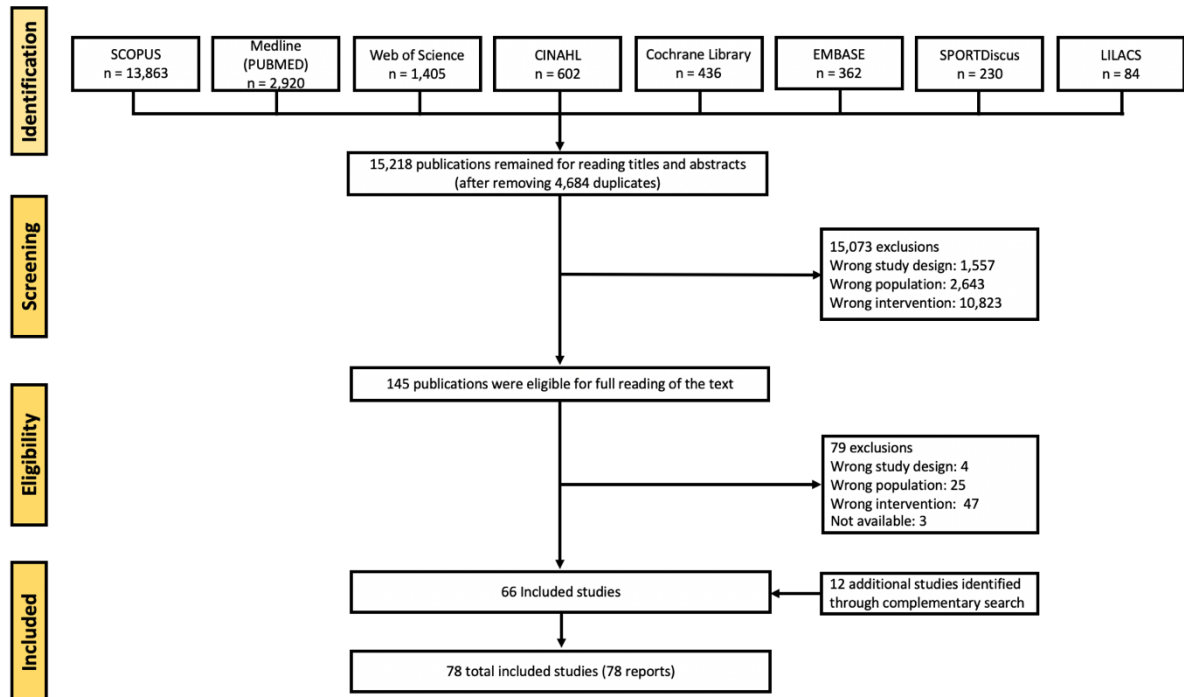


Figure 1. Flowchart summarizing the selection of reports for inclusion in the scoping review.

3.2. Characteristics of reports

Reports included great diversity of sample characteristics and the description of 593 equations found. This theme has been researched for almost six decades (1961 - 2019), and the first article identified was edited by Parizková in 1961 [45] and in the last decade, 29 reports have been published, with 2017 being the year of most publications, with 10 reports (online resource S4 Table).

Equations from all continents were identified, totaling 22 countries where reports were developed. North America was the continent with the highest concentration (28 reports) [28,30,46,48–50,53,57,59–62,64,65,70–72,75–79,83,96,99,103,107,108], followed by Europe with 17 reports [19,21,45,47,51,52,55,56,67,73,86,91,94,102,113–115]. Although no report has been developed directly in Central America, the report by Huang et al. [83] was carried out in the United States of America with descendants of Latin Americans, most of them from Central American countries (Figure 2).

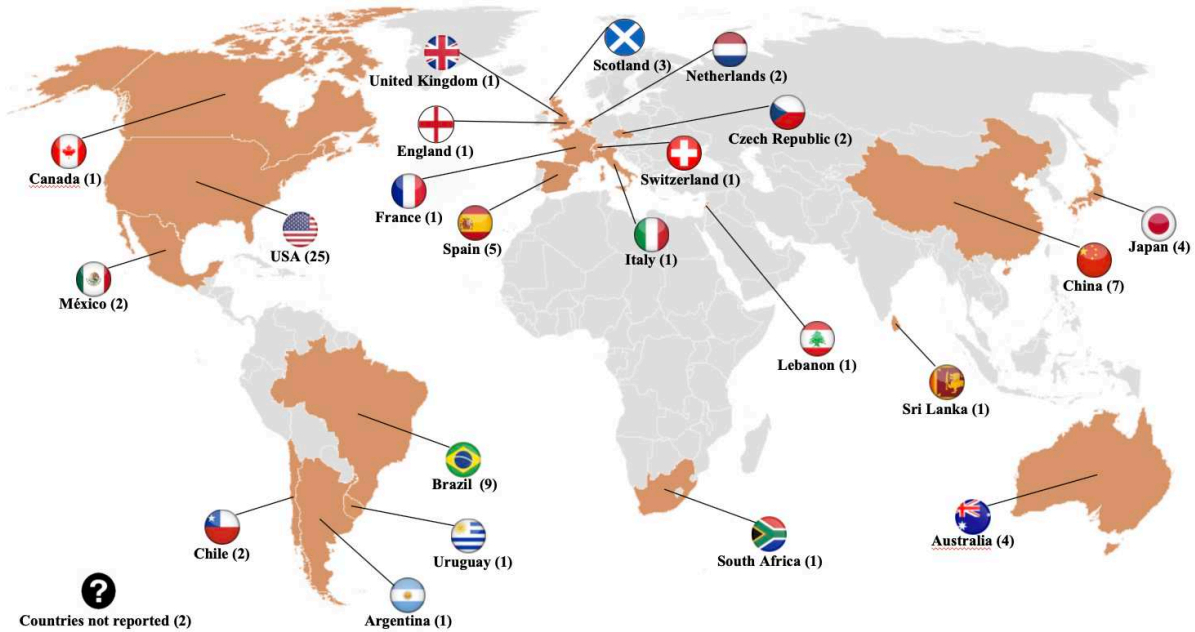


Figure 2. Map of countries of origin and number of publications of anthropometric equations for predicting BF or body density in children and adolescents.

3.3. Characteristics of the populations

In relation to age, sample characteristics were very heterogeneous, with reports with very restricted age groups such as Forbes and Amirhakimi [50], with age group divisions every 0.5 years, as for reports with very broad age group, ranging from 8 to 31 years [102], including young people at all stages of sexual maturation. Although many of the reported equations were developed for healthy individuals, a wide variety of equations considered other sample characteristics (online resource S4 Table).

3.4. Sample size of reports

The sample size for the derivation of equations varied widely, and the report by Johnston et al. [65] was the one with the smallest sample, with only 6 subjects, while the report by Stevens et al. [99] was the one that presented the largest sample size, with 3,334 subjects. Between the 1960s and 1970s, reports were developed using small samples; the report by Frerichs et al. [57] is the only one with sample by a group of sex, age or another characteristic with more than 100 individuals (online resource S4 Table).

Considering the sample size of 10 participants per predictor variable, of the 77 reports that reported the sample size, 35 (45.5%) met this criterion [22,29,57,58,63–65,67–69,71,72,75–78,81,87,88,91–93,95,96,99,102,103,105–109,112,114,115]. If the value of 15 participants per predictor was adopted, 19 reports

(24.4%) would meet this criterion [63,65,68,69,71,72,81,87,91,95,96,99,102,103,105,107–109,114] (online resource S4 Table).

3.5 Validation procedures

Of the 78 reports, 19 (24.4%) [19,22,28,61,62,68,75,76,83,84,93,96,99,103,105–108,114] performed the cross-validation of developed equations, with higher relative frequency in 11 of the 29 reports carried out in the last decade (37.2%). An alternative form of cross-validation is by analyzing the PRESS statistics, carried out in three reports [29,87,111], jackknife method in one report [73] and leave-one-out method in one report [77] (online resource S4 Table).

3.6. Reference methods

In the first three decades, the HW technique predominated widely; however, it is possible to observe a transition from reference methods, reaching a point of equilibrium between HW and DXA in the 1990's, which started to predominate largely from the 2000 (Figure 3).

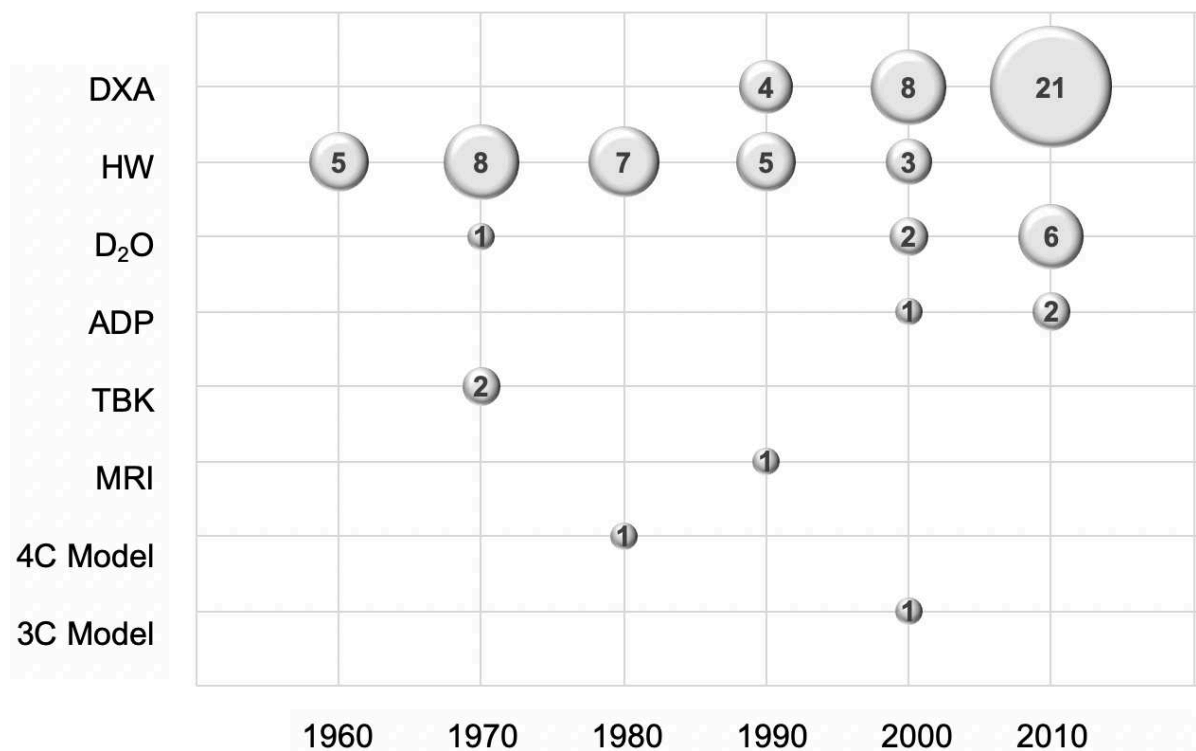


Figure 3. Bubble plot of the frequency with which reference methods are cited by decade. The size of a bubble is proportional to the number of reports published in the decade. DXA: Dual-energy X-ray absorptiometry; HW: hydrostatic weighing; D₂O: isotope dilution; ADP: Air displacement plethysmography; TBK: Total body potassium; MRI: magnetic resonance imaging; 4C Model: four-component model; 3C Model: three-component model.

3.7 Anthropometric measures collected

Anthropometric measures collected were grouped into six categories: basic (body mass, height, sitting height and arm span), skinfolds, girths, lengths, diameters and heights. Of the 78 reports, 16 (20.5%) used four or more measure categories [21,29,30,46,47,53,59–62,79,86,89,103,107,111] (online resource S4 Table).

An interesting aspect in the analysis of skinfolds is that a set of four measures exclusively (biceps, triceps, subscapular and suprailiac) was present in 20 of the 73 reports, a very unusual fact considering that there is a high number of possible combinations among cataloged skinfolds.

Anthropometric measures showed great variation among reports, both in the nomenclature and in description. In some cases, for the same description, there was divergence in the measure nomenclature, as in the case of suprailiac skinfold [59] and iliac crest skinfold [98], which is measured immediately above the iliac crest. Conversely, for the same nomenclature, different descriptions are presented. The most extreme example is the waist girth, which presented nine different descriptions (online resource S6 Table) that can be measured at the narrowest point [92], midpoint [109] or greater girth [116] of the abdominal region.

3.8 Statistical analyses

Of the 593 equations, only 281 showed R^2 values ranging from 0.00 to 1.00. Of these 281 equations, 215 (76.5%) were ≥ 0.64 . Correlation coefficient values (r) reported in 200 equations ranged from 0.03 to 0.98, and 105 (52.5%) of them had r value ≥ 0.80 . Of the 137 SEE results for the %BF estimation models, 46 (33.6%) showed errors up to 3.5%, presenting ideal SEE results (online resource S4 Table).

3.9 Equations

Of the 593 equations, %BF was used in 264 equations (44.5%) as dependent variables, body density in 175 equations (29.5%), FM (kg) in 148 equations (25%). With regard to sex, almost half of the 593 equations were exclusive for males ($n = 284$; 47.9%) (Table 1). Of the 593 equations, skinfolds were the main measures used ($n = 535$; 90.2%) of equations, 423 of them (71.3%) developed using only these measures (online resource S4 Table).

The anthropometric measures most frequent in equations by group of measures were summarized (Table 1). Length and height measurements were uncommon (less than five times) and they were not included in the table. For skinfolds, the relative frequency was similar regardless of sex, with triceps skinfold being more frequent,

followed by subscapular skinfold. Concerning basic measures, the use of height measurement is more frequent than body mass only in boys, in the other groups, the most frequent is body mass. Bone diameters and girths, in general, are more frequent in equations for boys than for girls or for both sexes (Table 1).

Table 1. Most frequent anthropometric measurements in the equations, by group of measurements. Absolute values and percentages. n (%)

	Skinfolds							
	Tr	SS	Bi	SI	Ab	Ca	Th	
All (593)	356 (60)	272 (46)	202 (34)	144 (24)	76 (13)	49 (8)	48 (8)	
M (284)	180 (63)	139 (49)	87 (31)	68 (24)	45 (16)	22 (8)	17 (6)	
F (180)	113 (63)	92 (51)	60 (33)	51 (28)	23 (13)	19 (11)	13 (7)	
M and F (125)	60 (48)	40 (32)	54 (43)	23 (18)	8 (6)	9 (7)	18 (14)	
Other groups of measurements								
	Basics		Girth				Breadths	
	BM	St	Wa	Ar	Ca	Th	Wr	BA
All (593)	83 (14)	75 (13)	22 (4)	11 (2)	10 (2)	14 (2)	6 (1)	7 (1)
M (284)	24 (8)	41 (14)	15 (5)	7 (2)	8 (3)	14 (5)	6 (2)	6 (2)
F (180)	27 (15)	22 (12)	5 (3)	3 (2)	0	0	0	1 (1)
M and F (125)	24 (19)	10 (8)	5 (4)	1 (1)	2 (2)	0	0	0

M = male; F = female; M and F = equations for both sexes; Skinfolds: Tr = triceps; SS = subscapular; Bi = biceps; SI = suprailiac; Ab = abdominal; Ca = calf; Th = thigh; Basics: BM = body mass; St = stature; Girths: Wa = waist; Ar = arm; Ca = calf; Th = thigh; Breadths: Wr = wrist; BA = biacromial. Note: Four equations are from reports that did not report sex.

3.10 Adipometer

Nine adipometer models were identified, six of them were cited one to four times [20,29,50,52,54,68,93,100,104,105,111], each restricted to the same country, being considered models of national standard. Harpenden [22,47,50–52,55,56,59,60,64,65,69,82,86,87,91,92,94,98,101,107,110,112,115], Lange [30,46,48,49,53,55–57,62,75–79,83,106] and Holtain [19,21,52,61,73,74,84,85,88,96,97,99,102,108] models were cited more than 10 times each, with diffusion in different countries and continents, configuring models of international standard (Figure 4).

One report mentioned that the adipometer was new [86] and only six reports mentioned its calibration procedures before use [46,48,82,100,102,110], with one of them showing constant pressure variation in different openings [48] (online resource S5 Table).

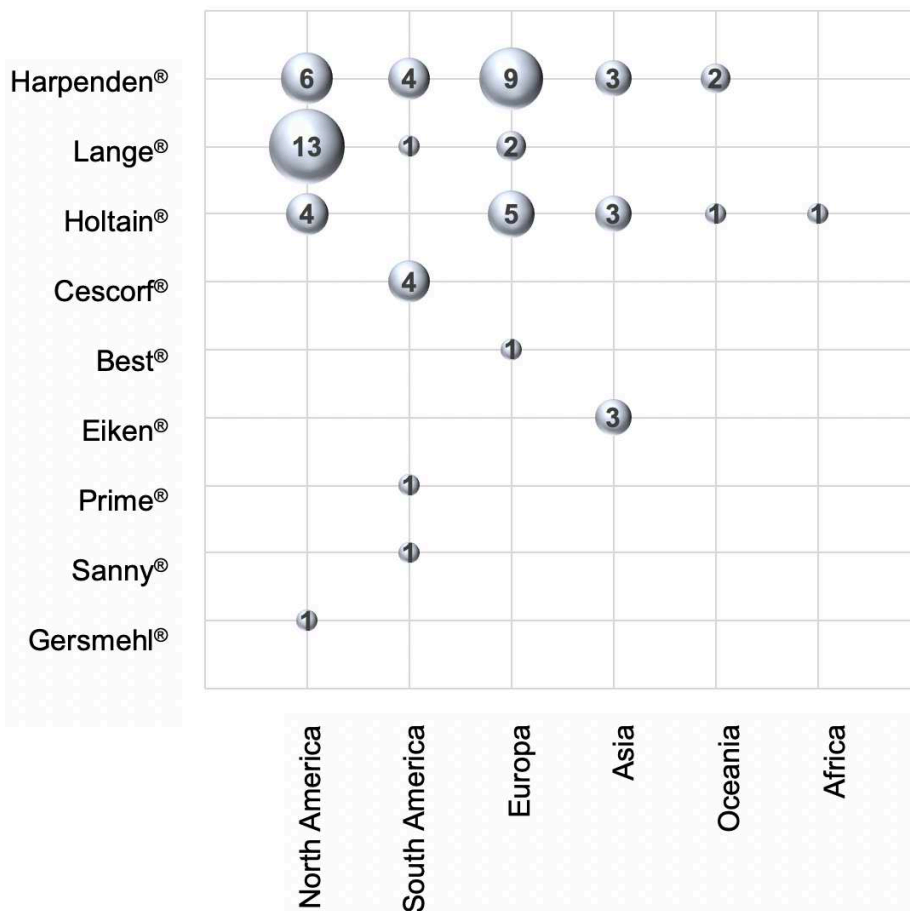


Figure 4. Bubble plot of the frequency with which adipometer models are cited in reports by continent. The bubble size is proportional to the number of reports published for the continent.

3.11 Training and error of the evaluator

Of the 73 reports that measured skinfolds, only 30 (41.1%) reported any type of training or expertise of the evaluator [19–21,30,57,70,73–76,82–84,86,89,91,93,94,96–99,101,104,105,107,108,110,112,113] (online resource S5 Table). In addition, about 23 reports (31.5%) [19–21,29,57,60,62,76,79,80,84,89,91,94,96–98,105,108,110–113] cite some form of estimate for data collection error (online resource Table S5).

3.12 Anthropometric reference

In the analysis of references cited in articles, 66 citations were found, 33 of which were different; of these, 31 were cited one to three times and two references cited more than 10 times each: the Anthropometric Standardization Reference Manual [22,29,70,75,77,79,83,87,88,91,93,102,107,111] authored by Lohman et al.[117] and several updates of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry [19,21,29,82,89,97,98,101,105,110–113] (ISAK[118–121]) (online resource S5 Table).

3.13 Body side for measurements

The body side on which measurements are performed may also vary according to the standardization model. Of the 34 reports that cited the measurement side, 21 (61.8%) cited the right side [45,47,48,50,53,55,57,59,60,62,64,65,68,76,79,82,96,97,105,106,112], seven (21.6%) the left side [61,69,73,87,94,102,115], one (2.9%) the non-dominant side [85], three (8.9%) mean both sides [22,56,86] and one (2.9%) measured both sides independently [52] (online resource S5 Table). While in Asia and Europe there was a trend towards higher frequency of measurement on the left side, in North America there were many more reports of measurement on the right side, with only one on the left side, while in South America and Oceania there were no reports of measurements on the left side.

3.14 Measurement error

Only 9 reports (12.3%) cited some form of measurement error [77,79,89,94,96,98,105,106,113], all published from the year 2000 onwards (online resource S5 Table).

3.15 Number of measurements and record form (mean or median)

Of the 39 reports that cited the number of measurements, in 26 (66.7%) of them measurements were performed in triplicate [20,22,48,57,59,64,65,69,70,73–75,77,83,84,88,91,94,96,100,102,104,106–108,115], six reports (15.4%) performed measurements in duplicate [62,78,82,85,97,101], one report (2.6%) performed three to five measurements [53], one report (2.6%) made 6 measurements [86] (three on each side) and four reports (10.4%) performed the mean of two measurements or, if the difference was greater than the established standard, a third measurement was performed [79,98,105,113]. No report mentioned having performed only one measurement. Twenty-nine reports [20,22,48,53,57,59,62,64,65,69,73,74,77,79,84,86,88,91,94,96,97,100,104–108,122] used the mean value of the measurements, one used the median [83] and two reports used the mean of two measurements or, if the difference was greater than 5%, a third measurement and the median was recorded [98] (online resource S5 Table).

4. DISCUSSION

4.1. Characteristics of the populations

For equations developed for both sexes, sexual dimorphism must be taken into account, which is less present during childhood, but generates marked differentiation between sexes in puberty, highlighting very distinct anthropometric profiles [123]. Sexual dimorphism, including individuals of both sexes after adolescence in the same body composition equations can cause result bias, impairing equation validity.

For Lohman and Going [124], age and sexual maturity level have an influence on the relationship between anthropometric measurements and body composition. This aspect explains the need to propose specific equations for age groups in childhood and adolescence. The use of samples with wide age range can impair the relationship between anthropometric measurements and body composition and, consequently, equations generated with heterogeneous samples are not the most recommended for children and adolescents. In this context, some reports have separated young people into sexual maturation groups in order to make the equations more specific as, for example, reports carried out by Slaughter et al. [64] and Deurenberg et al. [64,115].

Not only age, but the development phase is related to body composition, with the scale proposed by Tanner for assessing sexual maturation and the method proposed by Mirwald et al. [125] for assessing peak height velocity.

Characteristics of sample in which one equation was developed must be observed in professional practice to choose the appropriated equation and, if there are no equations for the population to be evaluated, it is necessary to propose a new equation or to validate an existing equation for this new population[11].

4.2. Sample size of reports

Few studies met the sample size criteria in relation to the number of predictor variables, factor that can compromise the ability of predictors to predict the dependent variable with satisfactory statistical effect. The larger the sample size, the more accurate the prediction equation and the greater its statistical power [126], another important methodological aspect that demonstrates the need for researchers to pay attention to the development of equations that meet quality criteria.

The results demonstrate that most studies with large samples were carried out using DXA as reference method, which represents an advantage of this method in relation to the other reference methods as it is practical, fast and does not require additional examination costs, making studies with larger samples viable.

4.3. Validation procedures

The development of regression models presents the results of predictive capacity only for the sample to which the model was derived. However, to verify the generalization of a model, it is necessary to test it in a different sample, a procedure known as cross-validation [40]. This strategy was described by Pollock and Jackson [127] in regards to a reference from 1968, which already that year recommended cross-validation in a sub-sample of the original group.

Some reports have described the use of statistical methods for cross-validation, which presents an indication of the predictive capacity of the regression model, conceptually equivalent to an independent sample validation randomly derived from the original sample that derived the equation, but with data from the same sample that derived the equation [126].

Although these procedures are important, they are also uncommon, and even though in the last decade they have been more frequent, they still represented less than 50%, a fact that demonstrates the need for methodological improvement for the development of future research.

4.4. Reference methods

DXA was the reference method most cited in reports. It is a multicomponent reference method (divides body weight into fat mass, mineral bone, and fat and bone-free mass) with the potential to diagnose nutritional status and body composition changes, with the advantages of being a low radiation emission method, with high precision, accuracy, availability, practical and quick, making it more attractive for use with the pediatric population [128–130].

Our findings demonstrate that HW was predominantly used during the 1960's and 1980's, and the ADP method, that seemed promising in replacing HW, did not reach the expected space in the body composition area, used as a reference method in only three reports. As BF is considered a component located at the molecular level of body composition, as proposed by Wang et al. [131], it is not surprising that the majority of equations developed used densitometric (HW or ADP), hydrometric (dilution methods for total-body water assessment) and TBK techniques considered as two-component model (2C model). The 2C models are based on assumptions that may compromise the accuracy of BF determination in children, as the constants for fat-free mass density (1.1 g/cc) and hydration (73.2% of water is within the fat-free mass) are the cornerstone of these models [132].

Only one report used multicomponent molecular models such as the 4C model, considered as the "gold standard" for BF determination at molecular level of body composition analysis [133]. The multicomponent method not only validates equations, but also measures body composition in general in children and adolescents, being limited to a few reports since 1990 [134]. Although the 4C model is considered the "gold standard", the equipment high cost and few research centers are able to afford it. Due to the difficulty in using the multicomponent method, recent reports have developed in an attempt to produce more practical and less costly multicomponent models. One proposal is to use DXA for body volume determination, in addition to mineral bone, replacing hydrostatic weighing or plethysmography along with multifrequency bioelectrical impedance to replace isotope dilution for total body water assessment, greatly reducing equipment costs and time [135–137]. Although this approach using DXA as the multicomponent method needs further development and validation, the model seems viable [133].

An exception for the most common molecular-based reference methods used to develop body fat equations, is the study conducted by Chan et al. [74] that used MRI, a tissue-level method, to develop an equation for %BF estimation. Indeed, the authors should have considered % adipose tissue rather than fat mass. Adipose tissue includes molecular components such as lipids (commonly used as fat mass), protein and water, and should not be used interchangeably with fat mass.

Computed Tomography and Neutron Activation were not used in any report, a fact that can be explained by the high equipment cost, high cost of exams and exposure to high radiation level [133]. Although an anthropometric equation validated by the cadaver dissection method was observed in literature [14], no specific equation was found for children and adolescents, which confirms the complexity of carrying out investigations using this method, for reasons of time, cost and ethical barriers [138].

4.5. Anthropometric measures collected

Some reports collected several groups of anthropometric measures, a fact that demonstrates that studies are not limited to skinfolds or body girths as anthropometric measures to estimate BF. Body mass and height were the most frequent, largely because they are basic measures used to characterize the sample in studies. Results of correlation analysis between anthropometric measurements and BF or body density indicate that skinfolds and girths have the highest correlations, while diameters, lengths and heights have weaker correlations, sometimes

even without statistical significance [29,46]. Probably due to these relationships, diameter, length and height measures were the least explored.

Body girths were also very frequent, mainly in this sequence the waist, arm, calf and thigh measures, which represent central and peripheral body regions associated with different BF accumulation profiles, being able to contribute with its prediction by anthropometric equations. After body mass and height, skinfolds were the most frequent measures, since the relationship between these measures and body fat is well established in literature [139,140]. Triceps and subscapular skinfolds were the most used, confirming that they have been frequently used in population studies to assess the nutritional status of children and adolescents in several countries for decades [141–143].

Researching the origin of the pattern of four skinfolds (biceps, triceps, subscapular and suprailiac) measured in 20 reports from the first article to use these measurements [47], the authors do not present an explanation for the choice of these skinfolds, but in the description of the measurements they refer to Edwards et al. [144]. It is informed that for the choice of skinfolds included in the report, no specific reason was considered and they recommend that the choice must be based on the objectives of the measurement and that the criteria for choosing the skinfolds based on experimental data would be the next requirement in the research area. However, this publication does not suggest the adoption of this standard of measures and still makes a critical analysis of the measurement of the biceps skinfold as a measure with the greatest technical error among those measured and its use should be viewed with caution. What is perceived is that this pattern of measures has been reproduced by researchers without justification and critical analysis and, apparently, reproducing a questionable model.

To measure the impact of the lack of standard anatomical location of anthropometric measures, one report compared the measurement of the abdominal region at four different points in adult men, and results varied from 86.2 to 91.3 cm (difference of 5.9%) [145]. The lack of standardization of the anatomical measurement point can significantly alter the body composition results of anthropometric equations, demonstrating the importance of standardizing measurements.

4.6. Statistical analysis

Among hundreds of cataloged equations, many only generated a linear regression, regardless of whether the predictor variable responds to the desired variable. Thus, one must be attentive to identify equations with good

predictive power from statistical results. The results of the correlation of some equations showed little or no association with BF, and equations with these values should be analyzed with caution. Although SEE reference values were only presented for %BF, results in general should be interpreted as the lower the SEE, the better the regression model.

The main gap in these reports was the absence of important information from statistical analyses. Another important point identified was the need to propose cut-off points for statistical analyses. To choose an equation to use in professional practice, these statistical results must be considered as an important criterion.

4.7. Equations

Body density, which is measured by the HW reference method, although widely reported, was used in the last report in 2000, since the reference method is currently in disuse. The results confirm the cited in the literature that most equations for predicting BF are more frequent as a percentage [114]. There was no broader discussion on the reason or advantages of using BF prediction in absolute (kg) or relative (%) terms. Conflicting results were observed, in which skinfold measurements showed a better correlation with %BF [105] or with MG [70], which led researchers to use it as a dependent variable in an equation the most advantageous form of KM result in each study. MG is described as a univariate and less complex variable compared to %BF [22,75] and therefore MG increases the accuracy and predictive power of equations [70]. The lack of consensus on results and an acceptable theoretical explanation indicate the need for studies in order to provide a theoretical model to elucidate this issue.

The results demonstrate the importance of skinfolds as the main anthropometric measures for estimating BF. The first report to publish equations for children and adolescents mentioned, back in the 1960's, that the triceps and subscapular skinfolds were the most commonly used [45]. This statement was confirmed by another report in the 1980's [59]. The report by Slaughter et al. [59], which probably generated the most popular equation for children and adolescents, also used in its equations the sum of the triceps and subscapular skinfolds, a factor that confirmed and contributed to consolidating these skinfolds as the most popular to estimate %BF.

Both girths and bone diameters were infrequent in equations, with an almost negligible occurrence among girls. Among the girths, was expected that the hip girth, cited in some reports as having one of the highest correlation coefficients between the girths with density or body fat [21,48,53] was included among the most frequent

measures in the equations. In the report by Michael and Katch [48] using skinfold measurements and girths, the authors concluded that the inclusion of girth measurements did not improve the equation. On the other hand, reports that analyzed the correlation of anthropometric measurements with fat or body density found that girths showed such high correlations [20,29,30,53] or greater [63] than skinfolds, expressing the potential that these measures have as BF predictors.

Following the pattern of anthropometric measures collected, the frequency of lengths and heights measures in equations was very small, demonstrating that for the proposed equation models, these measures are of little importance for estimating BF or density.

Methodological aspects in the development of equations using skinfolds

4.8. Adipometer

The description of the type of adipometer used represents important information, as it allows the replication of the report with the same equipment. The Harpenden® and Holtain® models were those with the greatest diffusion in terms of availability in different continents, as they were used in five continents. In a review published in 2000, Wang et al. [147] reported that the Lange® adipometer was the most used for measuring skinfolds, a fact confirmed in the present report when publications were analyzed until the year 2000. From this moment on, there was a change in this trend, since the Harpenden® model has been used in more scientific reports, surpassing the total number of reports conducted with the Lange® model, with the lowest number of citations in the last two decades.

Adipometer models can vary in format, in graduation and in the total measurement amplitude, however, they must present constant pressure of 10 g/mm² in any reading range [118]. Despite this, there are contradictions regarding the comparison of skinfold measurements using equipment from different brands, with some reports pointing out that there are no differences among adipometer brands [122,148] and others showing significant differences in measures [149–152]. In one report, although no significant differences were observed, the authors developed specific equations according to adipometer model [52].

Manufacturers seek to guarantee constant pressure standardization by adipometers, so that different models present the same measurement standard, avoiding differences in results obtained with different models, as expected to occur with any other equipment, for example a weight scale. A detailed description of the equipment

should always be provided, including calibration procedures to assure the required reliability of measures [153], since unbalanced equipment can introduce bias to invalidate an equation [154].

A report comparing equipment with four years of use (30,000 measurements) showed a systematic bias with a mean difference of approximately 5% greater values and the same equipment, but with new springs, presented the same results as the new equipment [155]. The adipometer spring, with constant use, loses its compression capacity, while oppositely, the absence of maintenance and lubrication of the pivot makes the equipment more rigid, increasing its constant pressure [154]. These factors demonstrate the importance of constant maintenance and calibration of the equipment in order to maintain its accuracy and to avoid technical measurement error [156], a factor that can impair the accuracy of equations using equipment without proper calibration.

4.9. Evaluator training

In the area of anthropometry, skinfold measurements are those with the lowest level of precision [118] and the lack of experience or training of the anthropometrist has important relevance in the precision and accuracy of measurements.

The comparison of skinfold measurements between evaluators experienced and inexperienced with the anatomical point previously marked there was no significant difference in the sum of the four skinfolds, and mean difference of the 2 mm when each anthropometrist made their own markings on the same subjects [157]. Confirming the importance of verifying the exact location for measuring skinfolds, significant difference was found when measuring skinfolds at the exact location and for different points only 1 cm [158] or 2.5 cm [159] away from the exact location. In this sense, the process of training evaluators is important to improve the quality of measurements and obtain more reliable results. Oppliger et al. [160] confirmed the effectiveness of certification training for wrestler evaluators, which produced consistent reproducibility and validity results of skinfold measurements.

4.10. Anthropometrist Evaluator error

The intra-evaluator error is observed when measurements are taken more than once and represent the quality of this measurement in terms of its precision. The calculation of the intra-rater error can be performed using TEM total or percentage, intraclass correlation coefficient (ICC) or reliability coefficient [156]. It is important to determine this type of error to confirm the quality of the measurement, since the lower this type of error, the

lower the risk of bias due to evaluator error. Reports should provide information about the value of inter- and intra-evaluator error of measurement of the anthropometrist compared with a reference anthropometrist, which should be calculated before data collection. Among the 23 reports that cited this type of error, 15 of them (65%) occurred in publications after the year 2010, which reflects a more current concern in ensuring the quality of the measurement.

Since higher imprecision levels occur with inexperienced or untrained evaluators, it is indicated as training, following a standard protocol, to perform a repeated measurement in a sub-sample of the group to be studied for calculating the precision of measurements. Measures with low precision should be collected again until results are satisfactory [156]. It is recommended, especially for inexperienced evaluators, to determine reproducibility before starting measures for research or other purposes [153]. At this point, previous accreditation of the anthropometrist should be highly recommended to ensure feasibility in taking anthropometric measurements. The ISAK accreditation scheme ensures intra-evaluator level for skinfold measurements of 10% and 7.5% and inter-evaluator level compared with a criterium anthropometrist (certified instructor) of 12.5 and 10% for the Level I and Level II, respectively [161].

4.11. Anthropometric reference

References from different authors show variations in anatomical points for anthropometric measurements, implying changes in results for the same measurement, which is one of the anthropometry limitations [147]. The need for standardization of measurement procedures has been discussed for decades [162] as a factor to ensure high standards and consistency in measurements [127]. More recently, Lohman et al. [134] reported about their anthropometric measures manual, which was published in 1988 and has not been re-edited since 2000. On the other hand, ISAK redefined the standardization of anthropometric measures and developed a training and certification program with performance in the last 20 years. The authors also reported that a future effort is necessary to develop a standardized training program for body composition. In this sense, ISAK, founded in 1986, with certification program in force since 1996 [118], present in more than 80 countries, with more than 30,000 anthropometrists trained in its certification program [163] and with reference manual that has undergone frequent updates in the years of 2001, 2006, 2011 and 2019, presents itself as a real possibility of international reference in the standardization of anthropometric measures, overcoming the problem of the diversity of descriptions for the same anthropometric measurements.

Another fact that reinforces the importance of ISAK in the area of anthropometry was the result of a survey on the practice of evaluating the body composition of athletes, applied in international sports organizations in the world and answered by 33 countries, which pointed out that the most frequently used method was through skinfolds, following the ISAK methodology [164]. However, while this does not constitute reality, the evaluators must follow the measurement procedure as specified by the protocol and the equations they are using.

4.12. body side for measurement

The patterns of the body side for measurement have been indicated as specific to different regions, with the left side being mentioned in Europe (British school) while the right side in North America [165,166]. The lack of standardization of measures interferes with the comparison of reports at a global level. Thus, it is important to have a general standardization regarding this aspect.

Research that verified the bilateral differences in skinfold measurements has shown discordant results. Considering reports including adults, a study found significant differences for the triceps skinfold and no difference for the subscapular skinfold [166]. Another report using triceps skinfold obtained no significant differences between body sides [152]. A third article also found that for some skinfolds, significant difference was observed, but not for all skinfolds [122]. In children, two reports cited significant differences between some skinfolds, but not for all skinfolds [52,165].

In all cases, there was also no pattern in the predominance of measurement on one side, which may occur on both right and left sides. This was a relevant factor so that in one study, the authors proposed specific equations according to the body side [52]. It is also suggested that, due to these possible bilateral differences, the standardization of anthropometric measurements should define a measurement side [52,165]. The two main manuals for anthropometric measurements standardize the right side for measurements, regardless of dominant side [117,163] and only in cases of injuries on the right side, the measurement is advised to be performed in the left side of the body [163].

4.13. Measurement error

Establishing the acceptable level of error in repeated measures is an important way of determining reproducibility and ensuring quality control of the measures. Reports established different acceptable error patterns, being cited both in percentage values (5 or 20%) and in absolute values (1 or 2 mm). Absolute values represent a

differentiated rigor in relation to skinfold thickness. While for 10mm skinfold, the established error value of 1mm represents 10% variation, for 40mm skinfold, it represents acceptable margin of only 2.5%. In this sense, the relative determination of error in terms of percentage promotes acceptable error equalization, regardless of skinfold thickness. It should be noted that the reported margin of error of 20% mentioned in a report, which is accounted for by the difference between the highest and lowest of three measurements, appears to be very wide. An example could be skinfold whose results of three measurements were 10, 11 and 12 mm (difference of 20% between the highest and the smallest value), with final record with mean value of 11 mm. If the correct value was 10 mm, the final measurement, in relation to the correct value, represents a 10% difference. Considering that this value will be used in an equation in which skinfolds represent the only variables for predicting BF, this difference may represent an error of approximately 10% in the final result when applying the equation.

4.14. Number of measurements

The performance of repeated measurements for the same skinfold aims to avoid that measurement bias that can occur with a single measurement results in a very large effect on the final BF estimation. In addition, repeated measurements allow the calculation of the measurement error, obtaining information on the quality of the measurement in relation to precision. Katch and Katch [153] suggest that different skinfolds should be measured in succession, at least twice and preferably five times. Evidently, only a single measure should be discarded, as it may bring significant errors. Minimum of two measures seems to be reasonable and feasible within a dynamic laboratory research.

To insert the final skinfold value in the equation, some authors adopt the mean value of the three measurements [117] or those who use the median, which corresponds to the central value of the three measurements [163]. These are different approaches that can alter the final result. Thus, it is recommended to clearly indicate in the report methodology which procedure was adopted.

5 Limitations

As study strengths, a detailed and previously tested search strategy was used, sensitive enough to recover the largest number of studies with this design, with extensive research in eight databases, gray literature, manual search and searches the reference list of all reports included in the survey. This careful and detailed research allowed us to present the “state of the art” of this theme, enabling a broader understanding of what has already

been produced and knowledge limitations and gaps. We believe that our findings are the first to demonstrate a mapping of anthropometric equations to predict BF and critically analyze and discuss the statistical and anthropometric aspects of reports.

Considering the methodological aspects described for the development of models, in general, there was lack of important information in many reports, such as statistical analysis for model development and cross-validation, the type of adipometer and calibration prior to the study, training and the level of error of the evaluator and description of anthropometric measures, which is essential for assuring the quality of the anthropometric-based models. The lack of standardization and nomenclature of anthropometric measures is an important aspect that can cause confusion and error among researchers and professionals when applying measurement techniques. Although two references were cited more than 10 times each, dozens of other references were also cited, which indicates lack of global standardization of anthropometric techniques. Especially for reports that aim to propose anthropometric equations for predicting BF, detailing the procedures for obtaining the measurements is essential to ensure minimum risk of bias during the data collection process in order to make the equations more valid and accurate. However, the present scoping review included studies with different methodologies, which allowed us to gather studies from around the world and in different scenarios and, thus, identify areas to be improved in future research.

6. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

6.1 Conclusions

The systematic mapping of anthropometric equations to predict body fat or density in children and adolescents identified a total of 78 reports and 593 equations, carried out on all continents and in a total of 22 countries. The samples included a great diversity of characteristics of children and adolescents, more restricted and broader age groups and specific categories of sexual maturation, allowing professionals to choose the most suitable for their audience. Sample sizes have increased in recent years, closely related to the use of DXA as a reference method.

Important aspects for the development of equations, such as the cross-validation procedures and the related statistical analyses, were insufficiently reported; however, it should be underlined that these features were better addressed in reports published in the last decade, which demonstrates the current concern of the researchers in improving the quality of the developed models.

6.2. Implications of findings for future research

Other scoping reviews with similar structure, but with other age groups, such as preschoolers, adults and older adults would greatly contribute to a better understanding of the topic. Future studies should pay attention to the methodological aspects described in this review in order to avoid limitations that may cause result bias.

Studies proposing specific equations for different diseases or disabilities such as diabetes, thyroid diseases (hypo or hyperthyroidism), malnutrition, lupus, dwarfism and various physical disabilities should be carried out, as these are conditions that differently impact body composition standards. Also for athletes, especially in modalities whose body composition influences sports performance or are involved in weight sensitive sports, they also deserve attention in validating existing equations or proposing new equations.

Another area of study that needs development is the statistical analysis and limits of agreement for validation of the developed, requiring the proposition of cut-off points so that the results can be analyzed objectively, in order to ensure greater accuracy and validity of the equations.

6.3. Implications of findings for practice

For professional practice, this scoping review presents hundreds of equations for the most diverse sample characteristics, facilitating the identification of those most suitable for the population to be evaluated. The professional must choose an equation that has been developed using sample with characteristics similar to those that will be evaluated. Besides, statistical parameters of the developed equation and its performance when applied in the validation group should be considered, which reflects the level of error of the equation and, consequently, its quality. It is important to follow the standardization of the publication's anthropometric measures. This includes being familiar with and well trained in anthropometric techniques, within the possibilities, it must be used an adipometer model identical to that used in the development of the chosen equation and perform periodically the equipment calibration. Compliance with these recommendations improves the measurement quality and results will be more accurate.

REFERENCES

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in

- 128-9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* [Internet]. 2017;390:2627–42. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
2. Lobstein T, Hannah B. *Atlas of childhood obesity*. World Obesity Federation; 2019.
 3. Skinner AC, Ravanbakht SN, Skelton JA, Perrin EM, Armstrong SC. Prevalence of Obesity and Severe Obesity in US Children, 1999–2016. *Pediatrics* [Internet]. 2018;141:e20181916. Available from: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.2018-1916>
 4. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes* [Internet]. 2011;35:891–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2010.222>
 5. Sabo RT, Wang A, Deng Y, Sabo CS, Sun SS. Relationships between childhood growth parameters and adult blood pressure: the Fels Longitudinal Study. *J Dev Orig Health Dis* [Internet]. 2017;8:113–22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S2040174416000520>
 6. Hetherington-Rauth M, Bea JW, Lee VR, Blew RM, Funk J, Lohman TG, et al. Comparison of direct measures of adiposity with indirect measures for assessing cardiometabolic risk factors in preadolescent girls. *Nutr J* [Internet]. 2017;16:15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12937-017-0236-7>
 7. Steinberger J, Jacobs DR, Raatz S, Moran A, Hong C-P, Sinaiko AR. Comparison of body fatness measurements by BMI and skinfolds vs dual energy X-ray absorptiometry and their relation to cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes* [Internet]. 2005;29:1346–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0803026>
 8. Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL, Khoury P, Kimball TR. Association of Body Fat Distribution and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents. *Circulation* [Internet]. 1999;99:541–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1161/01.cir.99.4.541>
 9. Racette SB, Uhrich ML, White ML, Yu L, Clark BR. Sex differences in FITNESSGRAM® health risk based on aerobic capacity and body composition among urban public elementary school children. *Prev Med* [Internet]. 2017;103:56–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.07.032>
 10. Malina RM, Geithner CA. Body Composition of Young Athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine* [Internet]. 2011;5:262–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/1559827610392493>
 11. Wang ZM, Heshka S, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. Systematic organization of body-composition methodology: an overview with emphasis on component-based methods. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1995;61:457–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/61.3.457>
 12. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT, Marfell-Jones MJ. The skinfold: myth and reality. *J Sports Sci* [Internet]. 1987;5:3–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640418708729760>
 13. Abate N, Burns D, Peshock RM, Garg A, Grundy SM. Estimation of adipose tissue mass by magnetic resonance imaging: validation against dissection in human cadavers. *J Lipid Res* [Internet]. 1994;35:1490–6. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7989873>
 14. Ross WD, Kerr DA. Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva. *Revista de Actualización en Ciencias del Deporte*. 1993;1.
 15. Heymsfield SB, Nuñez C, Testolin C, Gallagher D. Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2000;54 Suppl 3:S26–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601022>
 16. Shen W, Wang Z, Punyanita M, Lei J, Sinav A, Kral JG, et al. Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obes Res* [Internet]. 2003;11:5–16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2003.3>
 17. Leal LLA, Barbosa GSL, Ferreira RLU, Avelino EB, Bezerra AN, Vale SH de L, et al. Cross-validation of prediction equations for estimating body composition in ballet dancers. *PLoS One* [Internet]. 2019;14:e0219045. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0219045>

18. Cauble JS, Dewi M, Hull HR. Validity of anthropometric equations to estimate infant fat mass at birth and in early infancy. *BMC Pediatr* [Internet]. 2017;17:88. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-017-0844-6>
19. Lozano-Berges G, Matute-Llorente Á, Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Accurate Prediction Equation to Assess Body Fat in Male and Female Adolescent Football Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2019;29:297–302. Available from: <http://dx.doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0099>
20. Lima LRA de, Martins PC, Junior CASA, Castro JAC de, Silva DAS, Petroski EL. Are traditional body fat equations and anthropometry valid to estimate body fat in children and adolescents living with HIV? *Braz J Infect Dis* [Internet]. 2017;21:448–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjid.2017.03.015>
21. González-Agüero A, Matute-Llorente Á, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. *Disabil Health J* [Internet]. 2017;10:100–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dhjo.2016.05.013>
22. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Hum Biol* [Internet]. 2012;39:156–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.3109/03014460.2012.660989>
23. Shen W, Punyanitya M, Silva AM, Chen J, Gallagher D, Sardinha LB, et al. Sexual dimorphism of adipose tissue distribution across the lifespan: a cross-sectional whole-body magnetic resonance imaging study. *Nutr Metab* [Internet]. 2009;6:17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1743-7075-6-17>
24. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M. Validity of body composition methods across ethnic population groups. *Forum Nutr* [Internet]. 2003;56:299–301. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15806909>
25. He Q, Horlick M, Thornton J, Wang J, Pierson RN Jr, Heshka S, et al. Sex and race differences in fat distribution among Asian, African-American, and Caucasian prepubertal children. *J Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2002;87:2164–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1210/jcem.87.5.8452>
26. Ellis KJ. Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiol Rev* [Internet]. 2000;80:649–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.2000.80.2.649>
27. Baumgartner RN, Roche AF, Guo S, Lohman T, Boileau RA, Slaughter MH. Adipose tissue distribution: the stability of principal components by sex, ethnicity and maturation stage. *Hum Biol* [Internet]. 1986;58:719–35. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3804294>
28. Weltman A, Katch VL. A non-specific method for predicting total body volume and percent fat. *Hum Biol* [Internet]. 1978;50:151–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/689644>
29. Machado D, Oikawa S, Barbanti V. The Multicomponent Anthropometric Model for Assessing Body Composition in a Male Pediatric Population: A Simultaneous Prediction of Fat Mass, Bone Mineral Content, and Lean Soft Tissue. *J Obes* [Internet]. 2013;2013:1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/428135>
30. Harsha DW, Frerichs RR, Berenson GS. Densitometry and anthropometry of black and white children. *Hum Biol* [Internet]. 1978;50:261–80. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/721084>
31. Silva AM, Fields DA, Sardinha LB. A PRISMA-driven systematic review of predictive equations for assessing fat and fat-free mass in healthy children and adolescents using multicomponent molecular models as the reference method. *J Obes* [Internet]. 2013;2013:148696. Available from: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/148696>
32. Peters M, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Trico A, Khalil H. Chapter 11: Scoping Reviews. In: Aromataris E, Munn Z, editors. *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual* [Internet]. The Joanna Briggs Institute; 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.46658/jbimes-20-12>
33. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med* [Internet]. 2018;169:467–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.7326/M18-0850>

34. World Health Organization. Global nutrition monitoring framework: operational guidance for tracking progress in meeting targets for 2025 [Internet]. World Health Organization; 2017. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241513609>
35. Almeida PHRF, Silva TBC, de Assis Acurcio F, Guerra Júnior AA, Araújo VE, Diniz LM, et al. Quality of Life of Patients with Type 1 Diabetes Mellitus Using Insulin Analog Glargine Compared with NPH Insulin: A Systematic Review and Policy Implications. *Patient* [Internet]. 2018;11:377–89. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40271-017-0291-3>
36. Silva TBC, Paulo H R, Araújo VE, de Assis Acurcio F, Guerra Júnior AA, Godman B, et al. Effectiveness and safety of insulin glargine versus detemir analysis in patients with type 1 diabetes: systematic review and meta-analysis. *Ther Adv Endocrinol Metab* [Internet]. 2018;9:241–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/2042018818781414>
37. da Silva WC, de Araujo VE, Lima EMEA, Dos Santos JBR, Silva MRR da, Almeida PHRF, et al. Comparative Effectiveness and Safety of Monoclonal Antibodies (Bevacizumab, Cetuximab, and Panitumumab) in Combination with Chemotherapy for Metastatic Colorectal Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioDrugs* [Internet]. 2018;32:585–606. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s40259-018-0322-1>
38. de Lemos LLP, Carvalho de Souza M, Pena Moreira D, Ribeiro Fernandes Almeida PH, Godman B, Verguet S, et al. Stage at diagnosis and stage-specific survival of breast cancer in Latin America and the Caribbean: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* [Internet]. 2019;14:e0224012. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0224012>
39. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews* [Internet]. 2016;5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
40. Field A. *Discovering Statistics Using SPSS* [Internet]. SAGE Publications; 2009. Available from: https://books.google.com/books/about/Discovering_Statistics_Using_SPSS.html?hl=&id=a6FLF1YOqtsC
41. Ferguson CJ. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice* [Internet]. 2009;40:532–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1037/14805-020>
42. Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign: Human Kinetics; 1992.
43. Fernandes BD, Almeida PHRF, Foppa AA, Sousa CT, Ayres LR, Chemello C. Pharmacist-led medication reconciliation at patient discharge: A scoping review. *Res Social Adm Pharm* [Internet]. 2020;16:605–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sapharm.2019.08.001>
44. Sousa M do CVB, Fernandes BD, Foppa AA, Almeida PHRF, Mendonça S de AM, Chemello C. Tools to prioritize outpatients for pharmaceutical service: A scoping review. *Res Social Adm Pharm* [Internet]. 2020; Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.02.010>
45. Parizkova J. Total body fat and skinfold thickness in children. *Metabolism* [Internet]. 1961;10:794–807. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14483890>
46. Seltzer CC, Goldman RF, Mayer J. The triceps skinfold as a predictive measure of body density and body fat in obese adolescent girls. *Pediatrics* [Internet]. 1965;36:212–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14320030>
47. Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr* [Internet]. 1967;21:681–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1079/bjn19670070>
48. Michael ED Jr, Katch FI. Prediction of body density from skin-fold and girth measurements of 17-year-old boys. *J Appl Physiol* [Internet]. 1968;25:747–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.1968.25.6.747>
49. Katch FI, Michael ED. Densitometric validation of six skinfold formulas to predict body density and percent body fat of 17-year-old boys. *Res Q* [Internet]. 1969;40:712–6. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5262101>
50. Forbes GB, Amirhakimi GH. Skinfold thickness and body fat in children. *Hum Biol* [Internet]. 1970;42:401–18. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5502315>

51. Brook CGD. Determination of Body Composition of Children from Skinfold Measurements. *Arch Dis Child* [Internet]. 1971;46:182–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.46.246.182>
52. Parizková J, Roth Z. The assessment of depot fat in children from skinfold thickness measurements by Holtain (Tanner-Whitehouse) caliper. *Hum Biol* [Internet]. 1972;44:613–20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4648085>
53. Katch FI, McArdle WD. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. *Hum Biol* [Internet]. 1973;45:445–55. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4750412>
54. Nagamine S, Yamakawa K, Isobe S, Ichinose Y, Kaga A. Body Composition and Body Density in Adolescent Boys and Girls [Internet]. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*. 1974. p. 198–204. Available from: <http://dx.doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.32.198>
55. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* [Internet]. 1974;32:77–97. Available from: <http://dx.doi.org/10.1079/bjn19740060>
56. Womersley J, Durnin JVG. A comparison of the skinfold method with extent of “overweight” and various weight-height relationships in the assessment of obesity. *Br J Nutr* [Internet]. 1977;38:271–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1079/bjn19770088>
57. Frerichs RR, Harsha DW, Berenson GS. Equations for estimating percentage of body fat in children 10–14 years old. *Pediatr Res* [Internet]. 1979;13:170–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1203/00006450-197903000-00007>
58. Dugdale AE, Griffiths M. Estimating fat body mass from anthropometric data. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1979;32:2400–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/32.12.2400>
59. Boileau RA, Wilmore JH, Lohman TG, Slaughter MH, Riner WF. Estimation of body density from skinfold thicknesses, body circumferences and skeletal widths in boys aged 8 to 11 years: comparison of two samples. *Hum Biol* [Internet]. 1981;53:575–92. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7327540>
60. Zavaleta AN, Malina RM. Growth and body composition of Mexican-American boys 9 through 14 years of age. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1982;57:261–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.1330570304>
61. Mukherjee D, Roche AF. The estimation of percent body fat, body density and total body fat by maximum R2 regression equations. *Hum Biol* [Internet]. 1984;56:79–109. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6745905>
62. Thorland WG, Johnson GO, Tharp GD, Housh TJ, Cisar CJ. Estimation of body density in adolescent athletes. *Hum Biol* [Internet]. 1984;56:439–48. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6489989>
63. Ogawa M. Human body density estimated by anthropometric factors. Part II. Study on schoolchildren. *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene)* [Internet]. 1985;40:841–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1265/jjh.40.841>
64. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* [Internet]. 1988;60:709–23. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3224965>
65. Johnston JL, Leong MS, Checkland EG, Zuberbuhler PC, Conger PR, Quinney HA. Body fat assessed from body density and estimated from skinfold thickness in normal children and children with cystic fibrosis. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1988;48:1362–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/48.6.1362>
66. Weststrate JA, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1989;50:1104–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/50.5.1104>

67. Garcia Llop LA, Sarria Chueca A, Morellon Bernad MP, Bueno Sanchez M. Body fat determination by densitometry and quantification by anthropometry in adolescents. *Rev Esp Pediatr.* 1990;46:155–60.
68. Watanabe K, Nakadomo F, Tanaka K, Miyake M, Maeda K. Assessment of Body Composition by the Skinfold Thickness Method in Junior High School Boys and Girls. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* [Internet]. 1993;42:164–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.7600/jspfsm1949.42.164>
69. Yao XJ, Chen Z, Zhang GY. [A study on body fat in children aged 7-12]. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi* [Internet]. 1994;28:213–5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7842881>
70. Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1996;63:299–305. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/63.3.299>
71. Ellis KJ. Body composition of a young, multiethnic, male population. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1997;66:1323–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/66.6.1323>
72. Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Body composition of a young, multiethnic female population. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1997;65:724–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/65.3.724>
73. Sarría A, García-Llop LA, Moreno LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M. Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 1998;52:573–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600606>
74. Chan YL, Leung SS, Lam WW, Peng XH, Metreweli C. Body fat estimation in children by magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance, skinfold and body mass index: a pilot study. *J Paediatr Child Health* [Internet]. 1998;34:22–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1440-1754.1998.00147.x>
75. Dezenberg CV, Nagy TR, Gower BA, Johnson R, Goran MI. Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *Int J Obes Relat Metab Disord* [Internet]. 1999;23:253–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0800802>
76. Housh TJ, Johnson GO, Housh DJ, Stout JR, Eckerson JM. Estimation of Body Density in Young Wrestlers. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2000;14:477–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1519/00124278-200011000-00017>
77. Lohman TG, Caballero B, Himes JH, Davis CE, Stewart D, Houtkooper L, et al. Estimation of body fat from anthropometry and bioelectrical impedance in Native American children. *Int J Obes Relat Metab Disord* [Internet]. 2000;24:982–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0801318>
78. Treuth MS, Butte NF, Wong WW, Ellis KJ. Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Obes Relat Metab Disord* [Internet]. 2001;25:1352–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0801731>
79. Bray GA, DeLany JP, Harsha DW, Volaufova J, Champagne CC. Evaluation of body fat in fatter and leaner 10-y-old African American and white children: the Baton Rouge Children's Study. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2001;73:687–702. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/73.4.687>
80. Louie L, Chow B, Kong Z. Validity of the triceps and calf skinfolds for chinese boys aged 6 to 12. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2001. p. S16. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200105001-00085>
81. Hui SC, Chan WS, Wong HSS, Wong GWK, Lau WC. Evaluation of skinfolds measurement in estimating body fat of chinese children. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2001. p. S244. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200105001-01369>
82. Kerruish KP, O'Connor J, Humphries IRJ, Kohn MR, Clarke SD, Briody JN, et al. Body composition in adolescents with anorexia nervosa. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2002;75:31–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/75.1.31>
83. Huang TT-K, Watkins MP, Goran MI. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. *Obes Res* [Internet]. 2003;11:1192–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2003.164>

84. Cameron N, Griffiths PL, Wright MM, Blencowe C, Davis NC, Pettifor JM, et al. Regression equations to estimate percentage body fat in African prepubertal children aged 9 y. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2004;80:70–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/80.1.70>
85. White M, Davies P, Murphy A. Validation of percent body fat indicators in pediatric oncology nutrition assessment. *J Pediatr Hematol Oncol* [Internet]. 2008;30:124–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/MPH.0b013e31815cc3eb>
86. Paineau D, Chiheb S, Banu I, Valensi P, Fontan J-E, Gaudelus J, et al. Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann Hum Biol* [Internet]. 2008;35:185–97. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/03014460801914874>
87. Wickramasinghe VP, Lamabadusuriya SP, Cleghorn GJ, Davies PSW. Assessment of body composition in Sri Lankan children: validation of a skin fold thickness equation. *Ceylon Med J* [Internet]. 2008;53:83–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.4038/cmj.v53i3.247>
88. Chan DFY, Li AM, So HK, Yin J, Nelson EAS. New skinfold-thickness equation for predicting percentage body fat in Chinese obese children. *Hong Kong J Paediatr*. 2009;14:96–102.
89. Kagawa M, Byrne NM, King NA, Pal S, Hills AP. Ethnic differences in body composition and anthropometric characteristics in Australian Caucasian and urban Indigenous children. *Br J Nutr* [Internet]. 2009;102:938–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/s0007114509311733>
90. Wu X-J, He H, Liu X-J, Xiong K-Y, Zhang Y-M. A Comparative Study on Method of Teenagers' Body Fat Percentage Reasoning Based on Skin Fold Fat Thickness Measurement. *J Beijing Univ Phys Educ*. 2009;32:46–9.
91. Kriemler S, Puder J, Zahner L, Roth R, Meyer U, Bedogni G. Estimation of percentage body fat in 6- to 13-year-old children by skinfold thickness, body mass index and waist circumference. *Br J Nutr* [Internet]. 2010;104:1565–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114510002357>
92. Yeung DC-S, Hui SS-C. Validity and reliability of skinfold measurement in assessing body fatness of Chinese children. *Asia Pac J Clin Nutr* [Internet]. 2010;19:350–7. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20805079>
93. Midorikawa T, Ohta M, Hikiyama Y, Torii S, Bembem MG, Sakamoto S. Predicting total fat mass from skinfold thicknesses in Japanese prepubertal children: a cross-sectional and longitudinal validation. *Asia Pac J Clin Nutr* [Internet]. 2011;20:426–31. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21859662>
94. Rieken R, van Goudoever JB, Schierbeek H, Willemsen SP, Calis EAC, Tibboel D, et al. Measuring body composition and energy expenditure in children with severe neurologic impairment and intellectual disability. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2011;94:759–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.110.003798>
95. Pallaro A, Vidueiros S, Morea G, Paganini A, Bardach A, Fernandez I, et al. Validation of body fat mass prediction models for Argentinian children using anthropometry. *Ann Nutr Metab*. 2011. p. 356–7.
96. Ramírez E, Valencia ME, Bourges H, Espinosa T, Moya-Camarena SY, Salazar G, et al. Body composition prediction equations based on deuterium oxide dilution method in Mexican children: a national study. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2012;66:1099–103. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2012.89>
97. Nasreddine L, Naja F, Hills AP, Youssef SK, Chahine J, Hwalla N. Validity of predictive equations developed to estimate body fat from anthropometry and bioelectrical impedance analysis in 8-10 year-old children. *Clin Nutr* [Internet]. 2012;31:364–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2011.11.008>
98. Flavel NA, Olds TS, Buckley JD, Haren MT, Petkov J. Anthropometric estimates of total and regional body fat in children aged 6-17 years. *Acta Paediatr* [Internet]. 2012;101:1253–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/apa.12024>
99. Stevens J, Cai J, Truesdale KP, Cuttler L, Robinson TN, Roberts AL. Percent body fat prediction equations for 8- to 17-year-old American children. *Pediatr Obes* [Internet]. 2014;9:260–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.2047-6310.2013.00175.x>

100. Neves EB, Krueger E, Rosário BR, Oliveira MCN, Pol S, Ripka WL. Fat Percentage Equation for Children with Cerebral Palsy: A Novel Approach. IFMBE Proceedings [Internet]. 2014. p. 121–4. Available from: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-00846-2_30
101. Santi-Maria T, Gómez-Campos R, Andruske CL, Gamero DH, Rocha CL, de Arruda M, et al. Percentage of Body Fat of Young Soccer Players: Comparison of Proposed Regression Frequencies between Goalkeepers and Soccer Camp Players. *J Exerc Physiol Online*. 2015;18:70–80.
102. Alicandro G, Battezzati A, Bianchi ML, Loi S, Speziali C, Bisogno A, et al. Estimating body composition from skinfold thicknesses and bioelectrical impedance analysis in cystic fibrosis patients. *J Cyst Fibros* [Internet]. 2015;14:784–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcf.2015.07.011>
103. Stevens J, Ou F-S, Cai J, Heymsfield SB, Truesdale KP. Prediction of percent body fat measurements in Americans 8 years and older. *Int J Obes* [Internet]. 2016;40:587–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2015.231>
104. Neves EB, Beraldo LM, de Pol S, Ana Cláudia Martins, Chiarello CR, Ulbricht L. Mathematical model for body fat percentage of children with cerebral palsy. *Res Biomed Eng* [Internet]. 2016;32:358–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/2446-4740.00216>
105. Ripka WL, Ulbricht L, Gewehr PM. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. *PLoS One* [Internet]. 2017;12:e0184854. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0184854>
106. Britz M, Aznarez A, Della Santa AP. Desarrollo y validación de ecuaciones para estimar composición corporal en niños de 4 a 6 años de Uruguay. *Rev Chil Nutr* [Internet]. 2017;44:63–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182017000100009>
107. Ortiz-Hernández L, Vega López AV, Ramos-Ibáñez N, Cázares Lara LJ, Medina Gómez RJ, Pérez-Salgado D. Equations based on anthropometry to predict body fat measured by absorptiometry in schoolchildren and adolescents. *J Pediatr* [Internet]. 2017;93:365–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2016.08.008>
108. Wendel D, Weber D, Leonard MB, Magge SN, Kelly A, Stallings VA, et al. Body composition estimation using skinfolds in children with and without health conditions affecting growth and body composition. *Ann Hum Biol* [Internet]. 2017;44:108–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.3109/03014460.2016.1168867>
109. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Sulla Torres J, Urra Albornoz C, Gómez Campos R. Development of equations and proposed reference values to estimate body fat mass among Chilean children and adolescents. *Arch Argent Pediatr* [Internet]. 2017;115:453–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.5546/aap.2017.eng.453>
110. Muniz YG, Cossio-Bolaños M, Gómez-Campos R, Gonçalves EM, Lázari E, Urra-Albornoz C, et al. Estimate of body fat percentage in male volleyball players: Assessment based on skinfolds. *J Exerc Physiol Online*. 2017;20:14–24.
111. Machado D, Silva A, Gobbo L, Elias P, de Paula FJA, Ramos N. Anthropometric multicompartamental model to predict body composition In Brazilian girls. *BMC Sports Sci Med Rehabil* [Internet]. 2017;9:23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13102-017-0088-7>
112. Gómez-Campos R, Urra-Albornoz C, Andruske CL, Almonacid-Fierro A, Pacheco-Carrillo J, Cossio-Bolaños M. Equations to predict body fat percentage in young Chilean soccer players. *J Exerc Physiol Online*. 2017;20:96–107.
113. Munguia-Izquierdo D, Suarez-Arrones L, Di Salvo V, Paredes-Hernandez V, Alcazar J, Ara I, et al. Validation of Field Methods to Assess Body Fat Percentage in Elite Youth Soccer Players. *Int J Sports Med* [Internet]. 2018;39:349–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0044-101145>
114. Hudda MT, Fewtrell MS, Haroun D, Lum S, Williams JE, Wells JCK, et al. Development and validation of a prediction model for fat mass in children and adolescents: meta-analysis using individual participant data. *BMJ* [Internet]. 2019;366:l4293. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.l4293>

115. Deurenberg P, Pieters JLL, Joseph G A. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *Br J Nutr* [Internet]. 1990;63:293–303. Available from: <http://dx.doi.org/10.1079/bjn19900116>
116. Chan Y, Li M, So K, Yin J, Nelson EAS. New Skinfold-thickness Equation for Predicting Percentage Body Fat in Chinese Obese Children. *HK J Paediatr* [Internet]. 2009 [cited 2020 Aug 24];14:96–102. Available from: <http://hkjpaed.org/details.asp?id=694&show=1234>
117. Lohman TJ, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Human Kinetics; 1988.
118. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder H. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Potchefstroom, South Africa: International Society for Advancement of Kinanthropometry; 2011.
119. Norton K, Olds T. *Anthropometrica*. Sydney: UNSW Press; 1996.
120. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, de Ridder H. *International Standards for Anthropometric Assessment*. Lower Hutt, New Zealand: International Society for Advancement of Kinanthropometry; 2001.
121. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter JEL. *International standards for anthropometric assessment*. Potchefstroom: South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2006.
122. Womersley J, Durnin JV. An experimental study on variability of measurements of skinfold thickness on young adults. *Hum Biol* [Internet]. 1973;45:281–92. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4714567>
123. Wells JCK. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* [Internet]. 2007;21:415–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.beem.2007.04.007>
124. Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull* [Internet]. 2006;27:S314–25. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/15648265060274S512>
125. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2002;34:689–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
126. Guo SS, Chumlea WC, Cockram DB. Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1996;64:428S – 435S. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/64.3.428s>
127. Pollock ML, Jackson AS. Research progress in validation of clinical methods of assessing body composition. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 1984;16:606–15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6392815>
128. Sopher AB, Thornton JC, Wang J, Pierson RN Jr, Heymsfield SB, Horlick M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. *Pediatrics* [Internet]. 2004;113:1285–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1542/peds.113.5.1285>
129. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol* [Internet]. 2016;85:1481–92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.04.004>
130. Kendler DL, Borges JLC, Fielding RA, Itabashi A, Krueger D, Mulligan K, et al. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. *J Clin Densitom* [Internet]. 2013;16:496–507. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2013.08.020>
131. Wang ZM, Pierson RN, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1992;56:19–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>
132. Heymsfield SB, Lichtman S, Baumgartner RN, Wang J, Kamen Y, Aliprantis A, et al. Body composition of humans: comparison of two improved four-compartment models that differ in expense, technical complexity,

and radiation exposure. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1990;52:52–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/52.1.52>

133. Heymsfield SB, Ebbeling CB, Zheng J, Pietrobelli A, Strauss BJ, Silva AM, et al. Multi-component molecular-level body composition reference methods: evolving concepts and future directions. *Obes Rev* [Internet]. 2015;16:282–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/obr.12261>

134. Lohman TG, Hingle M, Going SB. Body composition in children. *Pediatr Exerc Sci* [Internet]. 2013;25:573–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1123/pes.25.4.573>

135. Ng BK, Liu YE, Wang W, Kelly TL, Wilson KE, Schoeller DA, et al. Validation of rapid 4-component body composition assessment with the use of dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2018;108:708–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/nqy158>

136. Blue MNM, Hirsch KR, Trexler ET, Smith-Ryan AE. Validity of the 4-compartment model using dual energy X-ray absorptiometry-derived body volume in overweight individuals. *Appl Physiol Nutr Metab* [Internet]. 2018;43:742–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1139/apnm-2017-0804>

137. Smith-Ryan AE, Mock MG, Ryan ED, Gerstner GR, Trexler ET, Hirsch KR. Validity and reliability of a 4-compartment body composition model using dual energy x-ray absorptiometry-derived body volume. *Clin Nutr* [Internet]. 2017;36:825–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2016.05.006>

138. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, et al. Current Status of Body Composition Assessment in Sport [Internet]. *Sports Medicine*. 2012. p. 227–49. Available from: <http://dx.doi.org/10.2165/11597140-000000000-00000>

139. Nooyens ACJ, Koppes LLJ, Visscher TLS, Twisk JWR, Kemper HCG, Schuit AJ, et al. Adolescent skinfold thickness is a better predictor of high body fatness in adults than is body mass index: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2007;85:1533–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/85.6.1533>

140. Wohlfahrt-Veje C, Tinggaard J, Winther K, Mouritsen A, Hagen CP, Mieritz MG, et al. Body fat throughout childhood in 2647 healthy Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2014;68:664–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2013.282>

141. Ramírez-Vélez R, López-Cifuentes M, Correa-Bautista J, González-Ruiz K, González-Jiménez E, Córdoba-Rodríguez D, et al. Triceps and Subscapular Skinfold Thickness Percentiles and Cut-Offs for Overweight and Obesity in a Population-Based Sample of Schoolchildren and Adolescents in Bogota, Colombia [Internet]. *Nutrients*. 2016. p. 595. Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/nu8100595>

142. Tanner JM, Whitehouse RH. Standards for subcutaneous fat in British children. Percentiles for thickness of skinfolds over triceps and below scapula. *Br Med J* [Internet]. 1962;1:446–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.1.5276.446>

143. Tang HK, Bowe SJ, Trang H H, Dibley MJ. Triceps and subscapular skinfold thickness percentiles of a school-based sample of adolescents in Ho Chi Minh City, Vietnam [Internet]. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-020-0626-3>

144. Edwards DA, Hammond WH, Healy MJ, Tanner JM, Whitehouse RH. Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *Br J Nutr* [Internet]. 1955;9:133–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1079/bjn19550021>

145. Vasques ACJ, Rosado LEFP de L, Rosado GP, Ribeiro R de CL, Franceschini S do CC, Geloneze B, et al. Different measurements of the sagittal abdominal diameter and waist perimeter in the prediction of HOMA-IR. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2009;93:511–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2009005000001>

146. Harty PS, Sieglinger B, Heymsfield SB, Shepherd JA, Bruner D, Stratton MT, et al. Novel body fat estimation using machine learning and 3-dimensional optical imaging. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2020;74:842–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-020-0603-x>

147. Wang J, Thornton JC, Kolesnik S, Pierson RN Jr. Anthropometry in body composition. An overview. *Ann N Y Acad Sci* [Internet]. 2000;904:317–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06474.x>
148. Sloan AW, Shapiro M. A comparison of skinfold measurements with three standard calipers. *Hum Biol* [Internet]. 1972;44:29–36. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5024020>
149. Gruber JJ, Pollock ML, Graves JE, Colvin AB, Braith RW. Comparison of Harpenden and Lange Calipers in Predicting Body Composition. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 1990;61:184–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1990.10608673>
150. Schmidt PK, Carter JE. Static and dynamic differences among five types of skinfold calipers. *Hum Biol* [Internet]. 1990;62:369–88. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2373507>
151. Zillikens MC, Conway JM. Anthropometry in blacks: applicability of generalized skinfold equations and differences in fat patterning between blacks and whites. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1990;52:45–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/52.1.45>
152. Burgert SL, Anderson CF. A comparison of triceps skinfold values as measured by the plastic McGaw caliper and the Lange caliper. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1979;32:1531–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/32.7.1531>
153. Katch FI, Katch VL. Measurement and prediction errors in body composition assessment and the search for the perfect prediction equation. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 1980;51:249–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1980.10609286>
154. Carlyon R, Gore C, Woolford S, Bryant R. Calibrating harpenden skinfold caliper. In: Norton K, Olds T, editors. *Anthropometrica*. Sydney: UNSW Press; 1996.
155. Gore CJ, Woolford SM, Carlyon RG. Calibrating skinfold calipers. *J Sports Sci* [Internet]. 1995;13:355–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640419508732249>
156. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status. *Br J Nutr* [Internet]. 1999;82:165–77. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/s0007114599001348>
157. Burkinshaw L, Jones PR, Krupowicz DW. Observer error in skinfold thickness measurements. *Hum Biol* [Internet]. 1973;45:273–9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4714566>
158. Hume P, Marfell-Jones M. The importance of accurate site location for skinfold measurement. *J Sports Sci* [Internet]. 2008;26:1333–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640410802165707>
159. Ruiz L, Colley JR, Hamilton PJ. Measurement of triceps skinfold thickness. An investigation of sources of variation. *Br J Prev Soc Med* [Internet]. 1971;25:165–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/jech.25.3.165>
160. Oppliger RA, Clark RR, Kuta JM. Efficacy of skinfold training clinics: a comparison between clinic trained and experienced testers. *Res Q Exerc Sport* [Internet]. 1992;63:438–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02701367.1992.10608767>
161. Silva VS da, Vieira MFS. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Rev bras cineantropom desempenho hum* [Internet]. 2020;22. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70517>
162. Lohman TG. Skinfolts and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol* [Internet]. 1981;53:181–225. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7239496>
163. Esparza-Ros F, Vaquero-Cristóbal R, Marfell-Jones M. Protocolo internacional para la valoración antropométrica. Múrcia, Espanha: Sociedade Internacional para el Avance de la Cineantropometria; 2019.
164. Meyer NL, Sundgot-Borgen J, Lohman TG, Ackland TR, Stewart AD, Maughan RJ, et al. Body composition for health and performance: a survey of body composition assessment practice carried out by the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance under the auspices of the IOC Medical Commission. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47:1044–53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092561>

165. Moreno LA, Rodríguez G, Guillén J, Rabanaque MJ, León JF, Ariño A. Anthropometric measurements in both sides of the body in the assessment of nutritional status in prepubertal children. *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2002;56:1208–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601493>
166. Damon A. Notes on anthropometric technique: II. Skinfolds—right and left sides; held by one or two hands. *Am J Phys Anthropol* [Internet]. 1965;23:305–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.1330230319>

Electronic supplementary material

Equations based on anthropometric measurements for adipose tissue, body fat or body density prediction in children and adolescents – A scoping review.

Sports Medicine

*Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Leonardo M. T. Rezende, Paulo H. R. F. Almeida, Analiza M. Silva, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, Fernanda K. Santos, João C. B. Marins

*Matheus Santos Cerqueira: mscerqueira.if@gmail.com

Department of Physical Education. Federal University of Viçosa, Avenue PH Rolfs, s/n University Campus, Viçosa - Minas Gerais, ZIP code: 36570-000

Tables

Table S1. Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) Checklist.

SECTION	IT EM	PRISMA-ScR CHECKLIST ITEM	REPORTED ON PAGE #
TITLE			
Title	1	Identify the report as a scoping review.	1
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary that includes (as applicable): background, objectives, eligibility criteria, sources of evidence, charting methods, results, and conclusions that relate to the review questions and objectives.	3
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known. Explain why the review questions/objectives lend themselves to a scoping review approach.	4-6
Objectives	4	Provide an explicit statement of the questions and objectives being addressed with reference to their key elements (e.g., population or participants, concepts, and context) or other relevant key elements used to conceptualize the review questions and/or objectives.	6
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate whether a review protocol exists; state if and where it can be accessed (e.g., a Web address); and if available, provide registration information, including the registration number.	7
Eligibility criteria	6	Specify characteristics of the sources of evidence used as eligibility criteria (e.g., years considered, language, and publication status), and provide a rationale.	7-8
Information sources*	7	Describe all information sources in the search (e.g., databases with dates of coverage and contact with authors to identify additional sources), as well as the date the most recent search was executed.	8
Search	8	Present the full electronic search strategy for at least 1 database, including any limits used, such that it could be repeated.	Supplement 2
Selection of sources of evidence†	9	State the process for selecting sources of evidence (i.e., screening and eligibility) included in the scoping review.	9

SECTION	IT EM	PRISMA-ScR CHECKLIST ITEM	REPORTED ON PAGE #
Data charting process‡	10	Describe the methods of charting data from the included sources of evidence (e.g., calibrated forms or forms that have been tested by the team before their use, and whether data charting was done independently or in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	9
Data items	11	List and define all variables for which data were sought and any assumptions and simplifications made.	
Critical appraisal of individual sources of evidence§	12	If done, provide a rationale for conducting a critical appraisal of included sources of evidence; describe the methods used and how this information was used in any data synthesis (if appropriate).	-
Synthesis of results	13	Describe the methods of handling and summarizing the data that were charted.	9-10
RESULTS			
Selection of sources of evidence	14	Give numbers of sources of evidence screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally using a flow diagram.	10-11
Characteristics of sources of evidence	15	For each source of evidence, present characteristics for which data were charted and provide the citations.	Supplement 4 and 5
Critical appraisal within sources of evidence	16	If done, present data on critical appraisal of included sources of evidence (see item 12).	-
Results of individual sources of evidence	17	For each included source of evidence, present the relevant data that were charted that relate to the review questions and objectives.	10-13
Synthesis of results	18	Summarize and/or present the charting results as they relate to the review questions and objectives.	12
DISCUSSION			
Summary of evidence	19	Summarize the main results (including an overview of concepts, themes, and types of evidence available), link to the review questions and objectives, and consider the relevance to key groups.	19-31
Limitations	20	Discuss the limitations of the scoping review process.	-
Conclusions	21	Provide a general interpretation of the results with respect to the review questions and objectives, as well as potential implications and/or next steps.	32-33
FUNDING			
Funding	22	Describe sources of funding for the included sources of evidence, as well as sources of funding for the scoping review. Describe the role of the funders of the scoping review.	Title page

JBIG = Joanna Briggs Institute; PRISMA-ScR = Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews.

* Where *sources of evidence* (see second footnote) are compiled from, such as bibliographic databases, social media platforms, and Web sites.

† A more inclusive/heterogeneous term used to account for the different types of evidence or data sources (e.g., quantitative and/or qualitative research, expert opinion, and policy documents) that may be eligible in a scoping review as opposed to only studies. This is not to be confused with *information sources* (see first footnote).

‡ The frameworks by Arksey and O'Malley (6) and Levac and colleagues (7) and the JBI guidance (4, 5) refer to the process of data extraction in a scoping review as data charting.

§ The process of systematically examining research evidence to assess its validity, results, and relevance before using it to inform a decision. This term is used for items 12 and 19 instead of "risk of bias" (which is more applicable to systematic reviews of interventions) to include and acknowledge the various sources of evidence that may be used in a scoping review (e.g., quantitative and/or qualitative research, expert opinion, and policy document).

From: Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169:467–473. Doi: 10.7326/M18-0850.

Table S2. Search strategy in all databases.

Search Date = 12/2019

EMBASE; Recovered Studies: 362

#1 ('child'/exp OR 'child' OR 'children' OR 'adolescent'/exp OR 'adolescent' OR 'teenager')

#2 ('anthropometry'/exp OR 'anthropometric index' OR 'anthropometrics' OR 'anthropometry' OR 'antropometry' OR 'body measurement' OR 'skinfold thickness'/exp OR 'skin fold measurement' OR 'skin fold thickness' OR 'skin thickness' OR 'skinfold measurement' OR 'skinfold thickness')

#3 ('body composition'/exp OR 'body composition' OR 'composition, body' OR 'body composition analyzer'/exp OR 'bod pod' OR 'bodystat 1500' OR 'imp sfb7' OR 'inbody 720' OR 'mc-180ma' OR 'pea pod' OR 'body composition analyzer' OR 'body composition monitor'/exp OR 'adipose tissue'/exp OR 'adipose tissue' OR 'fat tissue' OR 'fatty tissue' OR 'tissue, fat' OR 'fat pad'/exp OR 'adipose body' OR 'corpora adiposa' OR 'corpus adiposum' OR 'fat body' OR 'fat pad' OR 'obesity'/exp OR 'adipose tissue hyperplasia' OR 'adipositas' OR 'adiposity' OR 'alimentary obesity' OR 'body weight, excess' OR 'corpulency' OR 'fat overload syndrome' OR 'nutritional obesity' OR 'obesitas' OR 'obesity' OR 'overweight')

#4 ('photon absorptiometry'/exp OR 'absorptiometry, photon' OR 'photon absorptiometry' OR 'nuclear magnetic resonance imaging'/exp OR 'expert plus' OR 'expert plus 1t' OR 'mri' OR 'nmr imaging' OR 'imaging, magnetization transfer' OR 'magnetic resonance imaging' OR 'magnetic resonance tomography' OR 'magnetization transfer imaging' OR 'mr imaging' OR 'nuclear magnetic resonance imaging' OR 'functional magnetic resonance imaging'/exp OR 'r-fmri' OR 'fmri' OR 'functional mri' OR 'functional magnetic resonance imaging' OR 'magnetic resonance imaging, functional' OR 'resting state functional magnetic resonance imaging' OR 'rsfmri' OR 'nuclear magnetic resonance scanner'/exp OR '1.0t magnetom harmony' OR '3 t magnetom trio scanner' OR '3 t signa vh/i' OR '3.0t signa vh/i' OR 'acs nt 1.5-t' OR 'acs-nt 1.5t gyroscan' OR 'airis ii' OR 'achieva' OR 'achieva 1.5 t' OR 'achieva 1.5 scanner' OR 'achieva 1.5t' OR 'achieva 1.5t a series' OR 'achieva 1.5t a-series' OR 'achieva 1.5t xr' OR 'achieva 3.0t' OR 'achieva 3.0t quasar dual' OR 'achieva 3.0t tx' OR 'achieva 3.0t x-series' OR 'achieva 3t' OR 'achieva 7.0 t' OR 'achieva 7.0t' OR 'achieva nova 1.5t dual' OR 'achieva nova dual' OR 'achieva quasar' OR 'achieva quasar dual' OR 'achieva x-series' OR 'artoscan' OR 'biospec 70/16us' OR 'brivo mr355' OR 'brivo mr355 1.5t' OR 'diamond select' OR 'diamond select achieva 1.5t' OR 'discovery mr450' OR 'discovery mr450 1.5t' OR 'discovery mr750' OR 'discovery mr750w' OR 'discovery mr750w 3.0t' OR 'discovery mr750w gem' OR 'excelart vantage' OR 'echelon (nuclear magnetic resonance scanner)' OR 'echelon 1.5t' OR 'echelon oval' OR 'echelon vega' OR 'echospeed excite' OR 'echospeed plus' OR 'echospeed plus 1.5t' OR 'eclipse (nuclear magnetic resonance scanner)' OR 'excite hdx' OR 'excite ii' OR 'excite ii 1.5t' OR 'g-scan' OR 'genesis signa' OR 'gyroscan' OR 'gyroscan acs-nt' OR 'gyroscan acs-nt 15' OR 'gyroscan intera' OR 'gyroscan intera 1.5 t' OR 'gyroscan intera 1.5 t master' OR 'gyroscan intera master' OR 'gyroscan intera master 1.5t' OR 'gyroscan nt 15' OR 'gyroscan nt intera' OR 'gyroscan t15-nt' OR 'hdx (device)' OR 'infinion 1.5 tesla' OR 'ingenia (device)' OR 'ingenia 1.5t' OR 'ingenia 3.0t' OR 'intera (device)' OR 'intera 1.5t master' OR 'intera achieva' OR 'intera cv' OR 'intera master 1.5' OR 'mr scanner' OR 'mri scanner' OR 'magnetom 63 sp' OR 'magnetom 63 sp 1.5t' OR 'magnetom 63sp' OR 'magnetom 7 t' OR 'magnetom aera' OR 'magnetom allegra' OR 'magnetom allegra 3.0t' OR 'magnetom amira' OR 'magnetom avanto' OR 'magnetom essenza' OR 'magnetom espree' OR 'magnetom harmony' OR 'magnetom harmony 1.0t' OR 'magnetom impact' OR 'magnetom impact expert' OR 'magnetom impact expert 1.0t' OR 'magnetom impact expert 1t' OR 'magnetom open viva' OR 'magnetom prisma' OR 'magnetom sp' OR 'magnetom sp 4000' OR 'magnetom sp 63' OR 'magnetom sp 63-4000' OR 'magnetom sp4000' OR 'magnetom sp4000 1.5 t' OR 'magnetom sp63' OR 'magnetom sp63-4000' OR 'magnetom sempra' OR 'magnetom skyra' OR 'magnetom skyra 3t' OR 'magnetom sonata' OR 'magnetom spectra' OR 'magnetom symphony' OR 'magnetom symphony ultra' OR 'magnetom symphony-quantum 4ch' OR 'magnetom trio' OR 'magnetom trio 3.0t' OR 'magnetom trio tim' OR 'magnetom verio' OR 'magnetom vida' OR 'magnetom vision' OR 'magnetom vision plus' OR 'magnetom vision plus 1.5 t' OR 'medspec 3t' OR 'oni msk extreme' OR 'optima mr430s' OR 'oasis (nuclear magnetic resonance scanner)' OR 'optima mr360' OR 'optima mr360 1.5t' OR 'optima mr450w' OR 'optima mr450w 1.5t' OR 'optima mr450w gem' OR 'outlook proview' OR 'panorama (device)' OR 'proview (device)' OR 'signa explorer' OR 'siemens 3t trio scanner' OR 'siemens harmony' OR 'signa' OR 'signa 3.0 vh/i' OR 'signa advantage' OR 'signa advantage sp' OR 'signa architect' OR 'signa artist' OR 'signa cv/i' OR 'signa creator' OR 'signa echospeed horizon' OR 'signa excite' OR 'signa excite 1.5t' OR 'signa excite 3.0t' OR 'signa excite hd' OR 'signa explorer lift' OR 'signa hdx' OR 'signa hdx 1.5t' OR 'signa hdx 3.0t' OR 'signa hdx t' OR 'signa hdx t 1.5 tesla' OR 'signa hdx t 1.5t' OR 'signa hdx t 3.0t' OR 'signa horizon' OR 'signa horizon 1.0t lx' OR 'signa horizon lx' OR 'signa horizon lx 1.5 tesla' OR 'signa infinity 1.5t' OR 'signa lx' OR 'signa lift' OR 'signa pioneer' OR 'signa premier' OR 'signa sp' OR 'signa sp 0.5t' OR 'signa system scanner' OR 'signa twinspeed' OR 'signa vh/i' OR 'signa voyager' OR 'signahdx t' OR 'tim trio 3.0 tesla' OR 'vantage titan 3t' OR 'visart' OR 'visart 1.5 tesla' OR 'visart 1.5t' OR 'vision (nuclear magnetic resonance scanner)' OR 'magnetic resonance imaging unit' OR 'magnetic resonance scanner' OR 'nuclear

magnetic resonance scanner' OR 'nuclear magnetic resonance imaging agent'/exp OR 'magnetic resonance contrast agent' OR 'magnetic resonance contrast medium' OR 'magnetic resonance imaging contrast agent' OR 'nmr imaging agent' OR 'nuclear magnetic resonance imaging agent' OR 'interventional magnetic resonance imaging'/exp OR 'imri' OR 'interventional mri' OR 'interventional magnetic resonance imaging' OR 'intra-operative mri' OR 'intra-operative magnetic resonance imaging' OR 'intraoperative mri' OR 'intraoperative magnetic resonance imaging' OR 'magnetic resonance imaging, interventional' OR 'magnetic resonance imaging-ultrasound fusion-guided prostate biopsy device'/exp OR 'biojet' OR 'urostation' OR 'magnetic resonance imaging-ultrasound fusion-guided prostate biopsy device' OR 'magnetic resonance imaging ultrasound fusion guided prostate biopsy'/exp OR 'magnetic resonance imaging guided focused ultrasound'/exp OR 'neutron activation analysis'/exp OR 'analysis, neutron activation' OR 'naa' OR 'neutron activating analysis' OR 'neutron activation' OR 'neutron activation analysis')

#5 #1 and #2 and #3 and #4

MEDLINE (PubMed); Recovered Studies: 2,920

(((((("Child"[Mesh]) OR ((Child[Text Word] OR Children[Text Word] OR Scholar[Text Word] OR Schoolchildren[Text Word]))) OR "Adolescent"[Mesh]) OR ((Adolescent[Text Word] OR Adolescents[Text Word] OR Adolescence[Text Word] OR Teens[Text Word] OR Teen[Text Word] OR Teenagers[Text Word] OR Teenager[Text Word] OR Youth[Text Word] OR Youths[Text Word] OR Adolescents, Female[Text Word] OR Adolescent, Female[Text Word] OR Female Adolescent[Text Word] OR Female Adolescents[Text Word] OR Adolescents, Male[Text Word] OR Adolescent, Male[Text Word] OR Male Adolescent[Text Word] OR Male Adolescents[Text Word]))) AND (((("Anthropometry"[Mesh]) OR ((Anthropometry[Text Word] OR Circumference[Text Word] OR Perimeter[Text Word] OR Girth[Text Word] OR Breadth[Text Word]))) OR "Skinfold Thickness"[Mesh]) OR ((Skinfold Thickness[Text Word] OR Skinfold Thicknesses[Text Word] OR Thickness, Skinfold[Text Word] OR Thicknesses, Skinfold[Text Word] OR Skinfold[Text Word]))) AND (((("Body Composition"[Mesh]) OR ((Body Composition[Text Word] OR Body Compositions[Text Word] OR Composition, Body[Text Word] OR Compositions, Body[Text Word] OR Body Density[Text Word]))) OR "Adipose Tissue"[Mesh]) OR ((Adipose Tissue[Text Word] OR Tissue, Adipose[Text Word] OR Fatty Tissue[Text Word] OR Tissue, Fatty[Text Word] OR Fat Pad[Text Word] OR Fat Pads[Text Word] OR Pad, Fat[Text Word] OR Pads, Fat[Text Word] OR Body Fat[Text Word]))) OR "Fat Body"[Mesh]) OR ((Fat Body[Text Word] OR Bodies, Fat[Text Word] OR Body, Fat[Text Word] OR Fat Bodies[Text Word]))) AND (((((((("Absorptiometry, Photon"[Mesh]) OR ((Absorptiometry, Photon[Text Word] OR Photon Absorptiometry[Text Word] OR Densitometry, X-Ray[Text Word] OR Densitometry, X Ray[Text Word] OR X-Ray Densitometry[Text Word] OR Photodensitometry, X-Ray[Text Word] OR Photodensitometry, X Ray[Text Word] OR X-Ray Photodensitometry[Text Word] OR X Ray Photodensitometry[Text Word] OR Densitometry, Xray[Text Word] OR Xray Densitometry[Text Word] OR Single-Photon Absorptiometry[Text Word] OR Absorptiometry, Single-Photon[Text Word] OR Single Photon Absorptiometry[Text Word] OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan[Text Word] OR Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan[Text Word] OR DXA Scan[Text Word] OR DXA Scans[Text Word] OR Scan, DXA[Text Word] OR Scans, DXA[Text Word] OR DEXA Scan[Text Word] OR DEXA Scans[Text Word] OR Scan, DEXA[Text Word] OR Scans, DEXA[Text Word] OR Dual-Photon Absorptiometry[Text Word] OR Absorptiometry, Dual-Photon[Text Word] OR Dual Photon Absorptiometry[Text Word] OR Radiographic Absorptiometry, Dual-Energy[Text Word] OR Radiographic Absorptiometry, Dual Energy[Text Word] OR Absorptiometry, Dual-Energy Radiographic[Text Word] OR Absorptiometry, Dual Energy Radiographic[Text Word] OR Dual-Energy Radiographic Absorptiometry[Text Word] OR Dual Energy Radiographic Absorptiometry[Text Word] OR Absorptiometry, X-Ray[Text Word] OR Absorptiometry, X Ray[Text Word] OR X-Ray Absorptiometry[Text Word] OR X Ray Absorptiometry[Text Word] OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry[Text Word] OR Dual Energy X Ray Absorptiometry[Text Word] OR X-Ray Absorptiometry, Dual-Energy[Text Word] OR X Ray Absorptiometry, Dual Energy[Text Word] OR DPX Absorptiometry[Text Word] OR Absorptimetries, DPX[Text Word] OR Absorptiometry, DPX[Text Word] OR Absorptiometry, Dual X-Ray[Text Word] OR Absorptiometry, Dual X Ray[Text Word] OR X-Ray Absorptiometry, Dual[Text Word] OR Absorptiometry, Dual-Energy X-Ray[Text Word] OR Absorptiometry, Dual Energy X Ray[Text Word] OR Dual X-Ray Absorptiometry[Text Word] OR Dual X Ray Absorptiometry[Text Word]))) OR "Magnetic Resonance Imaging"[Mesh]) OR ((Magnetic Resonance Imaging[Text Word] OR Imaging, Magnetic Resonance[Text Word] OR NMR Imaging[Text Word] OR Imaging, NMR[Text Word] OR Tomography, NMR[Text Word] OR Tomography, MR[Text Word] OR MR Tomography[Text Word] OR NMR Tomography[Text Word] OR Steady-State Free Precession MRI[Text Word] OR Steady State Free Precession MRI[Text Word] OR Zeugmatography[Text Word] OR Imaging, Chemical Shift[Text Word] OR Chemical Shift Imagings[Text Word] OR Imagings, Chemical Shift[Text Word] OR Shift Imaging, Chemical[Text Word] OR Shift Imagings, Chemical[Text Word] OR Chemical Shift Imaging[Text Word] OR

Tomography, Proton Spin[Text Word] OR Proton Spin Tomography[Text Word] OR Magnetization Transfer Contrast Imaging[Text Word] OR MRI Scans[Text Word] OR MRI Scan[Text Word] OR Scan, MRI[Text Word] OR Scans, MRI[Text Word] OR fMRI[Text Word] OR MRI, Functional[Text Word] OR Functional MRI[Text Word] OR Functional MRIs[Text Word] OR MRIs, Functional[Text Word] OR Functional Magnetic Resonance Imaging[Text Word] OR Magnetic Resonance Imaging, Functional[Text Word] OR Spin Echo Imaging[Text Word] OR Echo Imaging, Spin[Text Word] OR Echo Imagings, Spin[Text Word] OR Imaging, Spin Echo[Text Word] OR Imagings, Spin Echo[Text Word] OR Spin Echo Imagings[Text Word])) OR "Potassium-40" [Supplementary Concept]) OR ((Potassium-40[Text Word] OR Total Body Potassium Counting[Text Word] OR Potassium-40[Text Word] OR 40K Measurement[Text Word] OR 40K counting[Text Word])) OR "Neutron Activation Analysis"[Mesh]) OR ((Neutron Activation Analysis[Text Word] OR Activation Analysis, Neutron[Text Word] OR Activation Analyses, Neutron[Text Word] OR Analyses, Neutron Activation[Text Word] OR Neutron Activation Analyses[Text Word] OR Analysis, Neutron Activation[Text Word])) OR ((Deuterium Dilution[Text Word] OR isotope Dilution[Text Word] OR Underwater Weighing[Text Word] OR Hydrostatic Weighing[Text Word] OR Cadaver Dissection[Text Word] OR Analysis of Cadavers[Text Word] OR Cadaver Analysis[Text Word] OR Plethysmography[Text Word] OR Bod Pod[Text Word] OR Densitometry[Text Word] OR Four-component[Text Word] OR 4-Component[Text Word] OR Multicomponent[Text Word] OR Multicompartment[Text Word] OR 4-Compartment[Text Word] OR Four-compartment[Text Word] OR Tomograph[Text Word] OR Tomographies[Text Word]))

Cochrane Library; Recovered Studies: 436

- #1 MeSH descriptor: [Child] explode all trees
 - #2 (Children) (Word variations have been searched)
 - #3 (Child) (Word variations have been searched)
 - #4 MeSH descriptor: [Adolescent] explode all trees
 - #5 (adolescent) (Word variations have been searched)
 - #6 ("teen") (Word variations have been searched)
 - #7 (teens) (Word variations have been searched)
 - #8 ("teenager") (Word variations have been searched)
 - #9 (teenagers) (Word variations have been searched)
 - #10 ("female adolescent") (Word variations have been searched)
 - #11 ("female adolescents") (Word variations have been searched)
 - #12 ("Adolescents, Female") (Word variations have been searched)
 - #13 ("Adolescent, Female") (Word variations have been searched)
 - #14 (Adolescents) (Word variations have been searched)
 - #15 ("Adolescents, Male") (Word variations have been searched)
 - #16 ("Adolescent, Male") (Word variations have been searched)
 - #17 ("Male Adolescent") (Word variations have been searched)
 - #18 ("Male Adolescents") (Word variations have been searched)
 - #19 ("adolescence") (Word variations have been searched)
 - #20 (Youths) (Word variations have been searched)
 - #21 (Youth) (Word variations have been searched)
 - #22 (Scholar) (Word variations have been searched)
 - #23 (Schoolchildren) (Word variations have been searched)
 - #24 {OR #1-#23}
 - #25 MeSH descriptor: [Anthropometry] explode all trees
 - #26 ("anthropometry") (Word variations have been searched)
 - #27 ("circumference") (Word variations have been searched)
 - #28 (Perimeter) (Word variations have been searched)
 - #29 (Girth) (Word variations have been searched)
 - #30 (Breadth) (Word variations have been searched)
 - #31 MeSH descriptor: [Skinfold Thickness] explode all trees
 - #32 ("skinfold thickness") (Word variations have been searched)
 - #33 ("skinfold thicknesses") (Word variations have been searched)
 - #34 ("Thickness, Skinfold") (Word variations have been searched)
 - #35 ("Thicknesses, Skinfold") (Word variations have been searched)
 - #36 ("skinfold") (Word variations have been searched)
 - #37 {OR #25-#36}
 - #38 MeSH descriptor: [Body Composition] explode all trees
 - #39 ("body composition") (Word variations have been searched)
-

-
- #40 ("Body Compositions") (Word variations have been searched)
 - #41 ("Composition, Body") (Word variations have been searched)
 - #42 ("Compositions, Body") (Word variations have been searched)
 - #43 ("Body Density") (Word variations have been searched)
 - #44 MeSH descriptor: [Adipose Tissue] explode all trees
 - #45 ("Adipose Tissue") (Word variations have been searched)
 - #46 ("Tissue, Adipose") (Word variations have been searched)
 - #47 ("fatty tissue") (Word variations have been searched)
 - #48 ("Tissue, Fatty") (Word variations have been searched)
 - #49 ("fat pad") (Word variations have been searched)
 - #50 ("Fat Pads") (Word variations have been searched)
 - #51 ("Pad, Fat") (Word variations have been searched)
 - #52 ("Pads, Fat") (Word variations have been searched)
 - #53 ("body fat") (Word variations have been searched)
 - #54 MeSH descriptor: [Fat Body] explode all trees
 - #55 ("Fat Body") (Word variations have been searched)
 - #56 ("Bodies, Fat") (Word variations have been searched)
 - #57 ("Body, Fat") (Word variations have been searched)
 - #58 ("Fat Bodies") (Word variations have been searched)
 - #59 {OR #38-#58}
 - #60 MeSH descriptor: [Absorptiometry, Photon] explode all trees
 - #61 ("Absorptiometry, Photon") (Word variations have been searched)
 - #62 ("photon absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #63 ("Densitometry, X-Ray") (Word variations have been searched)
 - #64 ("Densitometry, X Ray") (Word variations have been searched)
 - #65 ("x-ray densitometry") (Word variations have been searched)
 - #66 ("Photodensitometry, X-Ray") (Word variations have been searched)
 - #67 ("Photodensitometry, X Ray") (Word variations have been searched)
 - #68 ("X-Ray Photodensitometry") (Word variations have been searched)
 - #69 ("X Ray Photodensitometry") (Word variations have been searched)
 - #70 ("Densitometry, Xray") (Word variations have been searched)
 - #71 ("Xray Densitometry") (Word variations have been searched)
 - #72 ("single photon absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #73 ("Absorptiometry, Single-Photon") (Word variations have been searched)
 - #74 ("single photon absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #75 ("dual-energy X-ray absorptiometry scan") (Word variations have been searched)
 - #76 ("Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan") (Word variations have been searched)
 - #77 ("DXA scan") (Word variations have been searched)
 - #78 ("DXA scans") (Word variations have been searched)
 - #79 ("Scan, DXA") (Word variations have been searched)
 - #80 ("Scans, DXA") (Word variations have been searched)
 - #81 ("DEXA scan") (Word variations have been searched)
 - #82 ("DEXA Scans") (Word variations have been searched)
 - #83 ("Scan, DEXA") (Word variations have been searched)
 - #84 ("Scans, DEXA") (Word variations have been searched)
 - #85 ("dual-photon absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #86 ("Absorptiometry, Dual-Photon") (Word variations have been searched)
 - #87 ("dual photon absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #88 ("Radiographic Absorptiometry, Dual-Energy") (Word variations have been searched)
 - #89 ("Radiographic Absorptiometry, Dual Energy") (Word variations have been searched)
 - #90 ("Absorptiometry, Dual-Energy Radiographic") (Word variations have been searched)
 - #91 ("Absorptiometry, Dual Energy Radiographic") (Word variations have been searched)
 - #92 ("Dual-Energy Radiographic Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #93 ("Dual Energy Radiographic Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #94 ("Absorptiometry, X-Ray") (Word variations have been searched)
 - #95 ("Absorptiometry, X Ray") (Word variations have been searched)
 - #96 ("X-Ray Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #97 ("X Ray Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #98 ("Dual-Energy X-Ray Absorptiometry") (Word variations have been searched)
-

-
- #99 ("Dual Energy X Ray Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #100 ("X-Ray Absorptiometry, Dual-Energy") (Word variations have been searched)
 - #101 ("X Ray Absorptiometry, Dual Energy") (Word variations have been searched)
 - #102 ("DPX Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #103 ("Absorptiometries, DPX") (Word variations have been searched)
 - #104 ("Absorptiometry, DPX") (Word variations have been searched)
 - #105 ("Absorptiometry, Dual X-Ray") (Word variations have been searched)
 - #106 ("Absorptiometry, Dual X Ray") (Word variations have been searched)
 - #107 ("X-Ray Absorptiometry, Dual") (Word variations have been searched)
 - #108 ("Absorptiometry, Dual-Energy X-Ray") (Word variations have been searched)
 - #109 ("Absorptiometry, Dual Energy X Ray") (Word variations have been searched)
 - #110 ("Dual X-Ray Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #111 ("Dual X Ray Absorptiometry") (Word variations have been searched)
 - #112 ("tomograph") (Word variations have been searched)
 - #113 ("tomographies") (Word variations have been searched)
 - #114 MeSH descriptor: [Magnetic Resonance Imaging] explode all trees
 - #115 ("magnetic resonance imaging") (Word variations have been searched)
 - #116 ("Imaging, Magnetic Resonance") (Word variations have been searched)
 - #117 ("NMR imaging") (Word variations have been searched)
 - #118 ("Imaging, NMR") (Word variations have been searched)
 - #119 ("Tomography, NMR") (Word variations have been searched)
 - #120 ("Tomography, MR") (Word variations have been searched)
 - #121 ("MR tomography") (Word variations have been searched)
 - #122 ("NMR tomography") (Word variations have been searched)
 - #123 ("Steady-State Free Precession MRI") (Word variations have been searched)
 - #124 ("Steady State Free Precession MRI") (Word variations have been searched)
 - #125 ("zeugmatography") (Word variations have been searched)
 - #126 ("Imaging, Chemical Shift") (Word variations have been searched)
 - #127 ("Chemical Shift Imagings") (Word variations have been searched)
 - #128 ("Imagings, Chemical Shift") (Word variations have been searched)
 - #129 ("Shift Imaging, Chemical") (Word variations have been searched)
 - #130 ("Shift Imagings, Chemical") (Word variations have been searched)
 - #131 ("Chemical Shift Imaging") (Word variations have been searched)
 - #132 ("Tomography, Proton Spin") (Word variations have been searched)
 - #133 ("proton spin tomography") (Word variations have been searched)
 - #134 ("Magnetization Transfer Contrast Imaging") (Word variations have been searched)
 - #135 ("MRI Scans") (Word variations have been searched)
 - #136 ("MRI scan") (Word variations have been searched)
 - #137 ("Scan, MRI") (Word variations have been searched)
 - #138 ("Scans, MRI") (Word variations have been searched)
 - #139 (fMRI) (Word variations have been searched)
 - #140 ("MRI, Functional") (Word variations have been searched)
 - #141 ("Functional MRI") (Word variations have been searched)
 - #142 ("Functional MRIs") (Word variations have been searched)
 - #143 ("MRIs, Functional") (Word variations have been searched)
 - #144 ("functional magnetic resonance imaging") (Word variations have been searched)
 - #145 ("Magnetic Resonance Imaging, Functional") (Word variations have been searched)
 - #146 ("Spin Echo Imaging") (Word variations have been searched)
 - #147 ("Echo Imaging, Spin") (Word variations have been searched)
 - #148 ("Echo Imagings, Spin") (Word variations have been searched)
 - #149 (Imaging, Spin Echo) (Word variations have been searched)
 - #150 ("Imagings, Spin Echo") (Word variations have been searched)
 - #151 ("Spin Echo Imagings") (Word variations have been searched)
 - #152 ("Deuterium Dilution") (Word variations have been searched)
 - #153 ("isotope Dilution") (Word variations have been searched)
 - #154 ("Underwater Weighing") (Word variations have been searched)
 - #155 ("Hydrostatic Weighing") (Word variations have been searched)
 - #156 ("Cadaver Dissection") (Word variations have been searched)
 - #157 ("Analysis of Cadavers") (Word variations have been searched)
-

-
- #158 ("Cadaver Analysis") (Word variations have been searched)
 - #159 (Plethysmography) (Word variations have been searched)
 - #160 ("Bod Pod") (Word variations have been searched)
 - #161 (Densitometry) (Word variations have been searched)
 - #162 ("Four-component") (Word variations have been searched)
 - #163 ("multicomponent") (Word variations have been searched)
 - #164 ("multicompartment") (Word variations have been searched)
 - #165 ("4-compartment") (Word variations have been searched)
 - #166 ("Four-compartment") (Word variations have been searched)
 - #167 ("Potassium-40") (Word variations have been searched)
 - #168 ("Total Body Potassium Counting") (Word variations have been searched)
 - #169 ("40K counting") (Word variations have been searched)
 - #170 MeSH descriptor: [Neutron Activation Analysis] explode all trees
 - #171 ("neutron activation analysis") (Word variations have been searched)
 - #172 ("Activation Analysis, Neutron") (Word variations have been searched)
 - #173 ("Activation Analyses, Neutron") (Word variations have been searched)
 - #174 ("Analyses, Neutron Activation") (Word variations have been searched)
 - #175 ("neutron activation analyses") (Word variations have been searched)
 - #176 ("Analysis, Neutron Activation") (Word variations have been searched)
 - #177 {OR #60-#176}
 - #178 #24 AND #37 AND #59 AND #177
-

SPORTDiscus; Recovered Studies: 230

- S1 (Adolescent OR Adolescents OR Adolescence OR Teens OR Teen OR Teenagers OR Teenager OR Youth OR Youths OR Adolescents, Female OR Adolescent, Female OR Female Adolescent OR Female Adolescents OR Adolescents, Male OR Adolescent, Male OR Male Adolescent OR Male Adolescents) OR (Child OR Children OR Scholar OR Schoolchildren)
 - S2 (Anthropometry OR Circumference OR Perimeter OR Girth OR Breadth) OR (Skinfold Thickness OR Skinfold Thicknesses OR Thickness, Skinfold OR Thicknesses, Skinfold OR Skinfold OR skin fold)
 - S3 (Body Composition OR Body Compositions OR Composition, Body OR Compositions, Body OR Body Density) OR (Adipose Tissue OR Tissue, Adipose OR Fatty Tissue OR Tissue, Fatty OR Fat Pad OR Fat Pads OR Pad, Fat OR Pads, Fat OR Body Fat) OR (Fat Body OR Bodies, Fat OR Body, Fat OR Fat Bodies)
 - S4 (Absorptiometry, Photon OR Photon Absorptiometry OR Densitometry, X-Ray OR Densitometry, X Ray OR X-Ray Densitometry OR Photodensitometry, X-Ray OR Photodensitometry, X Ray OR X-Ray Photodensitometry OR X Ray Photodensitometry OR Densitometry, Xray OR Xray Densitometry OR Single-Photon Absorptiometry OR Absorptiometry, Single-Photon OR Single Photon Absorptiometry OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan OR Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan OR DXA Scan OR DXA Scans OR Scan, DXA OR Scans, DXA OR DEXA Scan OR DEXA Scans OR Scan, DEXA OR Scans, DEXA OR Dual-Photon Absorptiometry OR Absorptiometry, Dual-Photon OR Dual Photon Absorptiometry OR Radiographic Absorptiometry, Dual-Energy OR Radiographic Absorptiometry, Dual Energy OR Absorptiometry, Dual-Energy Radiographic OR Absorptiometry, Dual Energy Radiographic OR Dual-Energy Radiographic Absorptiometry OR Dual Energy Radiographic Absorptiometry OR Absorptiometry, X-Ray OR Absorptiometry, X Ray OR X-Ray Absorptiometry OR X Ray Absorptiometry OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry OR Dual Energy X Ray Absorptiometry OR X-Ray Absorptiometry, Dual-Energy OR X Ray Absorptiometry, Dual Energy OR DPX Absorptiometry OR Absorptiometries, DPX OR Absorptiometry, DPX OR Absorptiometry, Dual X-Ray OR Absorptiometry, Dual X Ray OR X-Ray Absorptiometry, Dual OR Absorptiometry, Dual-Energy X-Ray OR Absorptiometry, Dual Energy X Ray OR Dual X-Ray Absorptiometry OR Dual X Ray Absorptiometry) OR (Magnetic Resonance Imaging OR Imaging, Magnetic Resonance OR NMR Imaging OR Imaging, NMR OR Tomography, NMR OR Tomography, MR OR MR Tomography OR NMR Tomography OR Steady-State Free Precession MRI OR Steady State Free Precession MRI OR Zeugmatography OR Imaging, Chemical Shift OR Chemical Shift Imagings OR Imagings, Chemical Shift OR Shift Imaging, Chemical OR Shift Imagings, Chemical OR Chemical Shift Imaging OR Tomography, Proton Spin OR Proton Spin Tomography OR Magnetization Transfer Contrast Imaging OR MRI Scans OR MRI Scan OR Scan, MRI OR Scans, MRI OR fMRI OR MRI, Functional OR Functional MRI OR Functional MRIs OR MRIs, Functional OR Functional Magnetic Resonance Imaging OR Magnetic Resonance Imaging, Functional OR Spin Echo Imaging OR Echo Imaging, Spin OR Echo Imagings, Spin OR Imaging, Spin Echo OR Imagings, Spin Echo OR Spin Echo Imagings) OR (Deuterium Dilution OR isotope Dilution OR Underwater Weighing OR Hydrostatic Weighing OR Cadaver Dissection OR Analysis of Cadavers OR Cadaver Analysis OR Plethysmography OR Bod Pod OR Densitometry OR Four-component OR 4-Component OR Multicomponent
-

OR Multicompartment OR 4-Compartment OR Four-compartment OR Tomograph OR Tomographies) OR (Potassium-40 OR Total Body Potassium Counting OR Potassium-40 OR 40K Measurement OR 40K counting) OR (Neutron Activation Analysis OR Activation Analysis, Neutron OR Activation Analyses, Neutron OR Analyses, Neutron Activation OR Neutron Activation Analyses OR Analysis, Neutron Activation)
 S5 (S1 AND S2 AND S3 AND S4)

CINAHL; Recovered Studies: 602

S1 (Adolescent OR Adolescents OR Adolescence OR Teens OR Teen OR Teenagers OR Teenager OR Youth OR Youths OR Adolescents, Female OR Adolescent, Female OR Female Adolescent OR Female Adolescents OR Adolescents, Male OR Adolescent, Male OR Male Adolescent OR Male Adolescents) OR (Child OR Children OR Scholar OR Schoolchildren)

S2 (Anthropometry OR Circumference OR Perimeter OR Girth OR Breadth) OR (Skinfold Thickness OR Skinfold Thicknesses OR Thickness, Skinfold OR Thicknesses, Skinfold OR Skinfold OR skin fold)

S3 (Body Composition OR Body Compositions OR Composition, Body OR Compositions, Body OR Body Density) OR (Adipose Tissue OR Tissue, Adipose OR Fatty Tissue OR Tissue, Fatty OR Fat Pad OR Fat Pads OR Pad, Fat OR Pads, Fat OR Body Fat) OR (Fat Body OR Bodies, Fat OR Body, Fat OR Fat Bodies)

S4 (Absorptiometry, Photon OR Photon Absorptiometry OR Densitometry, X-Ray OR Densitometry, X Ray OR X-Ray Densitometry OR Photodensitometry, X-Ray OR Photodensitometry, X Ray OR X-Ray Photodensitometry OR X Ray Photodensitometry OR Densitometry, Xray OR Xray Densitometry OR Single-Photon Absorptiometry OR Absorptiometry, Single-Photon OR Single Photon Absorptiometry OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan OR Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan OR DXA Scan OR DXA Scans OR Scan, DXA OR Scans, DXA OR DEXA Scan OR DEXA Scans OR Scan, DEXA OR Scans, DEXA OR Dual-Photon Absorptiometry OR Absorptiometry, Dual-Photon OR Dual Photon Absorptiometry OR Radiographic Absorptiometry, Dual-Energy OR Radiographic Absorptiometry, Dual Energy OR Absorptiometry, Dual-Energy Radiographic OR Absorptiometry, Dual Energy Radiographic OR Dual-Energy Radiographic Absorptiometry OR Dual Energy Radiographic Absorptiometry OR Absorptiometry, X-Ray OR Absorptiometry, X Ray OR X-Ray Absorptiometry OR X Ray Absorptiometry OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry OR Dual Energy X Ray Absorptiometry OR X-Ray Absorptiometry, Dual-Energy OR X Ray Absorptiometry, Dual Energy OR DPX Absorptiometry OR Absorptiometries, DPX OR Absorptiometry, DPX OR Absorptiometry, Dual X-Ray OR Absorptiometry, Dual X Ray OR X-Ray Absorptiometry, Dual OR Absorptiometry, Dual-Energy X-Ray OR Absorptiometry, Dual Energy X Ray OR Dual X-Ray Absorptiometry OR Dual X Ray Absorptiometry) OR (Magnetic Resonance Imaging OR Imaging, Magnetic Resonance OR NMR Imaging OR Imaging, NMR OR Tomography, NMR OR Tomography, MR OR MR Tomography OR NMR Tomography OR Steady-State Free Precession MRI OR Steady State Free Precession MRI OR Zeugmatography OR Imaging, Chemical Shift OR Chemical Shift Imagings OR Imagings, Chemical Shift OR Shift Imaging, Chemical OR Shift Imagings, Chemical OR Chemical Shift Imaging OR Tomography, Proton Spin OR Proton Spin Tomography OR Magnetization Transfer Contrast Imaging OR MRI Scans OR MRI Scan OR Scan, MRI OR Scans, MRI OR fMRI OR MRI, Functional OR Functional MRI OR Functional MRIs OR MRIs, Functional OR Functional Magnetic Resonance Imaging OR Magnetic Resonance Imaging, Functional OR Spin Echo Imaging OR Echo Imaging, Spin OR Echo Imagings, Spin OR Imaging, Spin Echo OR Imagings, Spin Echo OR Spin Echo Imagings) OR (Deuterium Dilution OR isotope Dilution OR Underwater Weighing OR Hydrostatic Weighing OR Cadaver Dissection OR Analysis of Cadavers OR Cadaver Analysis OR Plethysmography OR Bod Pod OR Densitometry OR Four-component OR 4-Component OR Multicomponent OR Multicompartment OR 4-Compartment OR Four-compartment OR Tomograph OR Tomographies) OR (Potassium-40 OR Total Body Potassium Counting OR Potassium-40 OR 40K Measurement OR 40K counting) OR (Neutron Activation Analysis OR Activation Analysis, Neutron OR Activation Analyses, Neutron OR Analyses, Neutron Activation OR Neutron Activation Analyses OR Analysis, Neutron Activation)
 S5 (S1 AND S2 AND S3 AND S4)

Web of Science; Recovered Studies: 1,405

1 ALL FIELDS: (Child OR Children OR Scholar OR Schoolchildren) OR ALL FIELDS: (Adolescent OR Adolescence OR Teen OR Teenager OR Youth)

2 ALL FIELDS: (Anthropometry OR Circumference OR Perimeter OR Girth OR Breadth) OR ALL FIELDS: (Skinfold OR skin fold)

3 ALL FIELDS: (Body Composition OR Body Density) OR ALL FIELDS: (Adipose Tissue OR Fatty Tissue OR Fat Pad OR Body Fat) OR ALL FIELDS: (Fat Body)

4 ALL FIELDS: (Photon Absorptiometry OR X Ray Photodensitometry OR Xray Densitometry OR Single Photon Absorptiometry OR DXA OR DEXA OR Dual Photon Absorptiometry OR Dual Energy Radiographic

Absorptiometry OR X Ray Absorptiometry OR DPX Absorptiometry) OR ALL FIELDS: (Magnetic Resonance Imaging OR Tomography OR Zeugmatography OR Chemical Shift Imaging OR MRI Scan OR fMRI OR Functional MRI) OR ALL FIELDS: (Deuterium Dilution OR isotope Dilution OR Underwater Weighing OR Hydrostatic Weighing OR Cadaver Dissection OR Cadaver Analysis OR Plethysmography OR Bod Pod OR Densitometry OR Four-component OR Multicomponent OR Multicompartment OR Four-compartment OR Tomograph) OR ALL FIELDS: (Potassium-40 OR Total Body Potassium Counting OR 40K Measurement) OR ALL FIELDS: (Neutron Activation Analyses)

5 #4 AND #3 AND #2 AND #1

Scopus; Recovered Studies: 13,863

#1 ALL (child OR children OR scholar OR schoolchildren OR adolescent OR adolescence OR teen OR teenager OR youth)

#2 ALL (anthropometry OR circumference OR perimeter OR girth OR breadth OR skinfold OR "skin fold")

#3 ALL ("Body Composition" OR "Body Density" OR "Adipose Tissue" OR "Fatty Tissue" OR "Fat Pad" OR "Body Fat" OR "Fat Body")

#4 (ALL ("Photon Absorptiometry" OR "X Ray Photodensitometry" OR "Xray Densitometry" OR "Single Photon Absorptiometry" OR dxa OR dexta OR "Dual Photon Absorptiometry" OR "Dual Energy Radiographic Absorptiometry" OR "X Ray Absorptiometry" OR "DPX Absorptiometry") OR ALL ("Magnetic Resonance Imaging" OR tomography OR tomograph OR zeugmatography OR "Chemical Shift Imaging" OR "MRI Scan" OR fmri OR "Functional MRI") OR ALL ("Deuterium Dilution" OR "isotope Dilution" OR "Underwater Weighing" OR "Hydrostatic Weighing" OR "Cadaver Dissection" OR "Cadaver Analysis" OR plethysmography OR "Bod Pod" OR densitometry OR four-component OR multicomponent OR multicompartment OR four-compartment) OR ALL (potassium-40 OR "Total Body Potassium Counting" OR "40K Measurement" OR "Neutron Activation Analyses"))

#5 #1 AND #2 AND #3 AND #4

LILACS; Recovered Studies: 84

(tw:((tw:((tw:(niño)) OR (tw:(niños)) OR (tw:(Adolescente)) OR (tw:(Adolescencia)) OR (tw:(Adolescentes)) OR (tw:(Joven)) OR (tw:(Juventud)) OR (tw:(Jóvenes)))) AND (tw:((tw:(Antropometría)) OR (tw:(Circunferencia)) OR (tw:(Perímetro)) OR (tw:(Diámetro)) OR (tw:(("Grosor de los Pliegues Cutáneos")) OR (tw:(("Grosor de Pliegues Cutáneos")) OR (tw:(("Pliegues Cutáneos"))))) AND (tw:((tw:(("Composición Corporal")) OR (tw:(("Densidad corporal")) OR (tw:(("Tejido Adiposo")) OR (tw:(("Tejido graso")) OR (tw:(("Cuerpo Adiposo"))))) AND (tw:((tw:(Absorciometría de Fótón)) OR (tw:(Absorciometría de Fotones)) OR (tw:(Absorciometría de Fotón Dual)) OR (tw:(Absorciometría de Fotón Simple)) OR (tw:(Absorciometría de Rayos X)) OR (tw:(Absorciometría por Rayos X)) OR (tw:(Fotodensitometría de Rayos X)) OR (tw:(Imagen por Resonancia Magnética)) OR (tw:(Barridos MRI)) OR (tw:(IRM Funcional)) OR (tw:(IRMf)) OR (tw:(Imagen Eco del Espín)) OR (tw:(Imagen de Contraste por Transferencia de Magnetización)) OR (tw:(Imagen por Carga Química)) OR (tw:(Imagen por Eco de Espín)) OR (tw:(Imagen por RMN)) OR (tw:(Imagen por Resonancia Magnética Funcional)) OR (tw:(MRI de Precesión Libre en Estado Estacionario)) OR (tw:(Rastros MRI)) OR (tw:(Secuencias de Precesión Libre en Estado Estacionario en RM)) OR (tw:(Tomografía del Spin del Protón)) OR (tw:(Tomografía por RM)) OR (tw:(Tomografía por RMN)) OR (tw:(Dilución de deuterio)) OR (tw:(Dilución de isótopos)) OR (tw:(Pesaje hidrostático)) OR (tw:(dissección de cadáveres)) OR (tw:(Pletismografía)) OR (tw:(BOD POD)) OR (tw:(Multicomponente)) OR (tw:(Multicompartmento)) OR (tw:(Tomografía)) OR (tw:(Potasio corporal total)) OR (tw:(Análisis de Activación de Neutrones)))))) OR (tw:((tw:((tw:(criança)) OR (tw:(Crianças)) OR (tw:(adolescente)) OR (tw:(Adolescentes)) OR (tw:(Adolescência)) OR (tw:(Jovem)) OR (tw:(Jovens)) OR (tw:(Juventude)))) AND (tw:((tw:(Antropometria)) OR (tw:(Déficit Antropométrico)) OR (tw:(Circunferência)) OR (tw:(Perímetro)) OR (tw:(Diâmetro)) OR (tw:(Pregas cutâneas)) OR (tw:(Dobras Cutâneas)))) AND (tw:((tw:(Composição Corporal)) OR (tw:(Densidade corporal)) OR (tw:(Tecido Adiposo)) OR (tw:(Tecido gorduroso)) OR (tw:(Corpo Adiposo)))) AND (tw:((tw:(Absorciometria de Feixe Único de Energia)) OR (tw:(DXA)) OR (tw:(DEXA)) OR (tw:(Absorciometria de Fótón Duplo)) OR (tw:(Absorciometria de Fótón Único)) OR (tw:(Absorciometria de Fótons)) OR (tw:(Absorciometria de Raios X)) OR (tw:(Absorciometria por Raios X)) OR (tw:(Fotodensitometria de Raios X)) OR (tw:(Fotodensitometria por Raios X)) OR (tw:(Fóton-Absorciometria)) OR (tw:(Imagem por Ressonância Magnética)) OR (tw:(IRM Funcional)) OR (tw:(IRMf)) OR (tw:(Imageamento de Ressonância Magnética)) OR (tw:(Imagem Contrastada por Transferência de Magnetização)) OR (tw:(Imagem de Ressonância Magnética)) OR (tw:(Imagem de Spin-Eco)) OR (tw:(Imagem por Chemical Shift)) OR (tw:(Imagem por RMN)) OR (tw:(Imagem por Ressonância Magnética Funcional)) OR (tw:(Ressonância Magnética com Sequências em Equilíbrio Estável)) OR (tw:(Tomografia do Spin do

Próton)) OR (tw:(Tomografia por RM)) OR (tw:(Tomografia por RMN)) OR (tw:(Varreduras por IRM)) OR (tw:(Diluição de deutério)) OR (tw:(Diluição de Isótopos)) OR (tw:(Pesagem hidrostática)) OR (tw:(Dissecação de Cadáveres)) OR (tw:(Pletismografia)) OR (tw:(BOD POD)) OR (tw:(Multicomponente)) OR (tw:(Multicompartimento)) OR (tw:(Tomografia)) OR (tw:(Potássio corporal total)) OR (tw:(Análise de Ativação de Nêutrons)))))) OR (tw:(tw:(tw:(child)) OR (tw:(Children)) OR (tw:(Adolescent)) OR (tw:(Adolescence)) OR (tw:(Adolescent, Female)) OR (tw:(Adolescent, Male)) OR (tw:(Adolescents)) OR (tw:(Adolescents, Female)) OR (tw:(Adolescents, Male)) OR (tw:(Female Adolescent)) OR (tw:(Female Adolescents)) OR (tw:(Male Adolescent)) OR (tw:(Male Adolescents)) OR (tw:(Teen)) OR (tw:(Teenager)) OR (tw:(Teenagers)) OR (tw:(Teens)) OR (tw:(Youth)) OR (tw:(Youths)))) AND (tw:(tw:(Anthropometry)) OR (tw:(Circumference)) OR (tw:(Perimeter)) OR (tw:(Girth)) OR (tw:(Breadth)) OR (tw:(Skinfold Thickness)) OR (tw:(Skinfold Thicknesses)) OR (tw:(Thickness, Skinfold)) OR (tw:(Thicknesses, Skinfold)))) AND (tw:(tw:(Body Composition)) OR (tw:(Body Compositions)) OR (tw:(Composition, Body)) OR (tw:(Compositions, Body)) OR (tw:(Body density)) OR (tw:(Adipose Tissue)) OR (tw:(Body Fat)) OR (tw:(Fat Pad)) OR (tw:(Fat Pads)) OR (tw:(Fatty Tissue)) OR (tw:(Pad, Fat)) OR (tw:(Pads, Fat)) OR (tw:(Tissue, Adipose)) OR (tw:(Tissue, Fatty)) OR (tw:(Fat Body)) OR (tw:(Bodies, Fat)) OR (tw:(Body, Fat)) OR (tw:(Fat Bodies)))) AND (tw:(tw:(Absorptiometry, Photon)) OR (tw:(Absorptiometries, DPX)) OR (tw:(Absorptiometry, DPX)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual Energy Radiographic)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual Energy X Ray)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual X Ray)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual X-Ray)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual-Energy Radiographic)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual-Energy X-Ray)) OR (tw:(Absorptiometry, Dual-Photon)) OR (tw:(Absorptiometry, Single-Photon)) OR (tw:(Absorptiometry, X Ray)) OR (tw:(Absorptiometry, X-Ray)) OR (tw:(DEXA Scan)) OR (tw:(DEXA Scans)) OR (tw:(DPX Absorptiometry)) OR (tw:(DXA Scan)) OR (tw:(DXA Scans)) OR (tw:(Densitometry, X Ray)) OR (tw:(Densitometry, X-Ray)) OR (tw:(Densitometry, Xray)) OR (tw:(Dual Energy Radiographic Absorptiometry)) OR (tw:(Dual Energy X Ray Absorptiometry)) OR (tw:(Dual Energy X Ray Absorptiometry Scan)) OR (tw:(Dual Photon Absorptiometry)) OR (tw:(Dual X Ray Absorptiometry)) OR (tw:(Dual X-Ray Absorptiometry)) OR (tw:(Dual-Energy Radiographic Absorptiometry)) OR (tw:(Dual-Energy X-Ray Absorptiometry)) OR (tw:(Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scan)) OR (tw:(Dual-Photon Absorptiometry)) OR (tw:(Photodensitometry, X Ray)) OR (tw:(Photodensitometry, X-Ray)) OR (tw:(Photon Absorptiometry)) OR (tw:(Radiographic Absorptiometry, Dual Energy)) OR (tw:(Radiographic Absorptiometry, Dual-Energy)) OR (tw:(Scan, DEXA)) OR (tw:(Scan, DXA)) OR (tw:(Scans, DEXA)) OR (tw:(Scans, DXA)) OR (tw:(Single Photon Absorptiometry)) OR (tw:(Single-Photon Absorptiometry)) OR (tw:(X Ray Absorptiometry)) OR (tw:(X Ray Absorptiometry, Dual Energy)) OR (tw:(X Ray Photodensitometry)) OR (tw:(X-Ray Absorptiometry)) OR (tw:(X-Ray Absorptiometry, Dual)) OR (tw:(X-Ray Absorptiometry, Dual-Energy)) OR (tw:(X-Ray Densitometry)) OR (tw:(X-Ray Photodensitometry)) OR (tw:(Xray Densitometry)) OR (tw:(Magnetic Resonance Imaging)) OR (tw:(Chemical Shift Imaging)) OR (tw:(Chemical Shift Imagings)) OR (tw:(Echo Imaging, Spin)) OR (tw:(Echo Imagings, Spin)) OR (tw:(Functional MRI)) OR (tw:(Functional MRIs)) OR (tw:(Functional Magnetic Resonance Imaging)) OR (tw:(Imaging, Chemical Shift)) OR (tw:(Imaging, Magnetic Resonance)) OR (tw:(Imaging, NMR)) OR (tw:(Imaging, Spin Echo)) OR (tw:(Imagings, Chemical Shift)) OR (tw:(Imagings, Spin Echo)) OR (tw:(MR Tomography)) OR (tw:(MRI Scan)) OR (tw:(MRI Scans)) OR (tw:(MRI, Functional)) OR (tw:(MRIs, Functional)) OR (tw:(Magnetic Resonance Imaging, Functional)) OR (tw:(Magnetization Transfer Contrast Imaging)) OR (tw:(NMR Imaging)) OR (tw:(NMR Tomography)) OR (tw:(Proton Spin Tomography)) OR (tw:(Scan, MRI)) OR (tw:(Scans, MRI)) OR (tw:(Shift Imaging, Chemical)) OR (tw:(Shift Imagings, Chemical)) OR (tw:(Spin Echo Imaging)) OR (tw:(Spin Echo Imagings)) OR (tw:(Steady State Free Precession MRI)) OR (tw:(Steady-State Free Precession MRI)) OR (tw:(Tomography, MR)) OR (tw:(Tomography, NMR)) OR (tw:(Tomography, Proton Spin)) OR (tw:(Zeugmatography)) OR (tw:(fMRI)) OR (tw:(Deuterium Dilution)) OR (tw:(isotope Dilution)) OR (tw:(Underwater Weighing)) OR (tw:(Hydrostatic Weighing)) OR (tw:(Cadaver Dissection)) OR (tw:(Analysis of Cadavers)) OR (tw:(Cadaver Analysis)) OR (tw:(Plethysmography)) OR (tw:(Plethysmographies)) OR (tw:(Bod Pod)) OR (tw:(Densitometry)) OR (tw:(Four-component)) OR (tw:(4-Component)) OR (tw:(Multicomponent)) OR (tw:(Multicompartimento)) OR (tw:(4-Compartment)) OR (tw:(Four-compartment)) OR (tw:(Tomography)) OR (tw:(Tomographies)) OR (tw:(Potassium-40)) OR (tw:(Total Body Potassium Counting)) OR (tw:(Potassium-40)) OR (tw:(40K Measurement)) OR (tw:(40K counting)) OR (tw:(Neutron Activation Analysis)) OR (tw:(Activation Analyses, Neutron)) OR (tw:(Activation Analysis, Neutron)) OR (tw:(Analyses, Neutron Activation)) OR (tw:(Analysis, Neutron Activation)) OR (tw:(Neutron Activation Analyses))))))

Total studies: 19,902

Table S3. List of studies excluded in phase 3.

AUTHORS	YEAR	TITLE	REASONS
Sinning	1974	Body composition assessment of college wrestlers.	Wrong Intervention
Satwanti et al.	1980	Fat distribution in lean and obese young Indian women: a densitometric and anthropometric evaluation.	Wrong Population
Johnston et al.	1982	The relationship of body fat weight, determined densitometrically, to relative weight and triceps skinfold in American youths, 12-17 years of age	Wrong Intervention
Tanaka and Nakadomo	1986	Prediction of Percent Body Fat in Obese Women	Wrong Population
Withers et al.	1987	The relative body fat and anthropometric prediction of body density of South Australian females aged 17-35 years	Wrong Population
Wong et al.	1989	Body composition of lactating women determined by anthropometry and deuterium dilution.	Wrong Population
Garcia Llop et al.	1990	Determination of body fat by means of densitometry and anthropometry in children 6 to 10 years of age.	Wrong Study Design
Hughes et al.	1991	Anthropometric estimations of body composition in wrestlers across a season.	Wrong Intervention
Becque et al.	1992	Fat patterning of adolescents: Allometry of fatfolds	Wrong Intervention
Hortobágyi et al.	1992	Comparison of four methods to assess body composition in black and white athletes.	Wrong Intervention
Conlisk et al.	1992	Predicting body composition from anthropometry and bioimpedance in marginally undernourished adolescents and young adults.	Wrong Intervention
Sutcliffe et al.	1993	New and simple equations to estimate the energy and fat contents and energy density of humans in sickness and health.	Wrong Population
Peters et al.	1994	Estimation of body-fat and body-fat distribution in 11-year-old children using magnetic-resonance-imaging and hydrostatic weighing, skinfolds, and anthropometry	Wrong Intervention
Sarria et al.	1994	New methods for measuring adipose tissue distribution in children.	Wrong Study Design
Miyagi et al.	1994	Equations for predicting body density in male and female athletes	Wrong Population
Stout et al.	1995	Validity of skinfold equations for estimating body density in youth wrestlers	Wrong Intervention
Camelio et al.	1995	Estimating Body Fatness from Bioelectrical Impedance Analysis and Skinfolds in Children	Wrong Intervention
Gutin et al.	1996	Body-composition measurement in 9-11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis.	Wrong Intervention
Rolland-Cachera et al.	1997	Body composition assessed on the basis of arm circumference and triceps skinfold thickness: A new index validated in children by magnetic resonance imaging	Wrong Intervention
Owa and Adejuyigbe	1997	Fat mass, fat mass percentage, body mass index, and mid-upper arm circumference in a healthy population of Nigerian children	Wrong Intervention
van den Berg-Emons et al.	1998	Are skinfold measurements suitable to compare body fat between children with spastic cerebral palsy and healthy controls?	Wrong Intervention
Grogan and Ekvall	1999	Body Composition of Children with Myelomeningocele, Determined by 40K, Urinary Creatinine and Anthropometric Measures	Wrong Intervention
Daniels et al.	2000	Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents.	Wrong Population

AUTHORS	YEAR	TITLE	REASONS
Clasey et al.	2000	Regarding the validity of methods of body composition assessment in young and older men and women (multiple letters)	Wrong Study Design
Stewart and Hannan	2000	Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method	Wrong Population
Tuuri and Loftin	2001	Comparison of hydrodensitometry, skinfold thickness, and dual-energy X-ray absorptiometry for body fat estimation in youth swimmers	Wrong Intervention
Friedl et al.	2001	Evaluation of anthropometric equations to assess body-composition changes in young women.	Wrong Population
Tucker and Greenwell	2001	Using simple measures to estimate body fat percentage in college men.	Wrong Population
Shaikh et al.	2002	Validation of an anthropometric equation and bioelectrical impedance analysis (BIA) technique to measure body composition of children in India using D2O dilution method	Wrong Population
Bray et al.	2002	Prediction of body fat in 12-y-old African American and white children: evaluation of methods.	Wrong Intervention
Pichiecchio et al.	2002	Quantitative MR evaluation of body composition in patients with Duchenne muscular dystrophy.	Wrong Intervention
Saito et al.	2003	Development of predictive equations for body density of sumo wrestlers using B-mode ultrasound for the determination of subcutaneous fat thickness	Wrong Intervention
Salazar et al.	2003	Is anthropometry useful in estimating body composition in preschool children?	Wrong Population
Clark et al.	2003	Multicomponent cross-validation of minimum weight predictions for college wrestlers	Wrong Intervention
Shaikh and Mahalanabis	2004	Empirically derived new equations for calculating body fat percentage based on skinfold thickness and midarm circumference in preschool Indian children	Wrong Population
Ball et al.	2004	Comparison of anthropometry to dual energy x-ray absorptiometry: A new prediction equation for women	Wrong Population
Liu et al.	2005	Determination of body composition in children with cerebral palsy: bioelectrical impedance analysis and anthropometry vs dual-energy x-ray absorptiometry.	Wrong Intervention
Hoffman et al.	2006	Comparison of techniques to evaluate adiposity in stunted and nonstunted children.	Wrong Intervention
Bott et al.	2006	Body composition in children with bronchopulmonary dysplasia predicted from bioelectric impedance and anthropometric variables: Comparison with a reference dual X-ray absorptiometry	Wrong Intervention
Buisson et al.	2006	Methodological agreement between two-compartment body-composition methods in children	Wrong Intervention
Brown et al.	2006	Comparison of body composition techniques to determine body fat in high school wrestlers	Wrong Intervention
Ramirez-Zea et al.	2006	Anthropometric predictors of body fat as measured by hydrostatic weighing in Guatemalan adults.	Wrong Population
Chomtho et al.	2006	Evaluation of arm anthropometry for assessing pediatric body composition: evidence from healthy and sick children.	Wrong Intervention
Freedman et al.	2007	The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents.	Wrong Intervention
Burton and Cameron	2009	Body fat and skinfold thicknesses: a dimensional analytic approach.	Wrong Intervention
Duz et al.	2009	Evaluation of body composition using three different methods compared to dual-energy X-ray absorptiometry	Wrong Population
Kohli et al.	2009	Using simple anthropometric measures to predict body fat in South Asians	Wrong Population
Kuperminc et al.	2010	Anthropometric measures: poor predictors of body fat in children with moderate to severe cerebral palsy.	Wrong Intervention

AUTHORS	YEAR	TITLE	REASONS
L'Abée et al.	2010	Comparison of methods to assess body fat in non-obese six to seven-year-old children	Wrong Intervention
Shafer et al.	2010	Body density estimates from upper-body skinfold thicknesses compared to air-displacement plethysmography	Wrong Population
O'Connor et al.	2010	Generalized equations for estimating DXA percent fat of diverse young women and men: the TIGER study.	Wrong Population
Shao	2010	Developing a hybrid forecasting model for body fat	Wrong Study Design
Wheeler and Twist	2010	Methods of assessing body fatness among children: Implications for the National Child Measurement Programme	Wrong Intervention
Bammann et al.	2011	The IDEFICS validation study on field methods for assessing physical activity and body composition in children: design and data collection.	Wrong Intervention
Konstantynowicz et al.	2011	Thigh circumference as a useful predictor of body fat in adolescent girls with anorexia nervosa.	Wrong Intervention
Wickramasinghe	2011	Body composition of Sri Lankan children: Effects of ethnicity	Wrong Study Design
Lyra et al.	2012	Prediction equations for fat and fat-free body mass in adolescents, based on body circumferences	Wrong Intervention
Goncalves et al.	2012	Accuracy of anthropometric measurements in estimating fat mass in individuals with 21-hydroxylase deficiency	Wrong Intervention
Wells et al.	2012	Body-composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: a new UK reference child.	Wrong Intervention
Gómez-Campos et al.	2013	Prediction equations for fat percentage from body circumferences in prepubescent children	Wrong Intervention
Webber et al.	2013	The prediction of lean body mass and fat mass from arm anthropometry at diagnosis in children with cancer	Wrong Intervention
Bammann et al.	2013	Validation of anthropometry and foot-to-foot bioelectrical resistance against a three-component model to assess total body fat in children: the IDEFICS study	Wrong Intervention
Gonçalves et al.	2013	Estimation of percent body fat based on anthropometric measurements in children and adolescents with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency	Wrong Intervention
Smith et al.	2013	Race, gender and adiposity in children	Wrong Study Design
Atherton et al.	2013	Use of Fat Mass and Fat Free Mass Standard Deviation Scores Obtained Using Simple Measurement Methods in Healthy Children and Patients: Comparison with the Reference 4-Component Model	Wrong Intervention
Tian et al.	2013	A multivariate model for predicting segmental body composition	Wrong Population
Hussain et al.	2014	Correlations of skin fold thickness and validation of prediction equations using DEXA as the gold standard for estimation of body fat composition in Pakistani children	Wrong Intervention
Neamat-Allah et al.	2014	Validation of Anthropometric Indices of Adiposity against Whole-Body Magnetic Resonance Imaging - A Study within the German European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Cohorts	Wrong Population
De Lorenzo et al.	2014	A new predictive equation for evaluating women body fat percentage and obesity-related cardiovascular disease risk	Wrong Population
Polfuss et al.	2016	The measurement of body composition in children with spina bifida: Feasibility and preliminary findings	Wrong Intervention
Särnblad et al.	2016	Body fat measurement in adolescent girls with type 1 diabetes: a comparison of skinfold equations against dual-energy X-ray absorptiometry	Wrong Intervention
Cortes-Castell et al.	2017	A simple equation to estimate body fat percentage in children with over weightness or obesity: a retrospective study	Wrong Intervention

AUTHORS	YEAR	TITLE	REASONS
Riyahi-Alam et al.	2017	Development and Validation of a Skinfold Model for Estimation of Body Density for a Safe Weight Reduction in Young Iranian Wrestlers	Wrong Intervention
Zhang et al.	2017	Comparison between different measurements of the body fat rate for 6-8 years' bone aged girls	Wrong Study Design
Cavedon et al.	2018	Anthropometric prediction of DXA-measured body composition in female team handball players	Wrong Population
Henry et al.	2018	New Equations to Predict Body Fat in Asian-Chinese Adults Using Age, Height, Skinfold Thickness, and Waist Circumference	Wrong Population
Duran et al.	2019	Diagnostic performance of an artificial neural network to predict excess body fat in children.	Wrong Intervention
Molina-Luque et al.	2019	Equation córdoba: A simplified method for estimation of body fat (ECORE-BF)	Wrong Population

Table S4. Characteristics of population and equations of the reports

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Parízková (1961)	Czechoslovakia	Health	M	(9-12)	66	NR	HW	SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.146 - (0.106 * Log SF Ck)
		Health	M	(9-12)	66	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.108 - (0.080 * Log SF Cn)
		Health	M	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.085 - (0.052 * Log SF Ch)
		Health	M	(9-12)	66	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.130 - (0.083 * Log SF Tr)
		Health	M	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.094 - (0.054 * Log SF SS)
		Health	M	(9-12)	66	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.092 - (0.043 * Log SF Ab)
		Health	M	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.088 - (0.052 * Log SF AA)
		Health	M	(9-12)	66	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.091 - (0.049 * Log SF IC A)
		Health	M	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.132 - (0.087 * Log SF Kn)
		Health	M	(9-12)	66	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.110 - (0.068 * Log SF Ca P)
		Health	M	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.180 - (0.069 * Log SF AA+Ab+ Ca P+Ch+Ck+Cn+IC A+Kn+SS+Tr)
		Health	M	(9-12)	66	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.108 - (0.027 * Log SF Tr) - (0.0388 * Log SF SS)
		Health	M	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.098 - (0.010 * Log SF Cn) - (0.045 * Log SF AA)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.098 - (0.066 * Log SF Ck)
		Health	F	(9-12)	66	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.075 - (0.052 * Log SF Cn)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.074 - (0.044 * Log SF Ch)
		Health	F	(9-12)	56	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.116 - (0.075 * Log SF Tr)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.079 - (0.043 * Log SF SS)
		Health	F	(9-12)	56	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.096 - (0.048 * Log SF Ab)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.072 - (0.040 * Log SF AA)
		Health	F	(9-12)	56	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.087 - (0.045 * Log SF IC A)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.098 - (0.060 * Log SF Kn)
		Health	F	(9-12)	56	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.105 - (0.067 * Log SF Ca P)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.160 - (0.061 * Log SF AA+Ab+ Ca P+Ch+Ck+Cn+IC A+Kn+SS+Tr)
		Health	F	(9-12)	56	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.088 - (0.014 * Log SF Tr) - (0.036 * Log SF SS)
		Health	F	(9-12)	56	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.088 - (0.025 * Log SF SS) - (0.021 * Log SF Ab)
		Health	M	(13-16)	57	NR		SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.140 - (0.102 * Log SF Ck)
		Health	M	(13-16)	57	NR		P, SF Ch, SF Ck, SF Cn, SF IC A, SF Kn, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.112 - (0.081 * Log SF Cn)
Health	M	(13-16)	57	NR	SF AA, SF Ab, SF Ca	NR	NR	NR	Dens = 1.098 - (0.060 * Log SF Ch)			

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Parízková (1961)	Czechoslovakia	Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.131 - (0.083 * Log SF Tr)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.114 - (0.065 * Log SF SS)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.122 - (0.062 * Log SF Ab)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.103 - (0.058 * Log SF AA)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.109 - (0.057 * Log SF IC A)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.137 - (0.085 * Log SF Kn)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.133 - (0.082 * Log SF Ca P)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.205 - (0.078 * Log SF AA+Ab+ Ca P+Ch+Ck+Cn+IC A+Kn+SS+Tr)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.130 - (0.055 * Log SF Tr) - (0.026 * Log SF SS)	
		Health	M	(13-16)	57	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.130 - (0.041 * Log SF Cn) - (0.048 * Log SF Tr)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.114 - (0.077 * Log SF Ck)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.098 - (0.070 * Log SF Cn)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.091 - (0.057 * Log SF Ch)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.128 - (0.078 * Log SF Tr)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.102 - (0.058 * Log SF SS)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.122 - (0.059 * Log SF Ab)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.059 - (0.052 * Log SF AA)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.107 - (0.053 * Log SF IC A)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.124 - (0.074 * Log SF Kn)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.117 - (0.067 * Log SF Ca P)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.205 - (0.078 * Log SF AA+Ab+ Ca P+Ch+Ck+Cn+IC A+Kn+SS+Tr)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.114 - (0.031 * Log SF Tr) - (0.041 * Log SF SS)	
		Health	F	(13-16)	62	NR		NR	NR	NR	Dens = 1.101 - (0.023 * Log SF Ch) - (0.037 * Log SF SS)	

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Seltzer et al. (1965)	United States	With Obesity, White	F	15.1 (12.2-18.8)	32	NR	HW	BM, St, AS, SH, TH, SF Ab, SF Kn, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ab, Gi An, Gi Ar, Gi Ca, Gi He, Gi Th, Gi Wr, Le Ha, Le He, Br An, Br BA, Br BI, Br BZ, Br Ch AP, Br Ch T, Br El, Br Ha, Br He, Br Kn, Br SB, Br Wr	NR	NR	NR	Dens = 1.1516 - (0.09256 * Log SF Tr)
Durnin and Rahaman (1967)	Scotland	NR	M	14.7 \pm 0.8 (12.7-15.7)	48	NR	HW	BM, St, SH, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Ca, Gi Th, Br BA, Br BI	NR	0.0083	NR	Dens = 1.1533 - (0.0643 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
		NR	F	14.9 \pm 0.8 (13.2-16.4)	38	NR		Ar, Gi Ca, Gi Th, Br BA, Br BI	NR	0.0081	NR	Dens = 1.1369 - (0.0598 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
Michael and Katch (1968)	United States	White	M	(17)	48	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF Ch, SF IL, SF SL, SF Th, SF Tr, Gi Ab 1 and 2, Gi An, Gi Bi, Gi Bu, Gi Ca, Gi Ch, Gi FA, Gi Kn, Gi Sh, Gi Th, Gi Wr	NR	0.0094	0.86	Dens = 1.10398 - (0.001591 * SF IL)
		White	M	(17)	48	NR			NR	0.0087	0.88	Dens = 1.10994 - (0.001844 * SF IL) - (0.000871 * SF Ch)
		White	M	(17)	48	NR			NR	0.0084	0.89	Dens = 1.08697 + (0.000472 * SF IL) - (0.001698 * SF Ch) - (0.001123 * Gi Th)
		White	M	(17)	48	NR			NR	0.0083	0.89	Dens = 1.12021 - (0.000421 * SF IL) + (0.000503 * SF Ch) - (0.001601 * Gi Th) - (0.000964 * Gi Hi)
Katch and Mcardle (1969)	United States	NR	M	17.1 \pm 0.7	40	NR	HW	SF Ab, SF Bi, SF Ch, SF IL, SF SL, SF Th, SF Tr, Gi Ab, Gi An, Gi Bi, Gi Bu, Gi Ca, Gi Ch, Gi FA, Gi Kn, Gi Sh, Gi Th, Gi Wr	NR	0.0071	0.89	Dens = 1.08697 - (0.001123 * SF IL) - (0.001698 * SF Ch) + (0.000472 * Mean Gi Th R and L)
Forbes and Amirhakimi (1970)	United States	Health	M	(8.5-9)	12	NR	TBK	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF IC, SF SC, SF SS, SF Tr	NR	1.6	0.49	BF (kg) = 2.0 + (0.31 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(9-9.5)	16	NR			NR	1.9	0.83	BF (kg) = 0.2 + (0.65 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(9.5-10.5)	17	NR			NR	2.0	0.79	BF (kg) = -0.4 + (0.75 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(10.5-11.5)	19	NR			NR	2.5	0.85	BF (kg) = -0.8 + (0.70 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(11.5-12)	24	NR			NR	2.3	0.86	BF (kg) = 0.4 + (0.62 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(12-12.5)	28	NR			NR	2.6	0.81	BF (kg) = 1.2 + (0.60 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(12.5-13)	18	NR			NR	2.1	0.92	BF (kg) = -1.7 + (0.88 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(13-13.5)	10	NR			NR	1.0	0.98	BF (kg) = -0.3 + (0.90 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Forbes and Amirhakimi (1970)	United States	Health	M	(13.5-14)	20	NR	TBK	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF IC, SF SC, SF SS, SF Tr	NR	3.7	0.70	BF (kg) = 3.2 + (0.64 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(14-14.5)	17	NR			NR	1.6	0.87	BF (kg) = (0.82 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(14.5-15.5)	21	NR			NR	2.4	0.87	BF (kg) = -0.7 + (0.86 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(15.5-16.5)	12	NR			NR	2.5	0.72	BF (kg) = -4.3 + (1.07 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(16.5-17)	13	NR			NR	2.8	0.83	BF (kg) = -0.9 + (0.75 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(17-17.5)	16	NR			NR	2.9	0.72	BF (kg) = -2.7 + (0.81 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(17.5-18.5)	14	NR			NR	3.6	0.60	BF (kg) = -1.8 + (0.92 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(7.5-8.5)	12	NR			NR	2.0	0.87	BF (kg) = -0.8 + (0.62 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(8.5-9.5)	23	NR			NR	2.0	0.85	BF (kg) = 0.9 + (0.51 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(9.5-10)	9	NR			NR	2.8	0.75	BF (kg) = 2.8 + (0.45 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(10-10.5)	11	NR			NR	2.5	0.20	BF (kg) = 5.6 + (0.15 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(10.5-11.5)	15	NR			NR	3.8	0.75	BF (kg) = (0.67 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(12-12.5)	26	NR			NR	3.5	0.71	BF (kg) = 2.2 + (0.60 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(12.5-13.5)	14	NR			NR	2.5	0.84	BF (kg) = 1.4 + (0.72 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(15-15.5)	12	NR			NR	4.7	0.61	BF (kg) = 1.2 + (0.98 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(15.5-16.5)	24	NR			NR	3.8	0.46	BF (kg) = 7.1 + (0.47 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	F	(16.5-18.5)	16	NR			NR	3.3	0.61	BF (kg) = 4.2 + (0.62 * Mean SF Tr+Bi+SS+SC+Ab+IC)
		Health	M	(8.5-9)	12	NR			NR	1.6	0.52	BF (kg) = 2.0 + (0.40 * SF SS)
		Health	M	(9-9.5)	16	NR			NR	2.2	0.76	BF (kg) = 0.9 + (0.65 * SF SS)
		Health	M	(9.5-10.5)	17	NR			NR	2.3	0.70	BF (kg) = 0.5 + (0.77 * SF SS)
		Health	M	(10.5-11.5)	19	NR			NR	2.6	0.85	BF (kg) = 0.2 + (0.64 * SF SS)
		Health	M	(11.5-12)	24	NR			NR	2.7	0.80	BF (kg) = 1.0 + (0.75 * SF SS)
		Health	M	(12-12.5)	28	NR			NR	2.1	0.88	BF (kg) = 1.2 + (0.70 * SF SS)
		Health	M	(12.5-13)	19	NR			NR	2.3	0.92	BF (kg) = -0.8 + (0.97 * SF SS)
		Health	M	(13-13.5)	10	NR			NR	2.1	0.92	BF (kg) = 1.1 + (0.83 * SF SS)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Forbes and Amirhakimi (1970)	United States	Health	M	(13.5-14)	20	NR	TBK	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF IC, SF SC, SF SS, SF Tr	NR	3.9	0.65	BF (kg) = 3.9 + (0.64 * SF SS)
		Health	M	(14-14.5)	18	NR			NR	1.8	0.92	BF (kg) = -0.4 + (0.92 * SF SS)
		Health	M	(14.5-15.5)	22	NR			NR	3.0	0.81	BF (kg) = -2.8 + (1.14 * SF SS)
		Health	M	(15.5-16.5)	14	NR			NR	2.8	0.67	BF (kg) = -0.7 + (0.70 * SF SS)
		Health	M	(16.5-17)	16	NR			NR	3.3	0.80	BF (kg) = -0.9 + (0.87 * SF SS)
		Health	M	(17-17.5)	19	NR			NR	4.0	0.71	BF (kg) = 2.9 + (0.40 * SF SS)
		Health	M	(17.5-18.5)	14	NR			NR	4.5	0.62	BF (kg) = -0.1 + (0.75 * SF SS)
		Health	F	(7.5-8.5)	12	NR			NR	2.1	0.86	BF (kg) = -0.6 + (0.65 * SF SS)
		Health	F	(8.5-9.5)	23	NR			NR	2.3	0.78	BF (kg) = 2.5 + (0.41 * SF SS)
		Health	F	(9.5-10)	9	NR			NR	3.0	0.70	BF (kg) = 4.0 + (0.39 * SF SS)
		Health	F	(10-10.5)	11	NR			NR	2.2	0.47	BF (kg) = 3.1 + (0.41 * SF SS)
		Health	F	(10.5-11.5)	15	NR			NR	3.2	0.83	BF (kg) = (0.86 * SF SS)
		Health	F	(12-12.5)	26	NR			NR	3.9	0.61	BF (kg) = 4.4 + (0.49 * SF SS)
		Health	F	(12.5-13.5)	14	NR			NR	2.8	0.78	BF (kg) = 2.5 + (0.73 * SF SS)
		Health	F	(15-15.5)	12	NR			NR	5.5	0.37	BF (kg) = 4.0 + (0.63 * SF SS)
		Health	F	(15.5-16.5)	24	NR			NR	3.4	0.59	BF (kg) = 6.1 + (0.51 * SF SS)
		Health	F	(16.5-18.5)	16	NR			NR	3.4	0.58	BF (kg) = 6.0 + (0.46 * SF SS)
		Health	M	(8.5-9)	13	NR			NR	1.8	0.35	BF (kg) = 2.2 + (0.17 * SF Tr)
		Health	M	(9-9.5)	16	NR			NR	2.0	0.80	BF (kg) = -0.9 + (0.59 * SF Tr)
		Health	M	(9.5-10.5)	20	NR			NR	2.2	0.75	BF (kg) = -2.6 + (0.66 * SF Tr)
		Health	M	(10.5-11.5)	21	NR			NR	3.9	0.71	BF (kg) = -2.3 + (0.67 * SF Tr)
		Health	M	(11.5-12)	26	NR			NR	3.2	0.70	BF (kg) = 0.1 + (0.56 * SF Tr)
		Health	M	(12-12.5)	31	NR			NR	3.3	0.73	BF (kg) = 0.6 + (0.62 * SF Tr)
		Health	M	(12.5-13)	27	NR			NR	4.4	0.72	BF (kg) = -1.5 + (0.76 * SF Tr)
		Health	M	(13-13.5)	12	NR			NR	3.8	0.77	BF (kg) = 0.1 + (0.79 * SF Tr)
		Health	M	(13.5-14)	22	NR			NR	5.5	0.43	BF (kg) = 5.6 + (0.43 * SF Tr)
		Health	M	(14-14.5)	19	NR			NR	3.4	0.68	BF (kg) = -1.3 + (0.91 * SF Tr)
		Health	M	(14.5-15.5)	25	NR			NR	3.6	0.74	BF (kg) = 0.4 + (0.77 * SF Tr)
		Health	M	(15.5-16.5)	16	NR			NR	3.7	0.28	BF (kg) = 2.2 + (0.37 * SF Tr)
		Health	M	(16.5-17)	16	NR			NR	3.3	0.76	BF (kg) = -0.9 + (0.87 * SF Tr)
Health	M	(17-17.5)	23	NR	NR	4.0	0.40	BF (kg) = 2.9 + (0.40 * SF Tr)				
Health	M	(17.5-18.5)	18	NR	NR	4.5	0.50	BF (kg) = -0.1 + (0.75 * SF Tr)				

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Forbes and Amirhakimi (1970)	United States	Health	F	(7.5-8.5)	12	NR	TBK	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF IC, SF SC, SF SS, SF Tr	NR	2.9	0.72	BF (kg) = 0.3 + (0.35 * SF Tr)
		Health	F	(8.5-9.5)	25	NR			NR	2.8	0.71	BF (kg) = -0.6 + (0.46 * SF Tr)
		Health	F	(9.5-10)	11	NR			NR	3.8	0.66	BF (kg) = 2.5 + (0.35 * SF Tr)
		Health	F	(10-10.5)	12	NR			NR	2.5	0.13	BF (kg) = 6.3 + (0.07 * SF Tr)
		Health	F	(10.5-11.5)	15	NR			NR	5.2	0.45	BF (kg) = 2.1 + (0.42 * SF Tr)
		Health	F	(12-12.5)	28	NR			NR	3.8	0.65	BF (kg) = 2.1 + (0.54 * SF Tr)
		Health	F	(12.5-13.5)	21	NR			NR	3.5	0.70	BF (kg) = 1.9 + (0.54 * SF Tr)
		Health	M	(15-15.5)	12	NR			NR	5.0	0.54	BF (kg) = 2.9 + (0.68 * SF Tr)
		Health	F	(15.5-16.5)	26	NR			NR	4.3	0.12	BF (kg) = 11.8 + (0.09 * SF Tr)
		Health	F	(16.5-18.5)	17	NR			NR	3.9	0.46	BF (kg) = 8.5 + (0.28 * SF Tr)
Brook (1971)	England	Health	M	(1-11)	12	NR	D2O	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = 1.1690 - (0.0788 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
		Health	F	(1-11)	11	NR			NR	NR	NR	Dens = 1.2063 - (0.0999 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
Parížková and Roth (1972)	Czechoslovakia	Health	M	(8.6-12.8)	40	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF Ck, SF Cn, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, SF Tx 1, SF Tx 2	NR	5.09	0.84	%BF = (28.312 * Log SF Tr+Bi) - 15.634 (A: Best's caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.79	0.86	%BF = (33.852 * Log SF Tr+Bi) - 23.876 (B: Harpenden caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.93	0.85	%BF = (32.914 * Log SF Tr+Bi) - 21.973 (C: Holtain caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.70	0.86	%BF = (35.044 * Log SF Tr+Bi) - 25.877 (D: Harpenden caliper left side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	5.39	0.80	%BF = (29.391 * Log SF Tr+Bi) - 17.828 (E: Holtain caliper left side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.87	0.85	%BF = (24.771 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 19.376 (A: Best's caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	6.21	0.75	%BF = (24.749 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 19.228 (B: Harpenden caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.70	0.86	%BF = (29.344 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 27.410 (C: Holtain caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.51	0.88	%BF = (31.381 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 31.890 (D: Harpenden caliper left side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	5.06	0.84	%BF = (29.113 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 26.846 (E: Holtain caliper left side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.72	0.86	%BF = (26.890 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 32.176 (A: Best's caliper right side)
		Health	M	(8.6-12.8)	40	NR			NR	4.67	0.87	%BF = (31.221 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 41.808 (B: Harpenden caliper right side)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Parízková and Roth (1972)	Czechoslovakia	Health	M	(8.6-12.8)	40	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF Ck, SF Cn, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, SF Tx 1, SF Tx 2	NR	4.72	0.86	%BF = (30.368 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 39.409 (C: Holtain caliper right side)
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.79	0.88	%BF = (35.132 * Log SF Tr+Bi) - 24.615 (A: Best's caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		5.39	0.87	%BF = (40.249 * Log SF Tr+Bi) - 32.413 (B: Harpenden caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		5.02	0.87	%BF = (39.032 * Log SF Tr+Bi) - 30.084 (C: Holtain caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.72	0.89	%BF = (41.329 * Log SF Tr+Bi) - 34.862 (D: Harpenden caliper left side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.63	0.89	%BF = (41.012 * Log SF Tr+Bi) - 33.684 (E: Holtain caliper left side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.72	0.89	%BF = (34.336 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 35.645 (A: Best's caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.59	0.89	%BF = (39.854 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 45.716 (B: Harpenden caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.73	0.89	%BF = (39.024 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 43.435 (C: Holtain caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.37	0.90	%BF = (36.688 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 39.570 (D: Harpenden caliper left side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.35	0.90	%BF = (40.067 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 45.499 (E: Holtain caliper left side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.44	0.90	%BF = (35.577 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 49.345 (A: Best's caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.36	0.90	%BF = (41.444 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 62.294 (B: Harpenden caliper right side)	
		Health	F	(9.4-13.0)	31	NR	NR		4.37	0.90	%BF = (40.384 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 59.439 (C: Holtain caliper right side)	
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	NR		4.97	0.86	%BF = (30.984 * Log SF Tr+Bi) - 19.286 (A: Best's caliper right side)	
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	NR		4.90	0.86	%BF = (36.342 * Log SF Tr+Bi) - 27.303 (B: Harpenden caliper right side)	
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	NR		4.94	0.86	%BF = (35.367 * Log SF Tr+Bi) - 25.330 (C: Holtain caliper right side)	
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	NR		4.69	0.87	%BF = (37.708 * Log SF Tr+Bi) - 29.780 (D: Harpenden caliper left side)	
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	NR		5.32	0.83	%BF = (33.695 * Log SF Tr+Bi) - 23.900 (E: Holtain caliper left side)	
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	NR		4.92	0.86	%BF = (28.066 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 25.175 (A: Best's caliper right side)	

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Parízková and Roth (1972)	Czechoslovakia	Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF Ck, SF Cn, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, SF Tx 1, SF Tx 2	NR	5.80	0.80	%BF = (30.008 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 28.711 (B: Harpenden caliper right side)
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR			NR	4.79	0.87	%BF = (32.689 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 33.108 (C: Holtain caliper right side)
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR			NR	4.52	0.88	%BF = (34.867 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 37.303 (D: Harpenden caliper left side)
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR			NR	4.87	0.86	%BF = (33.092 * Log SF Tr+SS+SI+Ca+Bi) - 33.812 (E: Holtain caliper left side)
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR			NR	4.68	0.87	%BF = (29.942 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 38.368 (A: Best's caliper right side)
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR			NR	4.63	0.88	%BF = (34.780 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 49.097 (B: Harpenden caliper right side)
		Health	M/F	(8.6-13.0)	71	NR			NR	4.66	0.88	%BF = (33.910 * Log SF Ab+Bi+Ca+Tx+Tx2+Ck+Cn+SI+Th+SS+Tr) - 46.669 (C: Holtain caliper right side)
Katch and Mcardle	United States	White	M	19.3 ± 1.5	53	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF IL, SF SL, SF Th, SF Tr, Gi Ab 1, Gi Ab 2, Gi An, Gi Ar, Gi Bu, Gi Ca, Gi Ch, Gi FA, Gi He, Gi Kn, Gi Sh, Gi Th, Gi Wr, Br An, Br BA, Br BI, Br BT, Br Ch, Br El, Br Kn, Br Wr	NR	0.0072	0.86	Dens = 1.09665 - (0.00103 * SF Tr) - (0.00056 * SF SL) - (0.00054 * SF Ab)
		White	M	19.3 ± 1.5	53	NR			NR	0.0072	0.86	Dens = 1.12691 - (0.00357 * Gi Ar) - (0.00127 * Gi Ab) + (0.00524 * Gi FA)
		White	M	19.3 ± 1.5	53	NR			NR	0.0066	0.89	Dens = 1.10986 - (0.00083 * SF Tr) - (0.00087 * SF SL) - (0.00098 * Gi Ab) + (0.00210 * Gi FA)
Nagamine et al. (1974)	Japan	NR	M	(15-18)	59	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF SS, SF Tr, Gi Ar	NR	0.0099	NR	Dens = 1.1012 - (0.00366 * SF Tr)
		NR	M	(15-18)	59	NR			NR	0.0102	NR	Dens = 1.0918 - (0.00199 * SF SS)
		NR	M	(15-18)	59	NR			NR	0.0087	NR	Dens = 1.0954 - (0.00246 * SF Ab)
		NR	M	(15-18)	59	NR			NR	0.0098	NR	Dens = 1.0977 - (0.00146 * SF Tr+SS)
		NR	M	(15-18)	59	NR			NR	0.0083	NR	Dens = 1.0987 - (0.00097 * SF Tr+SS+Ab)
		NR	M	(15-18)	59	NR			NR	0.0075	0.79	Dens = 1.10156 - (0.002112 * SF Tr) - (0.001424 * SF SS)
		NR	M	(15-18)	59	NR			NR	0.0069	0.83	Dens = 1.10015 - (0.001368 * SF Tr) - (0.000917 * SF SS) - (0.000928 * SF Ab)
		NR	F	(15-18)	52	NR			NR	0.0113	NR	Dens = 1.0857 - (0.00273 * SF Tr)
		NR	F	(15-18)	52	NR			NR	0.0104	NR	Dens = 1.0853 - (0.00263 * SF SS)
		NR	F	(15-18)	52	NR			NR	0.0096	NR	Dens = 1.0931 - (0.00161 * SF Tr+SS)
		NR	F	(15-18)	52	NR			NR	0.0090	0.83	Dens = 1.09221 - (0.001605 * SF Tr) - (0.001564 * SF SS)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Durnin and Womersley (1974)	Scotland	Health	M	(17-19)	24	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Bu, Gi Ca, Gi Th	NR	0.0066	NR	Dens = 1.1066 - (0.0686 * Log SF Bi)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0077	NR	Dens = 1.1252 - (0.0625 * Log SF Tr)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0083	NR	Dens = 1.1312 - (0.0670 * Log SF SS)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0103	NR	Dens = 1.1092 - (0.0420 * Log SF SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0062	NR	Dens = 1.1423 - (0.0687 * Log SF Tr+Bi)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0071	NR	Dens = 1.1457 - (0.0707 * Log SF Bi+SS)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0091	NR	Dens = 1.1247 - (0.0501 * Log SF Bi+SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0065	NR	Dens = 1.1561 - (0.0711 * Log SF Tr+SS)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0083	NR	Dens = 1.1370 - (0.0545 * Log SF Tr+SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0089	NR	Dens = 1.1374 - (0.0544 * Log SF SS+SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0059	NR	Dens = 1.1643 - (0.0727 * Log SF Bi+Tr+SS)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0077	NR	Dens = 1.1466 - (0.0584 * Log SF Bi+Tr+SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0083	NR	Dens = 1.1469 - (0.0583 * Log SF Bi+SS+SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0077	NR	Dens = 1.1555 - (0.0607 * Log SF Tr+SS+SI)
		Health	M	(17-19)	24	NR			NR	0.0073	NR	Dens = 1.1620 - (0.0630 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0112	NR	Dens = 1.0889 - (0.0553 * Log SF Bi)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0108	NR	Dens = 1.1159 - (0.0648 * Log SF Tr)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0098	NR	Dens = 1.1081 - (0.0621 * Log SF SS)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0111	NR	Dens = 1.0931 - (0.0470 * Log SF SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0103	NR	Dens = 1.1290 - (0.0657 * Log SF Bi+Tr)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0096	NR	Dens = 1.1241 - (0.0643 * Log SF Bi+SS)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0104	NR	Dens = 1.1113 - (0.0537 * Log SF Bi+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0086	NR	Dens = 1.1468 - (0.0740 * Log SF Tr+SS)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0099	NR	Dens = 1.1311 - (0.0624 * Log SF Tr+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0091	NR	Dens = 1.1278 - (0.0616 * Log SF SS+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.009	NR	Dens = 1.1509 - (0.0715 * Log SF Bi+Tr+SS)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0098	NR	Dens = 1.1382 - (0.0628 * Log SF Bi+Tr+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0087	NR	Dens = 1.1355 - (0.0622 * Log SF Bi+SS+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0093	NR	Dens = 1.1517 - (0.0689 * Log SF Tr+SS+SI)
		Health	F	(16-19)	29	NR			NR	0.0089	NR	Dens = 1.1549 - (0.0678 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Womersley and Durmin (1977)	Scotland	NR	M	18.4 (17-19)	28	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Bu, Gi Ca, Gi Th	NR	4.18	NR	%BF = 13.466 + (0.356 * BM) - (13.833 * St) [Stature in m]
		NR	M	18.4 (17-19)	28	NR			NR	3.89	NR	%BF = -26.789 + (27.409 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
		NR	F	18.5 (17-19)	32	NR			NR	5.36	NR	%BF = 109.087 + (0.735 * BM) - (78.23 * St) [Stature in m]
		NR	F	18.5 (17-19)	32	NR			NR	4.70	NR	%BF = -27.889 + (30.509 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
Harsha et al. (1978)	United States	Health, White	M	12.1 ± 2.0	79	NR	HW	BM, St, SH, SF Bi, SF Ca, SF Fe, SF SI, SF SC, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Ch, Gi Hi, Gi Wa, Le UL, Br An, Br BA, Br BI, Br BG, Br BT, Br BZ, Br Ch, Br El, Br Kn, Br Wr, He Ce, He GF, He IC, De Ch	0.84	NR	NR	Dens = 0.98976 - (0.00089 * BM) + (0.00059 * He Ce) + (0.01302 * Br El) - (0.02156 * Log SF SI) - (0.03828 * Log SF Ca)
		Health, White	F	12.5 ± 1.4	64	NR			0.77	NR	NR	Dens = 1.02517 + (0.00107 * SH) - (0.04121 * Log SF SS) - (0.02892 * Log SF Ca)
		Health, Black	M	13.1 ± 1.6	49	NR			0.79	NR	NR	Dens = 1.04534 + (0.00252 * Le UL) - (0.03269 * Log SF Tr) - (0.03684 * Log SF SC)
		Health, Black	F	12.5 ± 1.8	50	NR			0.89	NR	NR	Dens = 1.04978 - (0.00090 * He IC) + (0.00167 * SH) + (0.00173 * Le UL) - (0.00219 * Gi Ar) - (0.04371 * Log SF SI)
		Health, White	M	12.1 ± 2.0	60	NR			0.84	NR	NR	Dens = 1.08355 - (0.02916 * Log SF SS) + (0.00346 * Age) - (0.04245 * Log SF Fe)
		Health, White	F	12.5 ± 1.4	52	NR			0.85	NR	NR	Dens = 1.07518 + (0.00122 * He Ce) - (0.00156 * He IC) + (0.00210 * Le UL) - (0.02406 * Log SF SS) - (0.06356 * Log SF Fe)
		Health, Black	M	13.1 ± 1.6	40	NR			0.90	NR	NR	Dens = 0.91589 + (0.00283 * Le UL) + (0.00303 * Br BI) + (0.00959 * Br An) - (0.02185 * Log SF Tr) - (0.00142 * Gi Wa)
		Health, Black	F	12.5 ± 1.8	39	NR			0.90	NR	NR	Dens = 1.06774 + (0.00182 * Br BA) + (0.00638 * Br Kn) - (0.05069 * Log SF Ca) - (0.00131 * Gi Wa)
Weltman and Katch (1978)	United States	Health	M	9.4 ± 1.7	32	15	HW	BM, St, Gi Ca, Gi Bu	NR	6.00	NR	%BF = [(28.5 * BM) + (37.7 * Gi Bu) - (74.3 * Gi Ca) - 1133.4] / BM
Dugdale and Griffiths (1979)	NR	<150cm	M	(4-12.5)	62	NR	TBK	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.68	1.29	NR	BF (kg) = 5.244 + (0.38 * BM) - (0.085 * St)
		<150cm	M	(4-12.5)	62	NR			0.78	1.08	NR	BF (kg) = 1.987 + (0.313 * BM) - (0.064 * St) + (0.211 * SF Tr)
		<150cm	M	(4-12.5)	62	NR			0.78	1.08	NR	BF (kg) = 1.753 + (0.304 * BM) - (0.064 * St) + (0.187 * SF Tr) + (0.14 * SF SS)
		<150cm	M	(4-12.5)	62	NR			0.82	1.01	NR	BF (kg) = 2.077 + (0.314 * BM) - (0.060 * St) - (0.003 * SF Bi) + (0.153 * SF Tr) - (0.313 * SF SS) + (0.254 * SF SI)
		<150cm	M	(4-12.5)	62	NR			0.70	1.30	NR	BF (kg) = -3.276 + (0.192 * BM) + (0.257 * SF Tr)
		<150cm	M	(4-12.5)	62	NR			0.71	1.28	NR	BF (kg) = -3.882 + (0.170 * BM) + (0.191 * SF Tr) + (0.335 * SF SS)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Dugdale and Griffiths (1979)	NR	<150cm	M	(4-12.5)	62	NR	TBK	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.48	1.68	NR	$BF (kg) = -1.594 - (0.083 * SF Bi) + (0.193 * SF Tr) + (0.732 * SF SS) + (0.075 * SF SI)$
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.92		1.11	NR	$BF (kg) = 7.869 + (0.65 * BM) - (0.151 * St)$	
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.92		1.11	NR	$BF (kg) = 7.642 + (0.647 * BM) - (0.150 * St) + (0.016 * SF Tr)$	
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.92		1.09	NR	$BF (kg) = 7.259 + (0.647 * BM) - (0.150 * St) - (0.027 * SF Tr) + (0.161 * SF SS)$	
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.93		1.05	NR	$BF (kg) = 6.629 + (0.645 * BM) - (0.144 * St) - (0.118 * SF Tr) + (0.035 * SF SS) + (0.206 * SF Bi) + (0.059 * SF SI)$	
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.84		1.48	NR	$BF (kg) = -8.272 + (0.495 * BM) + (0.264 * SF Tr)$	
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.86		1.46	NR	$BF (kg) = -7.967 + (0.505 * BM) + (0.396 * SF Tr) - (0.108 * SF SS)$	
		<140cm	F	(4-19)	30	NR	0.16		3.54	NR	$BF (kg) = -1.624 + (0.391 * SF Tr) + (0.079 * SF SS) + (0.224 * SF Bi) - (0.017 * SF SI)$	
		≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.89		2.03	NR	$BF (kg) = 20.711 + (0.685 * BM) - (2.248 * St)$	
		≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.91		1.84	NR	$BF (kg) = 7.758 + (0.522 * BM) - (0.145 * St) + (0.242 * SF Tr)$	
		≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.91		1.83	NR	$BF (kg) = 4.940 + (0.499 * BM) - (0.121 * St) + (0.215 * SF Tr) + (0.068 * SF SS)$	
		≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.92		1.79	NR	$BF (kg) = 1.248 + (0.465 * BM) - (0.092 * St) + (0.192 * SF Tr) + (0.061 * SF SS) + (0.008 * SF Bi) + (0.077 * SF SI)$	
		≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.87		2.22	NR	$BF (kg) = -11.006 + (0.501 * BM) + (0.266 * SF Tr)$	
		≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.90		1.92	NR	$BF (kg) = -10.73 + (0.408 * BM) + (0.024 * SF Tr) + (0.311 * SF SS)$	
≥140cm	F	(4-19)	56	NR	0.74	3.11	NR	$BF (kg) = -1.790 + (0.509 * SF Tr) + (0.152 * SF SS) + (0.253 * SF Bi) + (0.199 * SF SI)$				
Frerichs et al. (1979)	United States	NR	M	(10-14)	111	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SC, SF SS, SF Tr	0.72	NR	NR	$\%BF = 51.73 + (0.28 * BM) - (35.0 * St) + (0.78 * SF Tr)$
		NR	F	(10-14)	103	NR	0.73		NR	NR	$\%BF = 53.09 + (0.14 * BM) - (30.0 * St) + (0.88 * SF Tr)$	
		NR	M	(10-14)	111	NR	0.54		NR	NR	$\%BF = 110.60 + (0.80 * BM) - (82.0 * St)$	
		NR	F	(10-14)	103	NR	0.57		NR	NR	$\%BF = 95.75 + (0.73 * BM) - (66.0 * St)$	
		NR	M	(10-14)	111	NR	0.67		NR	NR	$\%BF = 7.96 + (1.01 * SF Tr)$	
		NR	F	(10-14)	103	NR	0.67		NR	NR	$\%BF = 11.31 + (0.97 * SF Tr)$	

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Boileau et al. (1981)	United States	NR	M	(8-11)	45	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF SI, SF MA, SF SS, SF Tr, Gi Bi, Gi Ca, Gi FA, Gi Th, Gi Wr, Br An, Br BA, Br BI, Br El, Br Kn, Br Wr	0.75	0.0076	NR	Dens = 1.096 - (0.0015 * SF Tr) - (0.0009 * SF SS) - (0.00004 * SF MA) - (0.0003 * SF SI) + (0.0006 * SF Ab) + (0.0013 * Gi Bi) + (0.0007 * Gi FA) - (0.0033 * Gi Wr) - (0.0026 * Gi Th) - (0.0004 * Gi Ca) + (0.0013 * Br El) + (0.0253 * Br Wr) - (0.0051 * Br Kn) + (0.0014 * Br An) - (0.0009 * Br BA) + (0.0012 * Br BI)
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	NR		0.84	0.0057	NR	Dens = 1.101 - (0.0011 * SF Tr) - (0.0003 * SF SS) - (0.0002 * SF MA) - (0.00003 * SF SI) - (0.0007 * SF Ab) + (0.0001 * Gi Bi) - (0.0004 * Gi FA) - (0.0028 * Gi Wr) - (0.0006 * Gi Th) + (0.00002 * Gi Ca) + (0.0005 * Br El) - (0.0020 * Br Wr) - (0.0034 * Br Kn) - (0.0008 * Br An) + (0.0012 * Br BA) + (0.0023 * Br BI)	
		NR	M	(8-11)	45	86		0.72	0.0068	NR	Dens = 1.067 - (0.0014 * SF Tr) - (0.0003 * SF SI) - (0.0025 * Gi Wr) - (0.0022 * Gi Th) + (0.0263 * Br Wr)	
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	45		0.84	0.0054	NR	Dens = 1.098 - (0.0012 * SF Tr) - (0.0008 * SF Ab) - (0.0040 * Gi Wr) - (0.0008 * Gi Th) + (0.0012 * Br BA) + (0.0015 * Br BI)	
		NR	M	(8-11)	45	NR		0.66	0.0081	NR	Dens = 1.081 - (0.000009 * Gi Bi) + (0.0002 * Gi FA) - (0.0053 * Gi Wr) - (0.0033 * Gi Th) + (0.0006 * Gi Ca) + (0.0004 * Br El) + (0.0356 * Br Wr) - (0.0005 * Br Kn) + (0.0003 * Br An) - (0.0012 * Br BA) + (0.0008 * Br BI)	
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	NR		0.72	0.0073	NR	Dens = 1.20 - (0.0016 * Gi Bi) + (0.0006 * Gi FA) - (0.0046 * Gi Wr) - (0.0016 * Gi Th) - (0.0003 * Gi Ca) + (0.0018 * Br El) + (0.0019 * Br Wr) + (0.0024 * Br Kn) + (0.0029 * Br An) + (0.0021 * Br BA) - (0.0010 * Br BI)	
		NR	M	(8-11)	45	NR		0.64	0.0075	NR	Dens = 1.084 - (0.0052 * Gi Wr) - (0.0032 * Gi Th) + (0.0350 * Br Wr)	
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	NR		0.71	0.0072	NR	Dens = 1.130 - (0.0015 * Gi Bi) - (0.0027 * Gi Wr) - (0.0016 * Gi Th) + (0.0022 * Br BA)	
		NR	M	9.8 \pm 1.1 (8-11)	97	NR		0.63	0.0075	NR	Dens = 1.082 - (0.0022 * SF Tr) - (0.0005 * SF SS) - (0.0009 * SF MA) + (0.00007 * SF Si) + (0.0002 * SF Ab)	
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	NR		0.77	0.0064	NR	Dens = 1.088 - (0.0020 * SF Tr) - (0.0003 * SF SS) + (0.00005 * SF MA) - (0.0002 * SF SI) - (0.0010 * SF Ab)	
NR	M	9.8 \pm 1.1 (8-11)	97	86		0.63	0.0074	NR	Dens = 1.081 - (0.0022 * SF Tr) - (0.0008 * SF MA)			

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Boileau et al. (1981)	United States	NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	97	HW	BM, St, SF Ab, SF SI, SF MA, SF SS, SF Tr,	0.77	0.0064	NR	Dens = 1.087 - (0.0020 * SF Tr) - (0.0008 * SF Ab)
		NR	M	9.8 \pm 1.1 (8-11)	97	86		Gi Bi, Gi Ca, Gi FA, Gi Th, Gi Wr, Br An,	0.61	0.0076	NR	Dens = 1.081 - (0.0022 * SF Tr) - (0.0019 * SF SS)
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	97		Br BA, Br BI, Br EI, Br Kn, Br Wr	0.73	0.0068	NR	Dens = 1.090 - (0.0021 * SF Tr) - (0.0015 * SF SS)
		NR	M	9.8 \pm 1.1 (8-11)	97	NR			0.59	0.0078	NR	Dens = 1.081 - (0.0026 * SF Tr)
		NR	M	9.9 \pm 0.9 (8-11)	86	NR			0.69	0.0072	NR	Dens = 1.092 - (0.0032 * SF Tr)
Zavaleta and Malina (1982)	United States	Mexican-American	M	11.9 \pm 1.8 (9-14)	95	NR	HW	BM, St, SH, SF Ab H, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF JN, SF MA, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ar, Gi Ca, Br BA, Br BC, Br BE, Br BL	0.44	0.00925	0.67	Dens = 1.10970 - (0.02897 * Log SF MA) - (0.02356 * Log SF Ca)
Mukherjee and Roche (1984)	United States	Health	M	13.0 \pm 3.5	66	60	HW	BM, St, SF Bi, SF Ca L, SF SI, SF MA, SF SS, SF Tr, Gi Ab, Gi Ar, Gi Ca, Br BA, Br BC	0.76	NR	NR	%BF = 12.66 - (0.85 * Age) + (1.1 * SF Tr) + (0.53 * SF Ca L)
		Health	F	13.0 \pm 3.5	69	49			0.75	NR	NR	%BF = 17.19 - (0.74 * Age) + (1.02 * SF Tr) + (0.32 * SF MA)
Thorland et al. (1984)	United States	Athletes	M	17.4 \pm 1.0	141	66	HW	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF SI, SF MA, SF SL, SF Th, SF Tr, Gi Ab, Gi An, Gi Bi, Gi Bi f, Gi Ca, Gi Ch, Gi FA, Gi Hi, Gi Kn, Gi Ne, Gi Sh, Gi Th, Gi Wr, Br An, Br BA, Br BI, Br BD, Br BT, Br Ch, Br EI, Br Kn, Br Wr, Gi Ab 2	NR	0.0055	0.82	Dens = 1.1091 - [0.00052 * (SF Tr+SL+MA+SI+Ab+Th+Ca)] + [0.00000032 * (SF Tr+SL+MA+SI+Ab+Th+Ca)]
		Athletes	M	17.4 \pm 1.0	141	66			NR	0.0056	0.81	Dens = 1.1136 - [0.00154 * (SF Tr+SL+MA)] + [0.00000516 * (SF Tr+SL+MA)]
		Athletes	F	16.5 \pm 1.4	133	46			NR	0.006	0.82	Dens = 1.1046 - [0.00059 * (SF Tr+SL+MA+SI+Ab+Th+Ca)] + [0.00000060 * (SF Tr+SL+MA+SI+Ab+Th+Ca)]
		Athletes	F	16.5 \pm 1.4	133	46			NR	0.006	0.82	Dens = 1.0987 - [0.00122 * (SF Tr+SL+SI)] + [0.00000263 * (SF Tr+SL+SI)]
Ogawa (1985)	Japan	Health	M	10.1 \pm 0.8	195	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Ch, Gi Wa	NR	NR	0.71	Dens = 1.10290 - (0.00057 * Gi Wa) - (0.00177 * Gi Ar) + (0.00225 * Age)
		Health	F	10.0 \pm 0.8	172	NR			NR	NR	0.76	Dens = 1.08386 - (0.00342 * Gi Ar) + (0.00407 * Age)
Johnston et al. (1988)	Canada	Health	M	11 \pm 2 (8-14)	140	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.49	NR	NR	Dens = 1.166 - (0.070 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)
		With Cystic Fibrosis	M	11 \pm 2 (8-14)	6	NR			0.11	NR	NR	Dens = 1.279 - (0.121 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)
		Health	F	11 \pm 2 (8-14)	168	NR			0.45	NR	NR	Dens = 1.144 - (0.060 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)
		With Cystic Fibrosis	F	11 \pm 2 (9-14)	7	NR			0.11	NR	NR	Dens = 1.120 - (0.030 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation	
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r		
Slaughter et al. (1988)	United States	NR	M	(8-18)	138	NR	HW, D2O, 4C Model, Photon absorptiometry	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SI A, SF MA, SF SS, SF Th, SF Tr	NR	3.8	NR	%BF = (0.735 * SF Tr+Ca) + 1.0	
		NR	F	(8-18)	104	NR			NR	3.8	NR	%BF = (0.610 * SF Tr+Ca) + 5.1	
		Prepubescent, White	M	9.8 ± 1.3	NR	NR			NR	3.6	NR	%BF = (1.21 * SF Tr+SS) - [0.008 * (SF Tr+SS)] - 1.7	
		Prepubescent, Black	M	9.8 ± 1.3	NR	NR			NR	3.6	NR	%BF = (1.21 * SF Tr+SS) - [0.008 * (SF Tr+SS)] - 3.2	
		Pubescent, White	M	12.2 ± 1.4	NR	NR			NR	3.6	NR	%BF = (1.21 * SF Tr+SS) - [0.008 * (SF Tr+SS)] - 3.4	
		Pubescent, Black	M	12.2 ± 1.4	NR	NR			NR	3.6	NR	%BF = (1.21 * SF Tr+SS) - [0.008 * (SF Tr+SS)] - 5.2	
		Postpubescent, White	M	15.8 ± 1.6	NR	NR			NR	3.6	NR	%BF = (1.21 * SF Tr+SS) - [0.008 * (SF Tr+SS)] - 5.5	
		Postpubescent, Black	M	15.8 ± 1.6	NR	NR			NR	3.6	NR	%BF = (1.21 * SF Tr+SS) - [0.008 * (SF Tr+SS)] - 6.8	
		NR	F	(8-18)	104	NR			NR	NR	3.9	NR	%BF = (1.33 * SF Tr+SS) - [0.013 * (SF Tr+SS)] - 2.5
		SF Tr+SS >35mm	M	(8-18)	NR	NR			NR	NR	NR	NR	%BF = (0.783 * SF Tr+SS) + 1.6
SF Tr+SS >35mm	F	(8-18)	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	%BF = (0.546 * SF Tr+SS) + 9.7			
Wetstrate and Deurenberg (1989)	NR	NR	M	(2-18)	NR	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	Dens = {1.1315 + [0.0018 * (Age - 2)]} - {0.0719 - [0.0006 * (Age - 2) * Log SF Tr+Bi+SS+SI]}	
		NR	F	(2-10)	NR	NR			NR	NR	Dens = {1.1315 + [0.0004 * (Age - 2)]} - {0.0719 - [0.0003 * (Age - 2) * Log SF Tr+Bi+SS+SI]}		
		NR	F	(11-18)	NR	NR			NR	NR	Dens = {1.1350 + [0.0031 * (Age - 10)]} - [0.0719 - [0.0003 * (Age - 2) * Log SF Tr+Bi+SS+SI]}		
Deurenberg et al. (1990)	Netherlands	Prepubescent	M	11.3	114	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa, Gi Hi	0.41	0.00963	NR	Dens = 1.0963 - (0.0564 * Log SF Bi+Tr) + [1.8 * (Age * 10 ⁻¹)]	
		Prepubescent	M	11.3	114	NR			0.43	0.00948	NR	Dens = 1.1133 - (0.0561 * Log SF Bi+Tr+SI+SS) + [1.7 * (Age * 10 ⁻¹)]	
		Pubescent	M	13.8	35	NR			0.61	0.00668	NR	Dens = 1.0691 - (0.0432 * Log SF Bi+Tr) + [2.7 * (Age * 10 ⁻¹)]	
		Pubescent	M	13.8	35	NR			0.55	0.00726	NR	Dens = 1.0555 - (0.0352 * Log SF Bi+Tr+SI+SS) + [3.8 * (Age * 10 ⁻¹)]	
		Postpubescent	M	17.5	21	NR			0.56	0.00687	NR	Dens = 1.1132 - (0.0410 * Log SF Bi+Tr)	
		Postpubescent	M	17.5	21	NR			0.58	0.00664	NR	Dens = 1.1324 - (0.0429 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)	
		Prepubescent	F	10.5	98	NR			0.44	0.0098	NR	Dens = 1.0984 - (0.0633 * Log SF Bi+Tr) + [2.2 * (Age * 10 ⁻¹)]	

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Deurenberg et al. (1990)	Netherlands	Prepubescent	F	10.5	98	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa, Gi Hi	0.47	0.00954	NR	Dens = 1.1187 - (0.0630 * Log SF Bi+Tr+SI+SS) + [1.9 * (Age * 10 ⁻³)]
		Pubescent	F	13.1	76	NR			0.56	0.0065	NR	Dens = 1.1003 - (0.0552 * Log SF Bi+Tr) + [1.4 * (Age * 10 ⁻³)]
		Pubescent	F	13.1	76	NR			0.54	0.0066	NR	Dens = 1.1074 - (0.0504 * Log SF Bi+Tr+SI+SS) + [1.6 * (Age * 10 ⁻³)]
		Postpubescent	F	16.8	34	NR			0.56	0.00933	NR	Dens = 1.1547 - (0.0796 * Log SF Bi+Tr)
		Postpubescent	F	16.8	34	NR			0.69	0.00786	NR	Dens = 1.1830 - (0.0813 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)
		Prepubescent	M	11.3	114	NR			0.39	5.6	NR	%BF = - 14.61 + (26.51 * Log SF Bi+Tr)
		Prepubescent	M	11.3	114	NR			0.41	4.5	NR	%BF = - 22.23 + (26.56 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)
		Pubescent	M	13.8	35	NR			0.51	3.1	NR	%BF = - 9.78 + (21.90 * Log SF Bi+Tr)
		Pubescent	M	13.8	35	NR			0.36	3.5	NR	%BF = - 11.91 + (18.70 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)
		Postpubescent	M	17.5	21	NR			0.52	3.2	NR	%BF = - 6.81 + (17.77 * Log SF Bi+Tr)
		Postpubescent	M	17.5	21	NR			0.57	3.0	NR	%BF = - 15.58 + (18.88 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)
		Prepubescent	F	10.5	98	NR			0.44	4.8	NR	%BF = - 16.84 + (29.30 * Log SF Bi+Tr)
		Prepubescent	F	10.5	98	NR			0.47	4.7	NR	%BF = - 25.87 + (29.85 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)
		Pubescent	F	13.1	76	NR			0.54	3.0	NR	%BF = - 14.79 + (26.21 * Log SF Bi+Tr)
		Pubescent	F	13.1	76	NR			0.53	3.1	NR	%BF = - 18.89 + (23.94 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)
		Llop et al. (1990)	Spain	Postpubescent	F	16.8			34	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr
Postpubescent	F			16.8	34	NR	0.71	3.5	NR	%BF = - 43.49 + (39.02 * Log SF Bi+Tr+SI+SS)		
Health	M			12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	4.63	0.39	%BF = 9.82 + (0.24 * BM)		
Health	M			12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	5.02	0.03	%BF = 22.7 - (0.016 * St)		
Health	M			12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	3.29	0.76	%BF = 10.94 - (1.383 SF Bi)		
Health	M			12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	3.00	0.80	%BF = 8.85 + (1.017 * SF Tr)		
Health	M			12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	3.31	0.75	%BF = 10.44 + (1.212 * SF SS)		
Health	M			12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	3.10	0.79	%BF = 11.37 + (1.210 * SF SI)		
Health	M	12.3 ± 0.8 (11-13)	81	NR	NR	2.81	0.83	%BF = -21.10 + (27.63 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)				
Health	M	15.4 ± 0.8 (14-16)	58	NR	NR	4.32	0.28	%BF = 4.43 + (0.16 * BM)				

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Llop et al. (1990)	Spain	Health	M	15.4 \pm 0.8 (14-16)	58	NR			NR	4.32	0.28	%BF = 45.38 - (0.180 * St)
		Health	M	15.4 \pm 0.8 (14-16)	58	NR			NR	3.75	0.55	%BF = 6.53 + (1.339 * SF Bi)
		Health	M	15.4 \pm 0.8 (14-16)	58	NR			NR	3.41	0.65	%BF = 6.21 + (0.864 * SF Tr)
		Health	M	15.4 \pm 0.8 (14-16)	58	NR			NR	3.10	0.72	%BF = 2.94 + (1.362 * SF SS)
		Health	M	15.4 \pm 0.8 (14-16)	58	NR			NR	3.19	0.71	%BF = 6.63 + (0.989 * SF SI)
		Health	M	15.4 \pm 0.8 (14-16)	58	NR			NR	2.82	0.78	%BF = -27.05 + (27.98 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	4.48	0.22	%BF = 20.61 - (0.108 * BM)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	4.09	0.45	%BF = 67.17 + (0.305 * St)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	4.04	0.47	%BF = 6.00 + (1.352 * SF Bi)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	3.21	0.71	%BF = 3.17 + (0.902 * SF Tr)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	4.04	0.47	%BF = 5.99 + (0.728 * SF SS)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	4.13	0.44	%BF = 7.89 + (0.672 * SF SI)
		Health	M	17.9 \pm 0.7 (17-19)	13	NR			NR	3.56	0.63	%BF = -22.55 + (23.62 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)
		Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	5.41	0.27	%BF = 23.43 - (0.115 * BM)
		Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	4.82	0.51	%BF = 51.61 - (0.212 * St)
		Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	4.20	0.66	%BF = 7.57 + (1.568 * SF Bi)
		Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	3.92	0.72	%BF = 6.21 + (1.069 * SF Tr)
		Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	4.77	0.53	%BF = 8.73 + (1.035 * SF SS)
Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	4.63	0.56	%BF = 9.87 + (0.994 * SF SI)		
Health	M	14.0 \pm 2.0 (11-19)	152	NR			NR	4.12	0.68	%BF = -23.98 + (27.74 * Log SF Tr+Bi+SS+SI)		
Watanabe et al. (1993)	Japan	Health	M	14.0 \pm 0.8 (12-15)	91	33	HW	BM, St, SF Ab, SF SS, SF Tr	NR	0.0085	0.89	Dens = 1.0867 - (0.0009 * SF Tr+Ab)
		Health	M	14.0 \pm 0.8 (12-15)	91	33			NR	0.0088	0.88	Dens = 1.0821 - (0.0014 * SF Ab)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Watanabe et al. (1993)	Japan	Health	M	14.0 \pm 0.8 (12-15)	91	33	HW	BM, St, SF Ab, SF SS, SF Tr	NR	0.0089	0.87	Dens = 1.0832 - (0.0007 * SF SS+Ab)
		Health	M	14.0 \pm 0.8 (12-15)	91	33			NR	0.0089	0.87	Dens = 1.0881 - (0.0010 * SF Tr+SS)
		Health	M	14.0 \pm 0.8 (12-15)	91	33			NR	0.0094	0.86	Dens = 1.0923 - (0.0023 * SF Tr)
		Health	M	14.0 \pm 0.8 (12-15)	91	33			NR	0.0095	0.85	Dens = 1.0836 - (0.0016 * SF SS)
		Health	F	13.8 \pm 0.8 (12-15)	100	45			NR	0.0104	0.72	Dens = 1.0715 - (0.0007 * SF Tr+SS)
		Health	F	13.8 \pm 0.8 (12-15)	100	45			NR	0.0105	0.72	Dens = 1.0694 - (0.0006 * SF SS+Ab)
		Health	F	13.8 \pm 0.8 (12-15)	100	45			NR	0.0106	0.71	Dens = 1.0731 - (0.0006 * SF Tr+Ab)
		Health	F	13.8 \pm 0.8 (12-15)	100	45			NR	0.0106	0.71	Dens = 1.0668 - (0.0012 * SF SS)
		Health	F	13.8 \pm 0.8 (12-15)	100	45			NR	0.0111	0.68	Dens = 1.0733 - (0.0015 * SF Tr)
		Health	F	13.8 \pm 0.8 (12-15)	100	45			NR	0.0112	0.67	Dens = 1.0680 - (0.0009 * SF Ab)
		Health	M	(12-15)	124	NR			NR	0.0088	0.88	Dens = 1.0875 - (0.0010 * SF Tr+SS)
		Health	F	(12-15)	145	NR			NR	0.0105	0.73	Dens = 1.0716 - (0.0007 * SF Tr+SS)
Yao et al.	China	Health	M	(7-12)	134	NR	HW	BM, St, SF Bi, SF IC, SF SS, SF Tr	NR	4.4	NR	%BF = 6.931 + (0.428 * SF Tr+SS)
		Health	F	(7-12)	136	NR			NR	4.3	NR	%BF = 7.896 + (0.458 * SF Tr+SS)
Goran et al.	United States	Prepubescent	M/F	6.6 \pm 1.4 (4.0-9.9)	98	NR	DXA	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF Ch, SF SI, SF Ax, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Hi, Gi Wa	0.79	1.38	NR	BF (kg) = (0.47 * SF SS) + 1.06
		Prepubescent	M/F	6.6 \pm 1.4 (4.0-9.9)	98	NR			0.86	1.13	NR	BF (kg) = (0.31 * SF SS) + (0.21 * BM) - 2.6
		Prepubescent	M/F	6.6 \pm 1.4 (4.0-9.9)	98	NR			0.88	1.05	NR	BF (kg) = (0.23 * SF SS) + (0.18 * BM) + (0.13 * SF Tr) - 3.0
Ellis (1997)	United States	Health, White	M	(3-18)	145	NR	DXA	BM, St	0.75	3.56	NR	BF (kg) = (0.534 * BM) - (1.59 * Age) + 3.03
		Health, Black	M	(3-18)	78	NR			0.79	4.29	NR	BF (kg) = (0.594 * BM) - (0.381 * St) + 36.0
		Health, Hispanic	M	(3-18)	74	NR			0.74	3.71	NR	BF (kg) = (0.591 * BM) - (1.82 * Age) + 3.36
Ellis et al. (1997)	United States	Health, White	F	(3-18)	141	NR	DXA	BM, St	0.93	1.09	NR	BF (kg) = (0.642 * BM) - (0.120 * St) - (0.606 * Age) + 8.98
		Health, Black	F	(3-18)	104	NR			0.95	1.09	NR	BF (kg) = (0.653 * BM) - (0.163 * St) - (0.298 * Age) + 10.7
		Health, Hispanic	F	(3-18)	68	NR			0.95	2.44	NR	BF (kg) = (0.677 * BM) - (0.217 * St) + 15.5
Chan et al. (1998)	China	NR	M/F	11.1 \pm 0.9 (8.5-12.2)	19	NR	MRI	BM, St, SF SS, SF Tr, Gi Wa, Gi Hi	0.74	NR	NR	%BF = (0.7289 * SF Tr) - 0.9965

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Chan et al. (1998)	China	NR	M/F	11.1 \pm 0.9 (8.5-12.2)	19	NR	MRI	BM, St, SF SS, SF Tr, Gi Wa, Gi Hi	0.75	NR	NR	%BF = (0.5124 * SF SS) + 4.6198
		NR	M/F	11.1 \pm 0.9 (8.5-12.2)	19	NR		0.76	NR	NR	%BF = (0.3079 * SF SS + Tr) + 1.9959	
Sarría et al. (1998)	Spain	NR	M	9.8 \pm 0.8 (7.0-10.9)	36	JN	HW	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.64	0.0068	NR	Dens = 1.1417 - (0.0633 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)
		NR	M	12.3 \pm 0.8 (11.0-13.9)	81	JN		0.68	0.0068	NR	Dens = 1.1516 - (0.0658 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)	
		NR	M	15.3 \pm 0.8 (14.0-16.9)	58	JN		0.61	0.0069	NR	Dens = 1.1690 - (0.0693 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)	
		NR	M	7.0-16.9)	175	JN		0.48	0.01	NR	Dens = 1.1579 - (0.0685 * Log SF Bi+Tr+SS+SI)	
Dezenberg et al. (1999)	United States	Health, White, Black	M/F	(4.0-10.9)	135	67	DXA	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF Ch, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Hi, Gi Wa	0.90	0.44	NR	BF (kg) = (0.491 * BM) - 6.918
		Health, White, Black	M/F	(4.0-10.9)	135	67		0.94	0.34	NR	BF (kg) = (0.334 * BM) + (0.285 * SF Tr) - 6.249	
		Health, White, Black	M/F	(4.0-10.9)	135	67		0.95	0.46	NR	BF (kg) = (0.342 * BM) + (0.256 * SF Tr) - (0.837 * Sex) - 7.388 [Sex: 1 = male; 2 = female]	
		Health, White, Black	M/F	(4.0-10.9)	135	67		0.95	0.50	NR	BF (kg) = (0.332 * BM) + (0.263 * SF Tr) + (0.760 * Sex) + (0.704 * Ethnicity) - 8.004 [Sex: 1 = male; 2 = female] [Ethnicity: 1 = white; 2 = black]	
		Health, White, Black	M/F	(4.0-10.9)	135	67		0.95	0.51	NR	BF (kg) = (0.308 * BM) + (0.230 * SF Tr) + (0.641 * Sex) + (0.857 * Ethnicity) + (0.053 * SF Ab) - 7.62 [Sex: 1 = male; 2 = female] [Ethnicity: 1 = white; 2 = black]	
Housh et al. (2000)	United States	White, Wrestler	NR	11.3 \pm 1.6 (7.8-13.9)	100	37	HW	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF Ch, SF SI A, SF MA, SF SS, SF Th, SF Tr	NR	0.0064	0.78	Dens = 1.056 - (0.00098 * SF Tr) + (0.00132 * Age) - (0.0017 * SF SI A) + (0.00031 * BM)
Lohman et al. (2000)	United States	Native American	M/F	9.1 \pm 1.0 (7.0-11.0)	98	LOO	D2O	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa	0.74	NR	NR	%BF = - 1.03 - (0.28 * Age) + (3.12 * Sex) + (0.58 * Gi Wa)
		Native American	M/F	9.1 \pm 1.0 (7.0-11.0)	98	LOO		0.83	NR	NR	%BF = 17.66 - (0.08 * Age) + (2.4 * Sex) + (0.21 * BM) + (0.38 * SF Tr) + (0.20 * SF SI)	
Bray et al. (2001)	United States	White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca L, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ca, Gi Hi, Gi Wa, Br An, Br Sh, Br Hi, Br Pe, Br El	0.85	NR	NR	%BF = 10.44 + (1.58 * SF Bi)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.81	NR	NR	%BF = 6.77 + (1.26 * SF Tr)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.77	NR	NR	%BF = 12.46 + (0.94 * SF SI)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.77	NR	NR	%BF = 13.26 + (1.17 * SF SS)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.77	NR	NR	%BF = 10.00 + (1.09 * SF Ca L)	

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Bray et al. (2001)	United States	White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca L, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ca, Gi Hi, Gi Wa, Br An, Br Sh, Br Hi, Br Pe, Br El	0.76	NR	NR	%BF = 7.37 + (0.79 * SF Th)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.70	NR	NR	%BF = - 39.18 + (0.83 * Gi Hi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.64	NR	NR	%BF = - 20.83 + (0.73 * Gi Wa)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.58	NR	NR	%BF = - 41.87 + (2.28 * Gi Ca)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.35	NR	NR	%BF = - 26.68 + (2.15 * Br Pe)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.34	NR	NR	%BF = - 37.19 + (9.78 * Br El)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.26	NR	NR	%BF = - 30.36 + (2.57 * Br Hi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.09	NR	NR	%BF = - 3.71 + (0.95 * Br Sh)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.00	NR	NR	%BF = 27.17 - (0.08 * Br An)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = 9.02 + (1.09 * SF Bi) + (0.42 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.88	NR	NR	%BF = 8.09 + (0.29 * SF Th) + (1.15 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.88	NR	NR	%BF = 10.07 + (0.35 * SF SI) + (1.10 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.88	NR	NR	%BF = 8.06 + (0.52 * SF Tr) + (1.01 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.88	NR	NR	%BF = 10.40 + (0.42 * SF SS) + (1.12 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.87	NR	NR	%BF = - 4.88 + (1.24 * SF Bi) + (0.24 * Gi Hi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.87	NR	NR	%BF = 6.31 + (0.44 * SF Th) + (0.62 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.86	NR	NR	%BF = 3.23 + (1.36 * SF Bi) + (0.15 * Gi Wa)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.86	NR	NR	%BF = - 0.48 + (1.39 * SF Bi) + (0.43 * Gi Ca)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.86	NR	NR	%BF = 4.51 + (0.27 * Br BT) + (1.50 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.86	NR	NR	%BF = 8.17 + (0.53 * SF SS) + (0.79 * SF Tr)	
White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.86	NR	NR	%BF = 5.29 + (0.17 * Br Sh) + (1.55 * SF Bi)			
White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.86	NR	NR	%BF = 6.71 + (0.79 * SF Tr) + (0.49 * SF Ca L)			

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Bray et al. (2001)	United States	White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca L, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ca, Gi Hi, Gi Wa, Br An, Br Sh, Br Hi, Br Pe, Br El	0.86	NR	NR	%BF = - 13.71 + (0.89 * SF Tr) + (0.33 * Gi Hi)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.91	NR	NR	%BF = 7.26 + (0.25 * SF Th) + (0.77 * SF Bi) + (0.36 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.90	NR	NR	%BF = 9.11 + (0.25 * SF SI) + (0.87 * SF Bi) + (0.32 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.90	NR	NR	%BF = 9.26 + (0.30 * SF SS) + (0.85 * SF Bi) + (0.34 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.90	NR	NR	%BF = 7.80 + (0.35 * SF Tr) + (0.83 * SF Bi) + (0.32 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.90	NR	NR	%BF = 8.51 + (0.31 * SF SS) + (0.24 * SF Th) + (0.85 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.90	NR	NR	%BF = 8.46 + (0.25 * SF SI) + (0.21 * SF Th) + (0.89 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.90	NR	NR	%BF = - 1.89 + (0.91 * SF Bi) + (0.37 * SF Ca L) + (0.17 * Gi Hi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = 8.50 + (0.25 * SF SI) + (0.37 * SF Tr) + (0.83 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = 7.21 + (0.21 * SF Th) + (0.35 * SF Tr) + (0.87 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = 8.60 + (0.30 * SF SS) + (0.40 * SF Tr) + (0.81 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = - 3.57 + (0.46 * SF Tr) + (0.82 * SF Bi) + (0.18 * Gi Hi)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = 2.21 + (0.22 * Br Sh) + (1.04 * SF Bi) + (0.43 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = 7.33 + (0.39 * SF SS) + (0.32 * SF Th) + (0.45 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR		0.89	NR	NR	%BF = - 1.36 + (0.24 * SF Th) + (0.97 * SF Bi) + (0.15 * Gi Hi)	
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR		0.44	NR	NR	%BF = 9.63 + (0.80 * SF Tr)	
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR		0.41	NR	NR	%BF = 10.62 + (0.75 * SF Ca L)	
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR		0.34	NR	NR	%BF = 11.75 + (1.10 * SF Bi)	
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR		0.17	NR	NR	%BF = 10.86 + (1.18 * SF SS)	
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR		0.71	NR	NR	%BF = 19.18 + (1.09 * SF Bi)	

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Bray et al. (2001)	United States	White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca L, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ca, Gi	0.65	NR	NR	%BF = 23.80 + (0.69 * SF SS)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR		Hi, Gi Wa, Br An, Br Sh, Br Hi, Br Pe, Br El	0.62	NR	NR	%BF = 21.90 + (0.64 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR			0.60	NR	NR	%BF = 18.30 + (0.81 * SF Tr)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR			0.45	NR	NR	%BF = 8.15 + (0.73 * SF Tr) + (0.38 * SF SS)
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR			0.48	NR	NR	%BF = 9.06 + (0.50 * SF Tr) + (0.38 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR			0.47	NR	NR	%BF = 9.57 + (0.57 * SF Bi) + (0.54 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR			0.80	NR	NR	%BF = 17.42 + (0.73 * SF Bi) + (0.34 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR			0.73	NR	NR	%BF = 17.24 + (0.46 * SF Tr) + (0.40 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR			0.73	NR	NR	%BF = 19.04 + (0.42 * SF Tr) + (0.44 * SF SS)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR			0.91	NR	NR	%BF = 7.26 + (0.76 * SF Bi) + (0.36 * SF Ca L) + (0.24 * SF Th)
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR			0.52	NR	NR	%BF = 8.30 + (0.52 * SF Bi) + (0.39 * SF Ca L) + (0.19 * SF Th)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR			0.84	NR	NR	%BF = 17.66 + (0.27 * SF SS) + (0.52 * SF Bi) + (0.26 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR			0.91	NR	NR	%BF = 7.66 + (0.22 * SF SS) + (0.21 * SF Th) + (0.64 * SF Bi) + (0.31 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR			0.54	NR	NR	%BF = 7.87 + (0.15 * SF Th) + (0.28 * SF Tr) + (0.39 * SF Bi) + (0.26 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR			0.85	NR	NR	%BF = 16.48 + (0.24 * SF SS) + (0.08 * SF Th) + (0.46 * SF Bi) + (0.26 * SF Ca L)
		White, Black, Tanner 1,2	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	129	NR			0.90	NR	NR	%BF = 8.71 + (0.19 * SF SS) + (0.76 * SF Bi) + (0.18 * SF SI) + (0.33 * SF Tr)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Bray et al. (2001)	United States	White, Black, Tanner 1,2, Leaner	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	65	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca L, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ca, Gi	0.48	NR	NR	%BF = 8.21 + (0.12 * SF SS) + (0.41 * SF Bi) + (0.11 * SF SI) + (0.57 * SF Tr)
		White, Black, Tanner 1,2, Fatter	M/F	10.8 \pm 0.1 (10)	64	NR		Hi, Gi Wa, Br An, Br Sh, Br Hi, Br Pe, Br El	0.81	NR	NR	%BF = 17.47 + (0.28 * SF SS) + (0.57 * SF Bi) + (0.04 * SF SI) + (0.17 * SF Tr)
Hui et al. (2001)	China	NR	M	10.6 \pm 1.3 (8-13)	75	NR	HW	SF Ca, SF SS, SF Tr	NR	4.99	0.71	%BF = 1.145 + (0.952 * SF Tr) + (0.545 * SF SS)
		NR	M	10.6 \pm 1.3 (8-13)	75	NR			NR	5.18	0.68	%BF = 0.31 + (1.481 * SF Tr)
		NR	F	10.4 \pm 1.1 (8-13)	66	NR			NR	4.49	0.64	%BF = 3.794 + (0.494 * SF Ca) + (0.933 * SF SS)
		NR	F	10.4 \pm 1.1 (8-13)	66	NR			NR	5.07	0.53	%BF = 2.577 + (1.277 * SF Ca)
Louie et al. (2001)	China	NR	M	9.4 \pm 1.9 (6-12)	44	NR	HW	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF Th, SF Tr	0.68	3.69	NR	%BF = 6.394 + (0.589 * SF Tr+Ca)
		NR	M	9.4 \pm 1.9 (6-12)	44	NR			0.77	3.26	NR	%BF = 6.5 + (0.358 * SF Tr+Th+Ab)
Treuth et al. (2001)	United States	Health, Prepubescent	F	8.5 \pm 0.4 (8-9)	101	NR	DXA	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Hi, Gi Wa	0.75	1.01	NR	BF (kg) = (0.40 * BM) - 5.13
		Health, Prepubescent	F	8.5 \pm 0.4 (8-9)	101	NR			0.84	0.81	NR	BF (kg) = (0.28 * BM) + (0.17 * SF SI) - 3.72
		Health, Prepubescent	F	8.5 \pm 0.4 (8-9)	101	NR			0.87	0.74	NR	BF (kg) = (0.23 * BM) + (0.12 * SF SI) + (0.14 * SF Tr) - 3.56
		Health, Prepubescent	F	8.5 \pm 0.4 (8-9)	101	NR			0.88	0.71	NR	BF (kg) = (0.23 * BM) + (0.08 * SF SI) + (0.12 * SF Tr) + (0.10 * SF SS) - 3.71
		Health, Prepubescent	F	8.5 \pm 0.4 (8-9)	101	NR			0.89	0.69	NR	BF (kg) = (0.22 * BM) + (0.07 * SF SI) + (0.09 * SF Tr) + (0.11 * SF SS) + (0.05 * SF Th) - 3.86
Kerruish et al. (2002)	Australia	With Anorexia Nervosa	F	15.5 \pm 1.3 (13.4-17.8)	23	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Ar	0.68	NR	NR	%BF = - 1.91 + (2.14 * SF Tr)
		Control Group	F	15.1 \pm 1.6 (13.1-18.0)	25	NR			0.88	NR	NR	%BF = - 15.99 + (1.13 * Gi Ar) + (0.50 * SF Tr) + (0.39 * SF SI)
Huang et al. (2003)	United States	Latino	M/F	(7-13)	64	32	DXA	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Hi, Gi	0.86	NR	NR	BF (kg) = (0.523 * BM) - 9.1
		Latino	M/F	(7-13)	64	32		Wa	0.92	NR	NR	BF (kg) = (0.626 * BM) - (1.703 * Age) + 3.457
		Latino	M/F	(7-13)	64	32			0.92	NR	NR	BF (kg) = (0.632 * BM) - (1.606 * Age) - (1.882 * Sex) + 3.33 [Sex: 0 = girl; 1 = boy]
		Latino	M/F	(7-13)	64	32			0.96	NR	NR	BF (kg) = (0.764 * BM) - (0.471 * St) + 45.955
		Latino	M/F	(7-13)	64	32			0.96	NR	NR	BF (kg) = (0.682 * BM) - (0.409 * St) + (0.113 * SF Ab) + 38.632

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Huang et al. (2003)	United States	Latino	M/F	(7-13)	64	32	DXA	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Hi, Gi Wa	0.97	NR	NR	$BF (kg) = (0.665 * BM) - (0.377 * St) + (0.113 * SF Ab) - (1.382 * Sex) + 35.308$ [Sex: 0 = girl; 1 = boy]
		Latino	M/F	(7-13)	64	32			0.97	NR	NR	$BF (kg) = (0.649 * BM) - (0.311 * St) + (0.132 * SF Ab) - (1.837 * Sex) - (0.962 * Tanner) + 27.754$ [Sex: 0 = girl; 1 = boy] [Tanner stage: 0 = prepubescent to 4 = Adult]
Cameron et al. (2004)	South Africa	Prepubescent	M	(9)	78	40	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr	0.71	3.15	NR	$\%BF = (10.693 * Age) + (1.194 * SF Tr+SI) - [2.2 * 10^{-4} * (SF Tr+SI)] - 95.165$
		Prepubescent	M	(9)	78	40			0.75	2.93	NR	$\%BF = (11.078 * Age) + (1.244 * SF Tr+Bi+SI) - [8.822 * 10^{-4} * (SF Tr+Bi+SI)] - 102.83$
		Prepubescent	M	(9)	78	40			0.76	2.90	NR	$\%BF = (10.897 * Age) + (1.133 * SF Tr+Bi+SS+SI) - [7.588 * 10^{-4} * (SF Tr+Bi+SS+SI)] - 103.973$
		Prepubescent	M	(9)	78	40			0.76	2.87	NR	$\%BF = (10.677 * Age) + (0.626 * SF Tr+Bi+SS+SI+Th) - [2.067 * 10^{-4} * (SF Tr+Bi+SS+SI+Th)] - 99.075$
		Prepubescent	M	(9)	78	40			0.72	3.13	NR	$\%BF = (10.576 * Age) + [0.398 * SF Tr+Bi+SS+SI+Th+Ca] - [5.61 * 10^{-4} * (SF Tr+Bi+SS+SI+Th+Ca)] - 96.376$
		Prepubescent	F	(9)	56	40			0.74	3.74	NR	$\%BF = (8.356 * Age) + (1.266 * SF SI+Th) - [1.180 * 10^{-4} * (SF SI+Th)] - 72.842$
		Prepubescent	F	(9)	56	40			0.75	3.63	NR	$\%BF = (8.429 * Age) + (1.012 * SF SS+SI+Th) - [7.174 * 10^{-4} * (SF SS+SI+Th)] - 74.645$
		Prepubescent	F	(9)	56	40			0.76	3.56	NR	$\%BF = (7.913 * Age) + (0.612 * SF SS+SI+Th+Ca) - [2.367 * 10^{-4} * (SF SS+SI+Th+Ca)] - 68.876$
		Prepubescent	F	(9)	56	40			0.77	3.51	NR	$\%BF = (7.763 * Age) + (0.504 * SF Bi+SS+SI+Th+Ca) - [1.44 * 10^{-4} * (SF Bi+SS+SI+Th+Ca)] - 66.760$
Prepubescent	F	(9)	56	40	0.75	3.54	NR	$\%BF = (7.759 * Age) + (0.365 * SF Tr+Bi+SS+SI+Th+Ca) - [6.69 * 10^{-4} * (SF Tr+Bi+SS+SI+Th+Ca)] - 64.890$				
Paineau et al. (2008)	France	Health	M	8.6 ± 1.2 (6-11)	30	NR	3C Model (ADP, D2O)	BM, St, SH, TH, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi An, Gi Bi, Gi Ch, Gi El, Gi Hi, Gi Kn, Gi Th, Gi Wa, Gi Wr, Le Ar, Le DT, Le LL, Le Th, Le Sh, Br BD	0.84	NR	NR	$BF (kg) = - 19.481 + (0.361 * SF SI) + (0.166 * Gi Ch) + (1.045 * Gi Kn) - (0.381 * Gi Bi) - (0.289 * Le Th)$
		Health	F	8.8 ± 1.1 (6-11)	25	NR			0.84	NR	NR	$BF (kg) = - 18.398 + (0.361 * SF SI) + (0.166 * Gi Ch) + (1.045 * Gi Kn) - (0.381 * Gi Bi) - (0.289 * Le Th)$
		Health	M/F	8.7 ± 1.1 (6-11)	55	NR			0.80	NR	NR	$BF (kg) = - 21.364 + (0.149 * SF SI+SS) + (0.166 * Gi Ch) + (1.002 * Gi Kn) - (0.314 * Gi Bi) - (0.218 * Le Th)$

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Paineau et al. (2008)	France	Health	M/F	8.7 \pm 1.1 (6-11)	55	NR	3C Model (ADP, D2O)	BM, St, SH, TH, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi An, Gi Bi, Gi Ch, Gi El, Gi Hi, Gi Kn, Gi Th, Gi Wa, Gi Wr, Le Ar, Le DT, Le LL, Le Th, Le Sh, Br BD	0.71	NR	NR	BF (kg) = - 25.745 + (0.493 * Gi Ch)
White et al. (2008)	Australia	Oncology	M/F	10.3 \pm 3.3 (5.4-16.4)	23	NR	ADP	BM, St, SF Tr, Gi Ar	0.36	NR	NR	%BF = (1.166 * Gi Ar) + 6.0229
		Oncology	M/F	10.3 \pm 3.3 (5.4-16.4)	23	NR			0.53	NR	NR	%BF = (1.182 * SF Tr) + 13.053
Wickramasinghe et al. (2008)	Sri Lanka	Health	M/F	(5-15)	282	PR	D2O	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.76	NR	NR	BF (kg) = (0.68 * Age) + (0.246 * SF Tr) + (0.383 * SF SS) - (1.61 * Sex) - 3.45 [Sex: 1 = male; 0 = female]
		Health	M/F	(5-15)	282	PR			0.47	NR	NR	%BF = (-0.28 * Age) + (0.49 * SF Tr) + (0.34 * SF SS) - (7.94 * Sex) - 26.8 [Sex: 1 = male; 0 = female]
Chan et al. (2009)	China	With Obesity	M	11.8 \pm 2.6 (7-18)	101	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa, Gi Hi	0.30	NR	NR	%BF = 19.088 + (0.157 * SF Tr+Bi+SS+SI)
		With Obesity	F	12.2 \pm 3.0 (7-18)	37	NR			0.15	NR	NR	%BF = 28.725 + (0.089 * SF Tr+Bi+SS+SI)
Kagawa et al. (2009)	Australia	White, Indigenous	M	(9-15)	80	NR	DXA	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF SS, SF Sp, SF Th, SF Tr, Gi Ab, Gi An, Gi Ar, Gi Ar C, Gi Ca, Gi Ch, Gi FA, Gi He, Gi Gl, Gi Th, Gi Th M, Gi Wa, Gi Wr, Le AcR, Le RS, Le Ft, Le MD, Le TT, Br BA, Br BI, Br Ch T, Br BH, Br BF, He Ti	0.94	0.161	NR	Ln BF (g) = 3.025 + (1.194 * Ln SF Tr+SS+Bi+IC+Sp+Ab+Th+Ca) + (0.058 * Age)
		White, Indigenous	M	(9-15)	80	NR			0.90	0.213	NR	Ln BF (g) = -7.510 + (4.068 * Ln Gi Ab) + (0.072 * Age)
		White, Indigenous	M	(9-15)	80	NR			0.71	0.367	NR	Ln BF (g) = 9.152 + (0.45 * BM) - (0.181 * Age)
		White, Indigenous	F	(10-15)	64	NR			0.95	0.133	NR	Ln BF (g) = 3.050 + (1.137 * Ln SF Tr+SS+Bi+IC+Sp+Ab+Th+Ca) + (0.079 * Age)
		White, Indigenous	F	(10-15)	64	NR			0.95	0.132	NR	Ln BF (g) = -5.115 + (3.366 * Ln Gi Ab) - (0.131 * Ethnicity) [Ethnicity: 1 = indigenous; 0 = caucasian]
		White, Indigenous	F	(10-15)	64	NR			0.88	0.210	NR	Ln BF (g) = 8.256 + (0.40 * BM) - (0.061 * Age)
Wu et al. (2009)	China	Health	M	(13-16)	66	NR	DXA	SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF Ch, SF IC, SF SS, SF Th, SF Tr	NR	NR	NR	%BF = 12.824 + (0.444 * SF Ch) + (0.241 * SF SS)
		Health	F	(13-16)	65	NR			NR	NR	NR	%BF = 19.655 + (0.315 * SF Tr) + (0.202 * SF SS)
Kriemler et al. (2010)	Switzerland	NR	M/F	(6.0-13.0)	372	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa	0.75	NR	NR	%BF = - 7.46 - (2.08 * Sex) - (0.44 * Age) + (15.01 * Log SF Tr) [Sex: 1 = Male; 0 = Female]

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Kriemler et al. (2010)	Switzerland	NR	M/F	(6.0-13.0)	372	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa	0.78	NR	NR	%BF = - 9.92 - (2.64 * Sex) - (0.80 * Age) + (11.85 * Log SF Tr) + (0.23 * Gi Wa) [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
		NR	M/F	(6.0-13.0)	372	NR			0.82	NR	NR	%BF = - 16.22 - (1.83 * Sex) - (0.59 * Age) + (16.13 * Log SF Tr+SS) [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
		NR	M/F	(6.0-13.0)	372	NR			0.85	NR	NR	%BF = - 19.68 - (1.64 * Sex) - (0.64 * Age) + (14.77 * Log SF Tr+Bi+SI+SS) [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
		NR	M/F	(6.0-13.0)	372	NR			0.58	NR	NR	%BF = - 1.51 - (4.69 * Sex) - (1.18 * Age) + (0.64 * Gi Wa) [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
Yeung and Hui (2010)	China	Health	M	14.4 ± 2.8 (9-19)	142	NR	ADP	BM, St, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ar, Gi Wa	0.88	3.7	0.94	%BF = 22.091 - [0.003 * (SF Tr+Ca+SI)] + (0.76 * SF Tr+Ca+SI) - (0.147 * St)
		Health	F	14.5 ± 2.4 (9-18)	88	NR			0.71	3.38	0.84	%BF = 17.539 + (0.303 * SF Tr+Ca) + (0.516 * St) - (0.175 * Gi Wa)
		Health	M	14.4 ± 2.8 (9-19)	142	NR			0.81	4.67	0.9	%BF = 14.405 + (1.479 * SF Tr) - (0.856 * Age)
		Health	F	14.5 ± 2.4 (9-18)	88	NR			0.64	3.77	0.8	%BF = 13.936 + (1.17 * SF Tr) - (0.502 * Age)
Midorikawa et al. (2011)	Japan	Health	M	10 ± 2 (6-12)	54	18	DXA	BM, St, SF SS, SF Tr	0.91	1.54	NR	BF (kg) = [2.7209 * (SF Tr+SS) * St] - 1.0913 [Stature in m] [SF in cm]
		Health	F	9 ± 2 (6-12)	44	11			0.92	0.99	NR	BF (kg) = [2.2190 * (SF Tr+SS) * St] + 0.3191 [Stature in m] [SF in cm]
Pallaro et al. (2011)	Argentina	NR	NR	(6-9)	140	NR	D2O	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Wa	0.86	NR	NR	BF (kg) = - 2.83 + (0.25 * BM) + (0.09 * SF Bi+Tr+SS+SI)
		NR	NR	(6-9)	140	NR			0.84	NR	NR	BF (kg) = - 5.36 + (0.31 * BM) + (0.35 * SF Tr)
		NR	NR	(6-9)	140	NR			0.69	NR	NR	BF (kg) = - 9.86 + (0.34 * BM) + (0.14 * Gi Wa)
Rieken et al. (2011)	Netherlands	With Severe Neurologic Impairment and Intellectual Disability	M/F	10.1 ± 4.3	61	NR	D2O	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr, Le Ti	0.44	NR	NR	%BF = 18.9 + (0.63 * SF Bi+Tr+SS+SI)
Flavel et al. (2012)	Australia	White	M	12.1 ± 3.4 (6-17)	37	NR	DXA	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF SS, SF Sp, SF Th, SF Tr, Gi Hi, Gi Wa	0.91	3.04	NR	%BF = 1.09 + (0.63 * SF Tr) + (0.36 * SF Th) + (0.50 * SF Sp) - (0.16 * SF Ab) + (0.33 * SF Bi)
Hoffman et al. (2012)	Brazil	Health	M/F	9.8 ± 1.3	115	30	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr	0.62	1.453	NR	BF (kg) = - 3.019 + (0.318 * BM)
		Health	M/F	9.8 ± 1.3	115	30			0.69	1.325	NR	BF (kg) = - 3.790 + (0.266 * BM) + (0.196 * SF Tr)
		Health	M/F	9.8 ± 1.3	115	30			0.74	1.202	NR	BF (kg) = 6.583 + (0.460 * BM) + (0.183 * SF Tr) - (12.110 * St) [Stature in m]

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Hoffman et al. (2012)	Brazil	Health	M/F	9.8 \pm 1.3	115	30	DXA	BM, St, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr	0.75	1.180	NR	BF (kg) = 6.921 + (0.464 * BM) + (0.157 * SF Tr) - (12.548 * St) + (0.580 * Sex) [Sex: 0 = Male; 1 = Female] [Stature in m]
		Health	M/F	9.8 \pm 1.3	115	30			0.77	1.204	NR	BF (kg) = 6.371 + (0.488 * BM) + (0.128 * SF Tr) - (11.138 * St) + (0.645 * Sex) - (0.188 * Age) [Sex: 0 = Male; 1 = Female] [Stature in m]
Nasreddine et al. (2012)	Lebanon	Health	M	9.3 \pm 0.8 (8-10)	77	NR	D2O	BM, St, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Wa, Gi Hi	0.91	2.901	NR	%BF = - 3.946 + (0.011 * Age) - (0.205 * St) + (0.646 * Gi Hi) + (0.329 * SF Tr) + (0.257 * SF Th)
		Health	M	9.3 \pm 0.8 (8-10)	77	NR			0.90	3.070	NR	%BF = - 3.454 - (0.0004 * Age) - (0.243 * St) + (0.763 * Gi Hi) + (0.432 * SF Tr) + (0.167 * SF IC)
		Health	F	9.1 \pm 0.8 (8-10)	81	NR			0.82	3.260	NR	%BF = 12.387 + (0.104 * Age) - (0.084 * St) + (0.726 * SF Tr) + (0.311 * SF IC) + (0.241 * SF Th)
		Health	F	9.1 \pm 0.8 (8-10)	81	NR			0.81	3.288	NR	%BF = 5.418 + (0.079 * Age) - (0.063 * BM) + (0.761 * SF Tr) + (0.310 * SF IC) + (0.245 * SF Th)
Ramírez et al. (2012)	Mexico	Indigenous, Non-indigenous	M/F	9.6 \pm 2.4 (6-15)	167	169	D2O	BM, St, SF Tr	0.91	NR	NR	BF (kg) = (- 1.067 * Sex) + (0.458 * SF Tr) + (0.263 * BM) - 5.407 [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
Machado et al. (2013)	Brazil	Health	M	13.7 \pm 3.0 (8-18)	408	PR	DXA	BM, St, SH, SF Ab V, SF Ab H, SF Bi, SF Ca, SF Ch, SF SI, SF MA, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ab, Gi Ar, Gi Ar C, Gi Ca, Gi Ch, Gi FA, Gi Hi, Gi Th P, Gi Wa, Gi Wr, Br BA, Br BI, Br BM, Br BT, Br Ch, Br El, Br Kn, Br Wr	0.98	1.67	NR	BF (kg) = (- 0.0857 * St) + (0.3139 * BM) + (0.1970 * SF IC) + (0.2350 * SF Ab H) - (0.6571 * PHV) [PHV – Peak Height Velocity = - 9.236 + (0.0002708 * Le LL * SH) - (0.001663 * Age * Le LL) + (0.007216 * Age * SH) + (0.02292 * (BM/St) * 100)]

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Stevens et al. (2014)	United States	NR	M	12.4 (8-17)	3334	1/3 of the sample	DXA	BM, St, SF Tr, Gi Wa	0.89	NR	NR	%BF = 28.009373 - [0.038460 * (Age - 161)] + [0.003317 * (Age - 161)] - (0.425327 * Ethnicity 1) + (0.350376 * Ethnicity 2) + (0.238080 * Ethnicity 3) - (0.106154 * Ethnicity 4) - [0.113560 * (BM - 56)] - [10.010607 * (St - 1.58)] + [0.353623 * (Gi Wa - 76)] + [0.690984 * (SF Tr - 15)] - [0.016657 * (SF Tr - 15)] - [0.000852 * (Age - 161) * (BM - 56)] [Stature in m] [Ethnicity 1 = Black; 2 = Mexican; 3 = Other Hispanic; 4 = other non-Hispanic; Insert 1 for the correspondent Ethnicity and 0 for Others options] [Menses = menarche status: 0 if have not started period; 1 if started period]
		NR	F	12.4 (8-17)	2040	1/3 of the sample			0.83	NR	NR	%BF = 31.836841 - (0.609018 * menses) + [0.003317 * (age - 161)] - (0.975391 * Ethnicity 1) + (0.499227 * Ethnicity 2) + (0.602171 * Ethnicity 3) + (0.173877 * Ethnicity 4) + [0.053756 * (BM - 56)] - [18.641446 * (St - 1.58)] + [0.218830 * (Gi Wa - 76)] + [0.744310 * (SF Tr - 15)] - [0.018648 * (SF Tr - 15)] - [0.194114 * menses * (SF Tr - 15)] + [0.005748 * menses * (SF Tr)] [Stature in m] [Ethnicity 1 = Black; 2 = Mexican; 3 = Other Hispanic; 4 = other non-Hispanic; Insert 1 for the correspondent Ethnicity and 0 for Others options] [Menses = menarche status: 0 if have not started period; 1 if started period]
Neves et al. (2014)	Brazil	With cerebral palsy	M	5.5 \pm 0.6 (5.0-6.6)	10	NR	DXA	BM, ST, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr	1.0			%BF = -80.791 + (0.513 * BM) + (62.373 * St) - (1.589 * SF Tr) + (9.302 * SF Bi) + (4.630 * SF SI) + (1.831 * SF Th) - (0.576 * SF Ab) - (1.625 * SF Ca) - (5.268 * SF SS)
		With cerebral palsy	M	5.5 \pm 0.6 (5.0-6.6)	10	NR			0.89			%BF = 7.735 + (1.275 * BM) - (25.698 * St) + (2.876 * SF Bi) - (0.347 * SF Th) + (2.265 * SF SI)
		With cerebral palsy	M	5.5 \pm 0.6 (5.0-6.6)	10	NR			0.88			%BF = 16.813 + (1.229 * BM) - (31.891 * St) + (1.867 * SF Bi) + (1.866 * SF SI)
		With cerebral palsy	M	5.5 \pm 0.6 (5.0-6.6)	10	NR			0.97			%BF = 42.274 - (86.213 * St) + (3.352 * BM) + (5.836 * SF Bi) - (1.532 * SF Ab)
Alicandro et al. (2015)	Italy	With Cystic Fibrosis, White	M/F	16 \pm 6 (8-31)	142	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.77	NR	NR	%BF = (- 0.025 * Age) - (2.168 * Sex) + (10.66 * In SF Bi+Tr) - 7.574 [Sex: 1 = Male; 0 = Female]

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Alicandro et al. (2015)	Italy	With Cystic Fibrosis, White	M/F	16 ± 6 (8-31)	142	NR	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	0.56	NR	NR	%BF = (- 0.278 * Age) - (5.015 * Sex) + (7.936 * In SF SS+SI) + 4.684 [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
		With Cystic Fibrosis, White	M/F	16 ± 6 (8-31)	142	NR			0.73	NR	NR	%BF = (- 0.200 * Age) - (3.561 * Sex) + (11.028 * In SF Bi+Tr+SS+SI) - 13.689 [Sex: 1 = Male; 0 = Female]
Santi-Maria et al. (2015)	Brazil	Soccer Player, Goalkeepers	M	14.7 ± 2.5	22	NR	DXA	BM, St, SH, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr	0.91	2.24	0.96	%BF = 17.15 - (0.458 * Age) + (0.665 * SF SI) + (0.732 * SF Ca)
		Soccer Player, Goalkeepers	M	14.7 ± 2.5	22	NR			0.93	2.01	0.97	%BF = 22.38 - (0.765 * Age) + (0.52 * SF Ab) + (0.662 * SF Ca)
		Soccer Player, Goalkeepers	M	14.7 ± 2.5	22	NR			0.94	1.89	0.97	%BF = 20.38 - (0.695 * Age) + (0.298 * SF SI) + (0.344 * SF Ab) + (0.595 * SF Ca)
		Soccer Player, Camp players	M	15.2 ± 2.4	141	NR			0.74	2.34	0.87	%BF = 22.44 - (0.868 * Age) + (0.602 * SF SI) + (0.455 * SF Th)
		Soccer Player, Camp players	M	15.2 ± 2.4	141	NR			0.71	2.29	0.85	%BF = 22.040 - (0.823 * Age) + (0.440 * SF Ab) + (0.518 * SF Th)
		Soccer Player, Camp players	M	15.2 ± 2.4	141	NR			0.75	2.28	0.87	%BF = 22.46 - (0.866 * Age) + (0.642 * SF SI) - (0.055 * SF Ab) + (0.464 * SF Th)
Stevens et al. (2016)	United States	NR	M	(8-19)	*1862	*622	DXA	BM, St, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Ca, Gi Th, Gi Wa, Le LL, Le UL	0.82	NR	NR	%BF = 2.3211 * 10 ⁻¹ - (1.28943 * St * 10 ⁻¹) + (1.162 * SF Tr * 10 ⁻¹) - (2.7654178 * SF Tr * 10 ⁻¹) - (3.15709 * SF SS * 10 ⁻¹) - (6.060331 * SF SS * 10 ⁻¹) + (3.01944 * Gi Wa * 10 ⁻¹) - (9.80834 * Gi Ar * 10 ⁻¹) - (3.15265 * Gi Ar * 10 ⁻¹) + (1.565837715 * Gi Ar * 10 ⁻¹) + (6.571230765 * Gi Th * 10 ⁻¹) - (1.26832 * Le UL * 10 ⁻¹) - (4.84079 * Age * BM * 10 ⁻¹) + (5.151885 * Age * SF Tr * 10 ⁻¹) - (1.90918 * Age * SF Tr * 10 ⁻¹) - (3.63375 * Age * SF SS * 10 ⁻¹) + (2.195584 * Age * SF SS * 10 ⁻¹) - (1.662515603 * Age * Gi Wa * 10 ⁻¹) - (1.621491901 * Age * Gi Ca * 10 ⁻¹) - (4.87775915 * Age * Le LL * 10 ⁻¹)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Stevens et al. (2016)	United States	NR	M	(8-19)	*1862	*622	DXA	BM, St, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Ca, Gi Th, Gi Wa, Le LL, Le UL	0.82	NR	NR	$\%BF = 3.6085787 * 10^{-1} - (1.67399 * St * 10^{-1}) - (1.296052701 * St * 10^{-1}) - (1.00768 * SF Tr * 10^{-1}) - (3.9845783 * SF Tr * 10^{-1}) - (7.588729 * SF SS * 10^{-1}) + (3.31566 * Gi Wa * 10^{-1}) + (1.06071 * Gi Ar * 10^{-1}) - (4.19194 * Gi Ar * 10^{-1}) + (1.558653689 * Gi Ar * 10^{-1}) + (1.207514473 * Gi Th * 10^{-1}) - (7.67106 * Age * BM * 10^{-1}) + (5.371961 * Age * SF Tr * 10^{-1}) - (1.38642 * Age * SF Tr * 10^{-1}) - (6.66956 * Age * SF SS * 10^{-1}) + (2.573118 * Age * SF SS * 10^{-1}) - (1.3728715 * Age * SF SS * 10^{-1}) - (1.41269219 * Age * Gi Wa * 10^{-1}) + (1.077189548 * Age * Gi Ca * 10^{-1}) + (6.21806 * Age * Gi Ar * 10^{-1})$
		NR	M	(8-19)	*1862	*622			0.82	NR	NR	$\%BF = 2.8981976 * 10^{-1} - (1.35941 * St * 10^{-1}) + (1.18113 * SF Tr * 10^{-1}) - (2.7979736 * SF Tr * 10^{-1}) + (2.84699 * Gi Wa * 10^{-1}) - (3.21948943 * Gi Wa * 10^{-1}) - (9.41524 * Gi Ar * 10^{-1}) + (1.14367 * Gi Ar * 10^{-1}) + (2.618086745 * Gi Th * 10^{-1}) + (3.3784 * Age * BM * 10^{-1}) - (4.35591 * Age * BM * 10^{-1}) - (1.21586 * Age * BM * 10^{-1}) + (6.195151 * Age * SF Tr * 10^{-1}) - (1.97135 * Age * SF Tr * 10^{-1}) - (5.125534271 * Age * Gi Wa * 10^{-1}) + (6.54053575 * Age * Gi Ca * 10^{-1})$
		NR	M	(8-19)	*1862	*622				0.82	NR	NR
Neves et al. (2016)	Brazil	With cerebral palsy	M/F	5.6 ± 1.8 (3.0-10.9)	63	NR	DXA	BM, ST, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr	0.95	1.04		$BF (kg) = - 6.768 + (0.433 * BM) + (0.063 * SF Th) + (0.167 * SF SI)$
Britz et al. (2017)	Uruguay	NR	M/F	5.2 (4-6)	134	57	D2O	BM, ST, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Ca, Gi Wa	0.89			$BF (kg) = 0.841 + (0.408 * BM) + (0.137 * SF SS) + (0.104 * SF Tr) - (0.764 * Sex) - (0.054 * St)$

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean ± sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Cossio-Bolaños et al. (2017)	Chile	NR	M	13.4 ± 3.8	1950	NR	DXA	BM, St, SH, Gi Wa	0.64	4.65	0.8	BF (kg) = - 22.059 - (0.45 * Age) + (0.573 * Gi Wa)
		NR	M	13.4 ± 3.8	1950	NR			0.64	4.64	0.8	BF (kg) = - 29.401 - (0.65 * PHV) + (0.58 * Gi Wa) [PHV – Peak Height Velocity = - 9.236 + (0.0002708 * Le LL * SH) - (0.001663 * Age * Le LL) + (0.007216 * Age * SH) + (0.02292 * (BM/St) * 100)]
		NR	F	12.4 ± 3.7	1643	NR			0.73	4.42	0.85	BF (kg) = - 26.329 + (0.362 * Age) + (0.558 * Gi Wa)
		NR	F	12.4 ± 3.7	1643	NR			0.73	4.35	0.85	BF (kg) = - 19.779 + (0.459 * PHV) + (0.521 * Gi Wa) [PHV – Peak Height Velocity = - 9.376 + (0.0001882 * Le LL * SH) + (0.0022 * Age * Le LL) + (0.005841 * Age * SH) - (0.002658 * Age * BM) + (0.07693 * BM/St)]
Gómez-Campos et al. (2017)	Chile	Health, Soccer Player	M	15.6 ± 1.5 (13.0-17.9)	94	NR	DXA	BM, St, SH, SF Ab, SF Bi, SF IC, SF SS, SF Tr	0.72	1.95	0.85	%BF = 7.86 + (0.51 * SF Tr) + (0.165 * SF SS) + (0.56 * SF IC) - (1.33 * PHV) [PHV – Peak Height Velocity = - 9.236 + (0.0002708 * Le LL * SH) - (0.001663 * Age * Le LL) + (0.007216 * Age * SH) + (0.02292 * (BM/St) * 100)]
		Health, Soccer Player	M	15.6 ± 1.5 (13.0-17.9)	94	NR			0.75	1.86	0.87	%BF = 8.834 + (0.47 * SF Tr) + (0.017 * SF SS) + (0.29 * SF IC) + (0.27 * SF Ab) - (1.21 * PHV) [PHV – Peak Height Velocity = - 9.236 + (0.0002708 * Le LL * SH) - (0.001663 * Age * Le LL) + (0.007216 * Age * SH) + (0.02292 * (BM/St) * 100)]
		Health, Soccer Player	M	15.6 ± 1.5 (13.0-17.9)	94	NR			0.74	1.95	0.86	%BF = (0.008 * SF Bi) + (0.502 * SF Tr) + (0.051 * SF SS) + (0.24 * SF IC) + (0.28 * SF Ab) - (1.29 * PHV) [PHV – Peak Height Velocity = - 9.236 + (0.0002708 * Le LL * SH) - (0.001663 * Age * Le LL) + (0.007216 * Age * SH) + (0.02292 * (BM/St) * 100)]
González-Agüero et al. (2017)	Spain	With Down Syndrome	M/F	15.2 ± 1.8 (12-18)	23	NR	ADP	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF SS, SF Sp, SF Th, SF Tr, Gi Ar, Gi Ar F, Gi Ca, Gi Hi, Gi Th, Gi Wa, Br BH, Br BF	0.89	NR	NR	%BF = (0.97 * SF Tr) - (8.869 * Sex) + 15.6 [Sex: 0 = Female; 1 = Male]
Machado et al. (2017)	Brazil	Health	F	11.6 ± 2.4 (7-17)	84	PR	DXA	BM, St, SH, SF Ab H, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Ab, Gi Ar, Gi Ar C, Gi Ca, Gi Hi, Gi Th, Gi Wa, Br BA, Br BI, Br BH, Br BF	0.91	2.23	NR	BF (kg) = 2.8461916 + (0.3645630 * BM) + (0.1000325 * SF SI) - (0.2888978 * SF Ab H) - (0.4752146 * Gi Ar C)

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
De Lima et al. (2017)	Brazil	With HIV	M/F	(7-17)	48	NR	DXA	BM, St, SF Ab, SF Ca, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Wa	0.85	1.43	NR	$BF (kg) = -10.35622 + (0.6324226 * SF SS) + (0.2356916 * SF SS + Ab + Ca + Tr) - (0.2812848 * SF Ab) - (1.538853 * Sex) + (6.64786 * St) [Sex: 0 = Female; 1 = Male]$
Muniz et al. (2017)	Brazil	Health, Volleyball Players	M	18.1 ± 1.2 (16.4-20.2)	29	NR	DXA	BM, St, SH, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF SS, SF Th, SF Tr	0.76	1.82	0.89	$\%BF = 8.64 + (0.68 * SF Tr) - (0.42 * SF SS) + (0.39 * SF IC)$
		Health, Volleyball Players	M	18.1 ± 1.2 (16.4-20.2)	29	NR			0.79	1.85	0.89	$\%BF = 8.55 + (0.63 * SF Tr) - (0.42 * SF SS) + (0.38 * SF IC) + (0.06 * SF Th)$
		Health, Volleyball Players	M	18.1 ± 1.2 (16.4-20.2)	29	NR			0.80	1.81	0.89	$\%BF = 8.26 + (0.57 * SF Tr) - (0.42 * SF SS) + (0.40 * SF IC) - (0.15 * SF Ca)$
Ortiz-Hernández et al. (2017)	Mexico	NR	M	11.3 ± 2.7	191	100	DXA	BM, St, SH, SF Bi, SF Ca, SF SI, SF SS, SF Tr, Gi Ar, Gi Wa, Br BT, Br El	0.93	2.56	NR	$\%BF = 1.511 - (0.152 * St) - (0.431 * Gi Ar) + (0.213 * Gi Wa) + (21.271 * Log SF Tr) + (7.386 * Log SF SS) + (4.981 * Log SF SI)$
		NR	M	11.3 ± 2.7	191	100			0.92	2.61	NR	$\%BF = -1.791 + (0.329 * Age) - (0.033 * Age) - (0.141 * St) + (0.162 * Gi Wa) + (18.516 * Log SF Tr) + (6.013 * Log SF SS) + (5.633 * Log SF SI)$
Ripka et al. (2017)	Brazil	NR	M	14.9 ± 1.6 (12-17)	374	42	DXA	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF Ch, SF SI, SF Ax, SF SS, SF Th, SF Tr, Gi Wa	0.94	1.79	NR	$\%BF = 25.20 - (0.19 * Age) - (6.7 * St) + (0.21 * SF Th + Tr + Bi + SS) [Stature in m]$
		NR	M	14.9 ± 1.6 (12-17)	374	42			0.91	1.78	NR	$\%BF = 25.57 - (0.22 * Age) - (6.69 * St) + (0.28 * SF Tr + Ca + SS) [Stature in m]$
		NR	M	14.9 ± 1.6 (12-17)	374	42			0.85	1.87	NR	$\%BF = 33.60 - (0.50 * Age) - (8.47 * St) + (0.38 * SF Tr + SS) [Stature in m]$
Wendel et al. (2017)	United States	Health, Non-African American Tanner 1-3	M	(3-19)	*156	*2013	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	$\%BF = (13.12 * Log SF Tr + SS) - (15.46 * Log St) + 64.58$
		Health, Non-African American Tanner 4-5	M	(3-19)	*77	*1990			NR	NR	NR	$\%BF = (13.12 * Log SF Tr + SS) - (13.27 * Log St) + 50.92$
		Health, Non-African American Tanner 4-5	M	(3-19)	*232	*4003			NR	NR	NR	$\%BF = (14.28 * Log SF Tr + SS) - (21.50 * Log St) + 90.69$
		Health, Non-African American Tanner 1-3	F	(3-19)	*252	*3188			NR	NR	NR	$\%BF = (13.95 * Log SF Tr + SS) - (18.09 * Log St) + 77.17$
		Health, Non-African American Tanner 1-3	M	(3-19)	*156	*2013			NR	NR	NR	$\%BF = (12.41 * Log SF Tr + SS + Bi + SI) - (16.90 * Log St) + 66.78$

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Wendel et al. (2017)	United States	Health, Non-African American Tanner 4-5	M	(3-19)	*77	*1990	DXA	BM, St, SF Bi, SF SI, SF SS, SF Tr	NR	NR	NR	%BF = (12.41 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (16.90 * Log St) + 64.94
		Health, Non-African American	M	(3-19)	*232	*4003			NR	NR	NR	%BF = (12.74 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (21.47 * Log St) + 87.82
		Health, Non-African American	F	(3-19)	*252	*3188			NR	NR	NR	%BF = (13.99 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (21.42 * Log St) + 85.65
		Health, African American Tanner 1-3	M	(3-19)	*113	*926			NR	NR	NR	%BF = (14.73 * Log SF Tr+SS) - (10.55 * Log St) + 34.82
		Health, African American Tanner 4-5	M	(3-19)	*56	*919			NR	NR	NR	%BF = (14.73 * Log SF Tr+SS) - (25.95 * Log St) + 110.54
		Health, African American	M	(3-19)	*168	*1845			NR	NR	NR	%BF = (14.28 * Log SF Tr+SS) - (19.23 * Log St) + 78.29
		Health, African American	F	(3-19)	*182	*1045			NR	NR	NR	%BF = (13.95 * Log SF Tr+SS) - (18.09 * Log St) + 75.40
		Health, African American Tanner 1-3	M	(3-19)	*113	*926			NR	NR	NR	%BF = (14.68 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (16.90 * Log St) + 58.32
		Health, African American Tanner 4-5	M	(3-19)	*56	*919			NR	NR	NR	%BF = (14.68 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (16.90 * Log St) + 56.48
		Health, African American	M	(3-19)	*168	*1845			NR	NR	NR	%BF = (14.83 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (21.47 * Log St) + 79.92
		Health, African American	F	(3-19)	*182	*1045			NR	NR	NR	%BF = (13.99 * Log SF Tr+SS+Bi+SI) - (14.69 * Log St) + 51.04
Munguia-Izquierdo et al. (2018)	Spain	Soccer Player	M	17.1 \pm 0.5 (16.3-18.0)	44	NR	DXA	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF SS, SF Sp, SF Th, SF Tr	0.59	NR	NR	%BF = 3.867 + (0.516 * SF Sp) + (0.461 * SF Tr)
Lozano-Berges et al. (2019)	Spain	White, Soccer Player	M/F	13.4 \pm 0.6 (11-14)	98	28	DXA	BM, St, SF Ab, SF Bi, SF Ca, SF IC, SF SS, SF Sp, SF Th, SF Tr	0.86	NR	0.93	%BF = 11.115 + (0.775 * SF Tr) + (0.193 * SF IC) - (1.606 * Sex) [Sex: 1 = male; 0 = female]

Author	Country	Sample					Ref Method	Anthropometrics measures	Statistics analysis			Anthropometric Equation
		Characteristic	Sex	mean \pm sd (min-max)	Devel	Valid			R ²	SEE	r	
Hudda et al. (2019)	United Kingdom	NR	M/F	(4.0-15.9)	2375	176	D2O	BM, St	0.95	NR	NR	$BF \text{ (kg)} = BM - \exp[(0.3073 * St) - (10.0155 * BM)] + (0.004571 * BM) + (0.01408 * BA) - (0.06509 * SA) - (0.02624 * AO) - (0.01745 * other) - (0.9180 * \ln(\text{Age})) + (0.6488 * \text{Age}^2) + (0.04723 * \text{male}) + 2.8055] [\text{Stature in m}]$ <p>[exp = exponential function, ln = natural logarithmic transformation Score 1 if child is of black (BA), south Asian (SA), other Asian (AO), or other (other) ethnic origins and score 0 if not]</p>

Header: Devel. = sample for developing equations; Valid. = sample for cross-validation of the equations; JN = jackknife method; LOO = leave-one-out method; PR = PRESS statistic; *calculated from report information; Ref method = reference method; R² = determination coefficient; SEE = standard error of the estimate; r = correlation coefficient.

Characteristic: NR: not reported; M = Male; F = Female. **Reference Method:** HW: Hydrostatic Weighing; ADP: Air Displacement Plethysmography; DXA: Dual-energy X-ray Absorptiometry; D2O: Dilution of Isotopes; MRI: Magnetic Resonance Imaging; TBK: Total body Potassium Counting; 4C Model: Four Component Model; 3C Model: Three Component Model. **Anthropometric Measure: Basics:** AS = Arm Span; BM – Body Mass; SH – Sitting Height; St – Stature; TH = Trunk Height; **SF = Skinfold:** AA = anterior axillary; Ab = Abdominal; Ab H = Abdominal Horizontal; Bi = Biceps; Ca = Calf; Ca L = Lateral Calf; Ca P = Posterior calf; Ch = Chest; Ck = Cheek; Cn = Chin; Fa = forearm; Fe = Femoral; IC = Iliac Crest; IC A = Anterior Iliac Crest; Kn = Knee; MA = Midaxillary; SC = Subcostal; SS = Subscapular; Sp = Supraspinale; Th = Thigh; Th P = Thigh Posterior; ; Th S = Thigh Superior; Tr = Triceps; **Girth:** Ab = Abdominal; An = Ankle; Ar = Arm; Ar C = Arm flexed and contracted; Ca = Calf; Ch = Chest; El = Elbow; FA = Forearm; He = Head; Hi = Hip; Kn = Knee; Ne = Neck; Sh = Shoulder; Th = Thigh; Th P = Proximal Thigh; Wa = Waist; Wr = Wrist; **Length:** Ar = Arm; DT = Diagonal Trunk; FA = Forearm; Ft = Foot; Ha = Hand; He = Head; LL = Lower limb; Sh = Shoulder; Th = Thigh; Ti = tibia; **Breadth:** An – Ankle (tomozelo); BA = Biacromial; BI = Bi-iliac; BD = bideltoid; BG = Bigonial; BM = Bimalleolar; BT = bitrochanteric; BZ = Bizygomatic; Ch AP = Chest Antero-posterior; Ch T = Chest transverse; El = Elbow; Ha = Hand; He = Head; Kn = Knee; SB = Seat Breadth; Wr = Wrist; Height: Ce = Cervicale; GF = Gluteal Furrow; IS = Iliospinale; Ti – Tibiale; Tr = Trochanterion. Statistical analysis: R2 = Coefficient of Determination; SEE = Standard Error of the Estimative; Equation: Dens = body density; BF = Body Fat

Table S5. Methodological aspects of the equations that included skinfold measurements.

Author	Year	Caliper		Anthropometrist		Anthropometric reference	Measurement		
		Model	Calibration	Training	Error		Body side	Error	Number (mean or median)
Parížková	1961	Similar a Best	NR	NR	NR	Allen et al. (1956)	R	NR	NR
Seltzer et al.	1965	Lange	Jaw pressure was stated	NR	NR	Hertzberg et al. (1963)	NR	NR	NR
Durnin and Rahaman	1967	Harpenden	NR	NR	NR	Edwards et al. (1955)	R	NR	NR
Michael and Katch	1968	Lange	Jaw pressure was stated	NR	NR	Behnke (1959)	R	NR	3 (mean)
Katch and Mcardle	1969	Lange	NR	NR	NR	Brozek and Henschel (1961); Michael and Katch (1968)	NR	NR	NR
Forbes and Amirhakimi	1970	Harpenden, Gersmehl	NR	NR	NR	NR	R	NR	NR
Brook	1971	Harpenden	NR	NR	NR	Edwards et al. (1955)	NR	NR	NR
Parížková and Roth	1972	Harpenden, Holtain, Best	NR	NR	NR	NR	R, L	NR	NR
Katch and Mcardle	1973	Lange	NR	NR	NR	NR	R	NR	3-5 (mean)
Nagamine et al.	1974	Eiken	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Durnin and Womersley	1974	Harpenden, Lange	NR	NR	NR	Weiner and Lourie (1969)	R	NR	NR
Womersley and Durnin	1977	Harpenden, Lange	NR	NR	NR	Weiner and Lourie (1969)	R and L	NR	mean R and L
Harsha et al.	1978	Lange	NR	Anthropometrist trained	NR	Parížková and Roth (1972); Young et al. (1968); Foster et al. (1977)	NR	NR	NR
Frerichs et al.	1979	Lange	NR	Anthropometrist trained	Intraobserver variation	Harsha et al. (1978); Foster et al. (1977)	R	NR	3 (mean)
Dugdale and Griffiths	1979	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Boileau et al.	1981	Harpenden	NR	NR	NR	Behnke and Wilmore (1974)	R	NR	3 (mean)

Author	Year	Caliper		Anthropometrist		Anthropometric reference	Measurement		
		Model	Calibration	Training	Error		Body side	Error	Number (mean or median)
Zavaleta and Malina	1982	Harpenden	NR	NR	TEM	NR	R	NR	NR
Thorland et al.	1984	Lange	NR	NR	Test-retest reliability	Behnke and Wilmore (1974); deGaray et al. (1974)	R	NR	2 (mean)
Mukherjee and Roche	1984	Holtain	NR	NR	NR	Hamill et al. (1977); Roche (1978)	L	NR	NR
Ogawa	1985	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Johnston et al.	1988	Harpenden	NR	NR	NR	Carter (1982); Durnin and Rahaman (1967)	R	NR	3 (mean)
Slaughter et al.	1988	Harpenden	NR	NR	NR	Slaughter et al. (1984)	R	NR	3 (mean)
Wetstrate and Deurenberg	1989	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Deurenberg et al.	1990	Harpenden	NR	NR	NR	NR	L	NR	3
Llop et al.	1990	NR	NR	NR	NR	Bueno (1983); Fleta et al. (1983a,b); Paidós (1985); Sarriá et al. (1988)	NR	NR	NR
Watanabe et al.	1993	Eiken	NR	NR	NR	NR	R	NR	NR
Yao et al.	1994	Harpenden	NR	NR	NR	NR	L	NR	3 (mean)
Goran et al.	1996	NR	NR	Anthropometrist trained	NR	Lohman et al. (1988)	NR	NR	3 (mean)
Chan et al.	1998	Holtain	NR	Experienced in growth studies	NR	NR	NR	NR	3 (mean)
Sarría et al.	1998	Holtain	NR	Anthropometrist trained	NR	Sarría (1992); Sarría et al. (1994)	L	NR	3 (mean)
Dezenberg et al.	1999	Lange	NR	Anthropometrist trained	NR	Lohman et al. (1988)	NR	NR	3 (mean)
Housh et al.	2000	Lange	NR	Investigator with established reliability	Test-retest reliability	Jackson and Pollock (1985); Slaughter et al. (1984)	R	NR	NR

Author	Year	Caliper		Anthropometrist		Anthropometric reference	Measurement		
		Model	Calibration	Training	Error		Body side	Error	Number (mean or median)
Lohman et al.	2000	Lange	NR	NR	NR	Lohman et al. (1988)	NR	until the range for the three measurements was $\leq 20\%$	3 (mean)
Louie et al.	2001	NR	NR	NR	Inter-rater reliability	NR	NR	NR	NR
Hui et al.	2001	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Bray et al.	2001	Lange	NR	NR	coeficiente of variability	Lohman et al. (1988)	R	2mm	2 (mean); if difference > 2mm, 3 (mean)
Treuth et al.	2001	Lange	NR	NR	NR	NR	NR	NR	2
Kerruish et al.	2002	Harpenden	Calibrated	Anthropometrist trained	NR	Norton and Olds (1996)	R	NR	2
Huang et al.	2003	Lange	NR	Anthropometrist trained	NR	Lohman et al. (1988)	NR	NR	3 (median)
Cameron et al.	2004	Holtain	NR	Anthropometrist trained	Intraobserver variation	Cameron (1984)	NR	NR	3 (mean)
Wickramasinghe et al.	2008	Harpenden	NR	NR	NR	Lohman et al. (1988)	L	NR	NR
Paineau et al.	2008	Harpenden	New	Anthropometrist trained	NR	NR	R and L	NR	mean of 3 measurements on each side
White et al.	2008	Holtain	NR	NR	NR	NR	ND	NR	2 (mean)
Chan et al.	2009	Holtain	NR	NR	NR	Lohman et al. (1988)	NR	NR	3 (mean)
Wu et al.	2009	Domestic model	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Kagawa et al.	2009	NR	NR	Certificate by ISAK	TEM	ISAK (2001)	NR	5%	NR
Yeung and Hui	2010	Harpenden	NR	NR	NR	ACSM (2005)	NR	NR	NR
Kriemler et al.	2010	Harpenden	NR	Experenced	TEM	Lohman et al. (1988)	NR	NR	3 (mean)

Author	Year	Caliper		Anthropometrist		Anthropometric reference	Measurement		
		Model	Calibration	Training	Error		Body side	Error	Number (mean or median)
Midorikawa et al.	2011	Eiken	NR	Specialized in body composition	NR	Lohman et al. (1988)	NR	NR	NR
Rieken et al.	2011	Harpenden	NR	Experienced anthropometrist	TEM	NR	L	1mm	3 (mean)
Pallaro et al.	2011	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Nasreddine et al.	2012	Holtain	NR	Anthropometrist trained	TEM	ISAK (2001), ISAK (2006)	R	NR	2 (mean)
Ramírez et al.	2012	Holtain	NR	Anthropometrist trained	TEM	De Onis et al. (2004)	R	2mm	3 (mean)
Flavel et al.	2012	Harpenden	NR	Anthropometrist trained	TEM	ISAK (2011)	NR	5%	2 (mean); if difference > 5%, 3 (median)
Hoffman et al.	2012	Harpenden	NR	NR	NR	Lohman et al. (1988)	R and L	NR	3 (mean)
Stevens et al.	2013	Holtain	NR	Anthropometrist trained	NR	CDC (2011)	NR	NR	NR
Machado et al.	2013	Sanny	NR	NR	TEM	Lohman (1986); Norton e Olds (2005)	NR	NR	NR
Neves et al.	2014	Cescorf	Calibrated	NR	NR	NR	NR	NR	3 (mean)
Alicandro et al.	2015	Holtain	Calibrated	NR	NR	Lohman et al. (1988)	L	NR	3
Santi-Maria et al.	2015	Harpenden	NR	Certificate by ISAK	NR	ISAK (2011)	NR	NR	2
Stevens et al.	2016	NR	NR	NR	NR	CDC (2011)	NR	NR	NR
Neves et al.	2016	Cescorf	NR	Certificate by ISAK	NR	ACSM (2013)	NR	NR	3 (mean)
Britz et al.	2017	Lange	NR	NR	NR	Frisancho (1990); WHO (1995)	R	1mm	3 (mean)
González-Agüero et al.	2017	Holtain	NR	Certificate by ISAK	TEM	ISAK (2006)	NR	NR	NR

Author	Year	Caliper		Anthropometrist		Anthropometric reference	Measurement		
		Model	Calibration	Training	Error		Body side	Error	Number (mean or median)
Munguia-Izquierdo et al.	2017	NR	NR	Certificate by ISAK	TEM	ISAK (2011)	NR	5%	2 (mean); if difference > 5%, 3 (median)
Ortiz-Hernández et al.	2017	Harpenden	NR	Anthropometrist trained	NR	Lohman et al. (1988)	NR	NR	3 (mean)
Wendel et al.	2017	Holtain	NR	Research Anthropometrist	Inter-rater reliability	NR	NR	NR	3 (mean)
Ripka et al.	2017	Cescorf	NR	Anthropometrist trained	TEM	ISAK (2006)	R	2mm	2 (mean); if difference > 2mm, 3 (mean)
Muniz et al.	2017	Harpenden	Jaw pressure was stated	Certificate by ISAK	TEM	ISAK (2011)	NR	NR	NR
Machado et al.	2017	Prime	NR	NR	TEM	Lohman (1986); Norton and Olds (2005)	NR	NR	NR
De Lima et al.	2017	Cescorf	NR	Anthropometrist trained	TEM, ICC	Lohman et al. (1991)	NR	NR	3 (mean)
Gómez-Campos et al.	2017	Harpenden	NR	Experienced anthropometrist	TEM	ISAK (2001)	R	NR	NR
Lozano-Berges et al.	2019	Holtain	NR	Certificate by ISAK	TEM	ISAK (2006)	NR	NR	NR

NR: not reported; R: right; L: left; ND: not dominant; TEM: technical error of measurement; ICC: intraclass correlation coefficient; ISAK: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; WHO: World Health Organization; CDC: Centers for Disease Control and Prevention; ACSM: American College of Sports Medicine

Table S6. Description of anthropometric measurements presented in the papers.

SF = Skinfold		Reference
AA – anterior axillary	on the chest in the anterior axillary line at the level of the tenth rib	Parížková (1961)
Ab – Abdomen	on the abdomen in the first quarter of the distance between the anterior spike of the ilium and the umbilicus (near to the navel)	Parížková (1961); Parížková and Roth (1972)
Ab – Abdomen	was the midway point between the anterior spike of the ilium and the umbilicus	Seltzer et al. (1965)
Ab – Abdomen	1 inch to the right of the umbilicus	Michael and Katch (1968); Katch and Mcardle (1973)
Ab – Abdomen	immediately to the right of the umbilicus, and at the right iliac crest	Forbes and Amirhakimi (1970)
Ab – Abdomen	horizontally adjacent to the umbilicus	Boileau et al. (1981); Zavaleta and Malina (1982)
Ab – Abdomen	the point 5 cm horizontally to the right hand side of the omphalion (midpoint of the navel)	Flavel et al. (2012)
Bi – Biceps	measured over the anterior aspect of the right biceps muscle at the same level as the triceps skinfold (measured at the level midway between the acromial and olecranon processes)	Zavaleta and Malina (1982); Deurenberg et al. (1990); Sarría et al. (1998); Wendel et al. (2017)
Bi – Biceps	over the mid-point of the muscle belly with the arm resting supinated on the subject's thigh	Durnin and Rahaman (1967)
Bi – Biceps	the point on the anterior surface of the arm, in the mid-line, at the level of the marked mid-acromiale-radiale landmark	Flavel et al. (2012); Nasreddine et al. (2012)
Ca – Calf	at the level of the maximal circumference	Parížková and Roth (1972)
Ca – Calf	the point on the most medial aspect of the calf at the level of the maximal girth	Zavaleta and Malina (1982); Flavel et al. (2012); Nasreddine et al. (2012)
Ca P – Posterior calf	on the calf below the popliteal fossa	Parížková (1961)
Ch – Chest	on the chest in the anterior axillary fold	Parížková (1961)

Ch – Chest	the oblique skin fold, medial to the anterior axillary line	Michael and Katch (1968)
Ck – Cheek	underneath the temple at the level of the tragus	Parížková (1961)
Cn – Chin	under the chin above the hyoid bone	Parížková (1961)
IC – Iliac Crest	the site at the centre of the skinfold raised immediately above the marked iliocristale	Flavel et al. (2012); Nasreddine et al. (2012)
IC A – Anterior Iliac Crest	on the side above the iliac crest in the prolongation of the anterior axillary line	Parížková (1961)
IL – Iliac	the skin fold at the midaxillary line between the lower rib and the protuberance of the iliac crest	Michael and Katch (1968); Katch and Mcardle (1973)
JN – Juxtaniipple	skinfold was measured on the right side as a fold running diagonally from the shoulder to the opposite hip, above and medial to the axilla	Zavaleta and Malina (1982)
Kn – Knee	on the thigh above de knee	Parížková (1961); Seltzer et al. (1965)
MA – Midaxillary	at the level of the xyphoid process on the midaxillary line	Boileau et al. (1981); Zavaleta and Malina (1982)
SL – Scapula	at an oblique line at the inferior angle of the scapula	Michael and Katch (1968); Katch and Mcardle (1973)
SC – Subcostal	in mid-clavicular line	Forbes and Amirhakimi (1970)
SI – Suprailiac	about 20 mm above the iliac crest, in the axillary line	Deurenberg et al. (1990); Sarría et al. (1998)
SI – Suprailiac	just above the iliac crest in the midaxillary line	Durnin and Rahaman (1967); Durnin and Womersley (1974); Womersley and Durnin (1977); Boileau et al. (1981); Zavaleta and Malina (1982)
SI – Suprailiac	obtained ~ 2 cm anterior and medial to the anterior superior iliac spine	Wendel et al. (2017)

SS – Subscapular	on the back underneath the angle of the scapula	Parízková (1961); Seltzer et al. (1965); Boileau et al. (1981)
SS – Subscapular	just below the tip of the inferior angle of the scapula, at an angle of about 45° to the vertical	Durnin and Rahaman (1967); Womersley and Durnin (1977); Durnin and Womersley (1974); Wendel et al. (2017)
SS – Subscapular	measured about one centimeter below the right scapula in line with the natural cleavage line of the skin	Zavaleta and Malina (1982)
SS – Subscapular	about 20 mm below the tip of the scapula, at an angle of 45° to the lateral side of the body	Deurenberg et al. (1990); Sarría et al. (1998); Flavel et al. (2012); Nasreddine et al. (2012)
Sp – Supraspinale	the point at the intersection of two lines: (1) the line from the marked iliospinale to the anterior axillary border, and (2) the horizontal line at the level of the marked iliocristale	Flavel et al. (2012)
Th – Thigh	on the thigh above de knee	Parízková and Roth (1972)
Th – Thigh	was obtained laterally midway on the back of the upper leg	Seltzer et al. (1965)
Th – Thigh	halfway between the knee and hip	Katch and Mcardle (1973)
Th – Thigh	midline of the upper leg, equidistant from the patella and inguinal fold	Michael and Katch (1968); Flavel et al. (2012); Nasreddine et al. (2012)
Th – Thigh	was measured as a vertical fold on the anterior aspect of the right thigh midway between the anterior iliac crest and patella	Zavaleta and Malina (1982);
Tr – Triceps	on the back of the arm halfway between the acromion and olecranon	Parízková (1961); Seltzer et al. (1965); Durnin and Rahaman (1967); Katch and Mcardle (1973); Boileau et al. (1981); Zavaleta and Malina (1982); Deurenberg et al. (1990); Sarría et al. (1998); White et al. (2008); Wendel et al. (2017)

Tr – Triceps	at the midpoint of the upper arm with the arm extended and held close to the body	Michael and Katch (1968)
Tr – Triceps	the point on the posterior surface of the arm, in the mid-line, at the level of the marked mid-acromiale-radiale landmark	Flavel et al. (2012); Nasreddine et al. (2012)
Gh = Girth		Reference
Ab – Abdomen	level of the iliac crests, usually at the level of the umbilicus	Michael and Katch (1968; Ab 2); Mukherjee and Roche (1984)
Ab – Abdomen	the minimal abdominal perimeter, located half way between the umbilicus and the xyphoid process of the sternum	Michael and Katch (1968; Ab 1)
An – Ankle	minimal circumference	Michael and Katch (1968)
Ar – Arm	halfway between the acromion and olecranon	White et al. (2008)
Bi – Biceps	maximal girth of the midarm when flexed to the greatest angle	Boileau et al. (1981)
Bi – Biceps	maximal circumference of the upper arm (flexed) and contracted	Michael and Katch (1968)
Bu – Buttock	point of maximal protrusion of the gluteal muscles and, in the anterior plane, the symphysis of the pubis	Michael and Katch (1968); Durnin and Womersley (1974);
Ca – Calf	maximal circumference	Michael and Katch (1968); Mukherjee and Roche (1984); Boileau et al. (1981)
Ch – Chest	the nipple line, during normal breathing at the midpoint of tidal volume	Michael and Katch (1968);
Ch – Chest	at the level of the xiphoid process	Harsha et al. (1978)
FA – Forearm	maximal circumference with the arm extended, palm up	Michael and Katch (1968); Boileau et al. (1981)
Hi – Hip	point of maximal protrusion of the gluteal muscles and, in the anterior plane, the symphysis of the pubis	Deurenberg et al. (1990); Chan et al. (2009); Flavel et al. (2012)
Hi – Hip	measured at the level of the greater trochanter	Harsha et al. (1978); Chan et al. (1998); Nasreddine et al. (2012)

Kn – Knee	the middle of the patella with the leg slightly flexed	Michael and Katch (1968);
Sh – Shoulder	the maximal protrusion of the deltoid muscles and the prominence of the sternum anteriorly at the articulation of the second rib	Michael and Katch (1968);
Th –Thigh	maximal girth with the subject standing feet flat and body weight evenly distributed on both feet	Boileau et al. (1981)
Th – Thigh	crotch level at the gluteal fold	Michael and Katch (1968);
Wa – Waist	measured midway between the lower rib margin and the iliac crest	Deurenberg et al. (1990); Kriemler et al. (2010); Cossio-Bolaños et al. (2017)
Wa – Waist	minimum circumference between the iliac crest and the rib cage	Ripka et al. (2017)
Wa – Waist	just superior to the iliac crests laterally and the umbilicus anteriorly	Stevens et al. (2013)
Wa – Waist	measured halfway between the xiphisternum and the umbilicus	Chan et al. (1998)
Wa – Waist	was measured 1 cm above the iliac crest, in a horizontal plane	Lohman et al. (2000)
Wa – Waist	level of greatest girth of the abdomen	Chan et al. (2009)
Wa – Waist	the minimal abdominal perimeter, located half way between the umbilicus and the xyphoid process of the sternum	Yeung and Hui (2010);
Wa – Waist	at the narrowest point (visually) between the 10th rib and top of the iliac crest	Flavel et al. (2012)
Wa – Waist	at the level of the umbilicus	Nasreddine et al. (2012)
Wr – Wrist	distal to the styloid process of the radius and ulna	Michael and Katch (1968);
Wr – Wrist	minimal girth just distal to the styloid process of the radius and ulna	Boileau et al. (1981)

Le = Length		Reference
Ti – Tibia	distance from the medial side of the tibial plateau to the inferior edge of the medial malleolus	Rieken et al. (2011)

Br = Breadth		Reference
An – Ankle	distance between the most lateral and medial projections of the respective malleoli with subject standing and anthropometer situated at a 45° angle with respect to the leg	Boileau et al. (1981)

BA – Biacromial	distance between the most lateral projections of the acromial processes with elbows next to the body and the hands resting on the thighs	Boileau et al. (1981)
BE – Biepicondylar	distance between the epicondyles of the right humerus with the elbow flexed at a right angle and the hand supinated	Zavaleta and Malina (1982)
BI – Bi-iliac	distance between the most lateral projections of the iliac crests	Boileau et al. (1981)
El – Elbow	distance between the condyles of the humerus with elbow flexed and hand supinated	Boileau et al. (1981)
Kn – Knee	distance between the outmost projections of the tibia with the subject in a sitting position and knee flexed at a 90° angle	Boileau et al. (1981)
Wr – Wrist	distance between the styloid processes of the ulna and radius	Boileau et al. (1981)

He = Height		Reference
SH – Sitting Height	was measured with the subject sitting upright on a wooden bench (50 cm long flat box), using a stadiometer	Santi-Maria et al. (2015); Gómez-Campos et al. (2017); Cossio-Bolaños et al. (2017)

3. ARTIGO CIENTÍFICO 2

Quais medidas antropométricas tem melhor relação com a adiposidade em adolescentes?

Matheus S. Cerqueira^{1,2}, Paulo R. S. Amorim¹, Irismar G. A. Encarnação³, Francisco Z. Werneck⁴, Manuel S. Quintana⁵, Diego A. S. Silva⁶, João C. B. Marins¹

1. Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
2. Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil.
3. Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia. Bragança, Portugal.
4. Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
5. Faculty of Sciences of Physical Activity and Sports, Polytechnic University of Madrid, Madrid, Spain.
6. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

DECLARAÇÃO: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

ORCID:

Matheus S. Cerqueira ID: <http://orcid.org/0000-0001-6723-6083>

Paulo R. S. Amorim ID: <http://orcid.org/0000-0002-9607-5538>

Irismar G. A. Encarnação ID: <http://orcid.org/0000-0001-5712-8353>

Francisco Z. Werneck ID: <https://orcid.org/0000-0003-1966-8820>

Manuel Sillero-Quintana ID: <http://orcid.org/0000-0002-9806-2925>

Diego A. S. Silva ID: <http://orcid.org/0000-0002-0489-7906>

João C. B. Marins ID: <http://orcid.org/0000-0003-0727-3450>

Contribuições dos autores:

Conceituação: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Preparo dos dados: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Análise formal: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Metodologia: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – versão original: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – revisão e edição: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Autor Correspondente

Matheus Santos Cerqueira

mserqueira.if@gmail.com

Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa - Minas Gerais, CEP: 36570-000

Resumo

Introdução: Algumas medidas antropométricas apresentam forte relação com a gordura corporal (GC) e, por serem práticas e de baixo custo, são frequentemente utilizadas para o desenvolvimento de equações para predição da GC.

Objetivo: Verificar a relação de medidas antropométricas com a massa de gordura (MG) e %GC medida por absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) em adolescentes brasileiros de ambos os sexos.

Métodos: O estudo foi de característica transversal, realizado com 420 adolescentes, sendo 216 meninos ($16,9 \pm 1,1$ anos) e 204 meninas ($16,5 \pm 1,0$ anos). Foram mensurados o %GC e a MG pela DXA (método referência) e coletadas 45 medidas antropométricas da seguinte forma: quatro medidas básicas (MB), nove dobras cutâneas (DC), quinze perímetros (PE), oito comprimentos e alturas (C-A) e nove diâmetros (DI). O coeficiente de correlação de Pearson foi realizado entre as medidas de MG e %GC por DXA com as medidas antropométricas, separadamente por sexo.

Resultados: São destacadas as medidas antropométricas que apresentam forte correlação ($p > 0,80$) em cada sexo. Nos meninos, com o %GC foram: DC tríceps, subescapular, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa; PE abdômen ao nível do umbigo, abdômen ao nível da crista ilíaca; com a MG, as mesmas medidas, com exceção da DC coxa, mais as seguintes medidas: MB massa corporal; PE cintura, quadril, coxa proximal, coxa média; e DI ântero-posterior do abdômen. Nas meninas, com o %GC foram: DC Supraespinal; PE abdômen ao nível do umbigo, abdômen ao nível da crista ilíaca, coxa proximal; com a MG, as mesmas medidas, mais as seguintes: BA massa corporal; DC subescapular, PE braço relaxado, braço contraído, tórax, cintura, quadril, coxa média; e DI ântero-posterior do abdômen.

Conclusão: as medidas de massa corporal, diâmetro ântero-posterior do abdômen, perímetros e dobras cutâneas apresentaram as maiores correlações com a MG e %GC em ambos os sexos. Nas meninas, os perímetros apresentam correlações mais fortes com a MG e %GC, enquanto para os meninos o grupo de medidas com maiores correlações são as DC, principalmente com o %GC. A MG apresenta correlações mais fortes com medidas antropométricas em comparação com o %GC.

Palavras-chave: Cineantropometria. Jovens. Composição corporal. Estudo de correlação. Absorciometria de Fóton.

1. Introdução

Durante a fase de crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes a composição corporal tem destacada importância, tanto para a saúde quanto para a aptidão física (Malina e Geithner, 2011). Com relação à saúde, é observado um paradoxo de crescimento epidêmico da obesidade no mundo, com 124 milhões de crianças e adolescentes com obesidade, contrastando com 192 milhões com baixo peso ou desnutridos (NCD-Risk, 2017). No Brasil, é estimado em 3,1% a prevalência de baixo peso e 7,8% de obesidade em adolescentes (PeNSE, 2016). A detecção de padrões inadequados de composição corporal pode oportunizar a intervenção precoce para reverter essa situação. Com relação à aptidão física relacionada à saúde, esta é associada de forma inversa ao acúmulo de gordura corporal (GC) (Peres-Bay et al., 2020) e de forma que a avaliação da composição corporal está inserida em uma série de baterias de testes físicos para escolares, como por exemplo no FITNESSGRAM® (Racette et al., 2017) ou PROESP-BR (Silva et al., 2020).

Para a determinação da composição corporal de forma mais precisa, ao longo dos anos diversos métodos de laboratório, classificados como métodos modelos ou de referência foram desenvolvidos, como a pesagem hidrostática, diluição de isótopos, pletismografia por deslocamento de ar e absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) (Heymsfield et al., 2000). No entanto, o custo elevado, tempo de duração e/ou emissão de radiação tornam estes métodos pouco práticos para uso clínico (Ortiz-Hernández et al., 2017; Weltman e Katch, 1978), especialmente no ambiente esportivo e escolar.

Historicamente ocorre uma busca por métodos alternativos que apresentem relação com os componentes da composição corporal, a fim de que se torne possível a construção de técnicas que mantenham a precisão dos métodos de referência e ao mesmo tempo sejam práticas e de baixo custo (Hudda et al., 2019; Durnin e Rahaman, 1967). Nesse cenário, as investigações da relação de medidas antropométricas com diferentes componentes da composição corporal em adolescentes ocorrem há décadas. As relações de dobras cutâneas (DC), com diferentes aspectos da composição corporal, como com a densidade corporal medida por pesagem hidrostática (Seltzer et al., 1965), %GC por diluição de isótopos (Lohman et al., 2000), pletismografia por deslocamento de ar (Alves Junior et al., 2019; González-Agüero et al., 2017) ou DXA (Ripka et al., 2017) e a massa de gordura (MG) medida por DXA (Ripka et al., 2017; Lima et al., 2017) está bem estabelecida.

Além das medidas de DC, medidas antropométricas incluem medidas básicas (MB) como a massa corporal e estatura, perímetros, comprimentos, alturas e diâmetros corporais (Esparza-Ross et al., 2019). Para esses grupos de medidas, os resultados são divergentes quanto à relação com a GC. Como exemplo, para o perímetro abdominal é reportado correlação muito inferior que das DC com a GC em adolescentes (Ripka et al., 2017) e, de forma oposta, foi a medida com maior correlação com a GC em comparação com medidas de DC em crianças e adolescentes (Daniels et al., 2000). Para os diâmetros ósseos também existe divergência nos resultados. Em crianças e adolescentes do sexo masculino, houve moderada correlação entre a MG e o diâmetro biepicondiliano do fêmur ($r = 0,50$) e do úmero ($r = 0,46$) (Machado et al., 2013), enquanto em adolescentes com síndrome de Down as correlações das mesmas medidas com o %GC foram de $r = 0,08$ para o diâmetro biepicondiliano do fêmur e $r = -0,16$ para o úmero, ambas sem significância estatística (González-Agüero et al., 2017).

Outro aspecto que gera divergência é entre a relação de medidas antropométricas com a MG e %GC. Apesar das equações desenvolvidas para estimar a GC serem predominantemente em percentual (Hudda et al., 2019), algumas evidências apontam que a MG pode representar desempenho superior, gerando equações mais válidas e precisas. Goran et al. (1996) compararam as correlações entre medidas antropométricas com a MG e o %GC e observaram que maiores correlações ocorreram entre medidas antropométricas e MG, gerando equações para estimativa da GC em valores absolutos (MG) como variável dependente. De forma oposta, em adolescentes do sexo masculino, a relação de DC com o %GC foi maior que a MG, tornando o %GC uma variável dependente mais importante para o modelo de estimativa (Ripka et al., 2017).

Em relação às características sexuais em adolescentes, existe diferença nas medidas antropométricas entre meninos e meninas (Marrodán et al., 2017) e essas diferenças refletem nas relações de medidas antropométricas com a GC, que são específicas de acordo com o sexo (Mak et al., 2013). Por esse motivo, é importante compreender essas relações de forma separada por sexo. A fim de aprofundar as investigações nessa área, o objetivo do estudo é analisar a relação de 45 medidas antropométricas com a MG e %GC medida por DXA em adolescentes brasileiros de ambos os sexos.

2. Metodologia

Tipo de estudo

Este estudo é do tipo transversal, com metodologia semelhante ao estudo de Alves Júnior et al. (2019). O trabalho foi realizado com jovens adolescentes brasileiros entre 15 e 19 anos, realizado entre outubro de 2018 e outubro de 2019.

Amostra

Os voluntários foram recrutados em cinco escolas públicas e três escolas privadas de ensino médio na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, sendo uma amostra por conveniência.

Participaram da pesquisa um total de 475 voluntários. Desses, três foram excluídos por apresentarem uma ou mais DC maiores que o limite do equipamento e 52 não completaram as mensurações, resultando em uma amostra final composta por um total de 420 voluntários, sendo 216 meninos ($16,9 \pm 1,1$ anos) e 204 meninas ($16,5 \pm 1,0$ anos). Como critérios de inclusão, foram selecionados indivíduos de ambos os sexos, sem doença diagnosticada por médico e sem uso de medicamento que altere a composição corporal, sem deficiência motora ou intelectual aparente e idade entre 15 e 19 anos. Foram excluídas da pesquisa grávidas (por causa da radiação emitida pelo DXA, mesmo que em baixa quantidade), portadores de prótese fixa e implante de silicone, pois estes implementos alteram o resultado do exame. O estudo foi aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da Universidade Federal de Viçosa (UFV), sob número de registro CAAE 99311418.0.0000.5153. Os alunos que manifestaram interesse com menos de 18 anos receberam um termo de assentimento livre e esclarecido para assinarem, assim como um termo de consentimento livre e esclarecido para os pais ou responsáveis legais para autorizarem a participação na pesquisa. Já os voluntários maiores de 18 anos assinaram o próprio termo de consentimento livre e esclarecido. Após a entrega dos termos assinados o voluntário iniciava a participação na pesquisa.

Procedimentos

Após a seleção dos voluntários, o estudo compreendeu duas fases importantes. A primeira com a obtenção do perfil antropométrico, em que foram realizadas 45 medidas, sendo elas: quatro medidas básicas (MB); nove dobras cutâneas (DC); quinze perímetros (PE); oito comprimentos e alturas (C-A); e nove

diâmetros (DI). A segunda compreendeu a medida do %GC e MG pela DXA. A seguir será detalhada cada uma destas fases do estudo.

Em função das condições de coleta e manutenção da privacidade dos avaliados, as medidas antropométricas foram realizadas na própria escola ou no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) da UFV. Em três escolas, as mensurações foram realizadas no próprio local, e em cinco escolas, as mensurações foram realizadas no LAPEH. Em duas escolas a pesquisa foi realizada durante o turno escolar e nas outras seis escolas no contraturno escolar. Os avaliados foram instruídos com relação à vestimenta: para os meninos uso de short largo e confortável ou sunga; para as meninas short, top ou trajes de banho (biquíni e sutiã).

As mensurações antropométricas e a composição corporal ocorreram no período da manhã (entre 8 e 11hs) ou no período da tarde (entre 13 e 16hs) de acordo com a disponibilidade do voluntário.

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas compreenderam 42 medidas propostas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) em sua versão de 2011 (modelo vigente à época da pesquisa) (Stewart et al., 2011), além da DC do peito (Jackson e Pollock, 1985), perímetro abdominal sobre a cicatriz umbilical (Mukherjee e Roche, 1984) e perímetro abdominal sobre a crista ilíaca (Woolcoot e Bergman, 2018). Todas as medidas foram realizadas no lado direito do corpo, em duplicata, registrando o valor médio. Caso a diferenças entre as duas medidas fosse maior que 5% para DC ou 1% para as demais medidas, uma terceira medição era realizada, passando a ser registrado a mediana. As medidas antropométricas apresentaram elevada precisão, todas com resultado de coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,95 (Ulijaszek e Kerr, 1999).

As medidas antropométricas foram divididas em cinco grupos, conforme apresentado no quadro 1, com a descrição detalhada no material suplementar (quadros S1 e S2).

Quadro 1. Medidas antropométricas realizadas no estudo.

BÁSICAS	DOBRAS CUTÂNEAS	PERÍMETROS	COMPRIMENTOS E ALTURAS	DIÂMETROS
1. Massa corporal.	1. Tríceps.	1. Cabeça.	1. Braço.	1. Biacromial.
2. Estatura.	2. Subescapular.	2. Pescoço.	2. Antebraço.	2. Ântero-posterior do abdômen.
3. Altura sentada.	3. Bíceps.	3. Braço relaxado.	3. Mão.	3. Bilíaco.
4. Envergadura.	4. Crista ilíaca.	4. Braço contraído.	4. Fêmur.	4. Pé.
	5. Supraespinal.	5. Antebraço.	5. Tíbia.	5. Tórax transverso.
	6. Abdominal.	6. Punho.	6. Altura da espinha ilíaca.	6. Tórax ântero-posterior.
	7. Coxa.	7. Tórax.	7. Altura do trocânter.	7. Biepicondiliano do úmero.
	8. Perna.	8. Cintura.	8. Altura da tíbia.	8. Biestilóide.
	9. Peito.	9. Abdômen ao nível do umbigo.		9. Biepicondiliano do fêmur.
		10. Abdômen ao nível da crista ilíaca.		
		11. Quadril.		
		12. Coxa proximal.		
		13. Coxa média.		
		14. Perna.		
		15. Tornozelo.		

Equipamentos

As medidas antropométricas foram realizadas utilizando os seguintes equipamentos: trena antropométrica metálica para mensuração dos perímetros com capacidade de 2m, paquímetro pequeno com capacidade de 16 cm e paquímetro grande com capacidade de 60cm para mensuração dos diâmetros e segmômetro com capacidade de 3m para os comprimentos e alturas, todos com precisão de 1mm e da mesma marca (Cescorf®, Porto Alegre, Brasil). A estatura e a altura sentada foram mensuradas utilizando estadiômetro com capacidade de 210cm e precisão de 0,1cm (Sanny®, São Bernardo do Campo, Brasil). Para a mensuração da massa corporal, foi utilizada uma balança digital (Welmy® w 200/5, Santa Bárbara d'Oeste, Brasil) com capacidade de 200kg e precisão de 0,05kg.

Para as DC, foi utilizado um adipômetro com capacidade de 67mm e precisão de 1mm (Lange®, Maryland, Estados Unidos). Previamente às coletas, foi verificada a exatidão das medidas do adipômetro utilizando um bloco aferidor com medida padrão com escala de 10mm, variando de 10 a 50mm. Para auxílio na coleta das medidas, foram utilizados bancos antropométricos com medida padrão de 50cm de altura, 40cm de largura e 30cm de profundidade. As marcações anatômicas foram feitas utilizando

lápiz dermográfico e após as mensurações as marcas foram devidamente removidas utilizando lenço umedecido descartável.

A fim de proporcionar qualidade e padronização das medidas, uma equipe de 15 avaliadores foi treinada para mensuração de técnicas antropométricas por um antropometrista certificado pela ISAK nível 3 (instrutor). Após a finalização do treinamento, os avaliadores passaram por um processo de avaliação e por um estudo piloto para verificação do erro técnico de medida intra-avaliador e inter-avaliador (comparação com o instrutor). Os avaliadores atenderam os critérios de erro técnico de medida intra-avaliador de 7,5% para as DC e 1,5% para as demais medidas e inter-avaliador de 10,0% para DC e 2,0% para as demais medidas, de acordo com os padrões estabelecidos pela ISAK (Silva e Vieira, 2020).

O processo de mensuração antropométrica pode gerar algum tipo de constrangimento aos avaliados pela exposição do corpo. Para minimizar esse problema, as mensurações foram realizadas em sala reservada, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, todos do mesmo sexo dos avaliados, treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa.

Medida de MG e %GC pela DXA

Finalizada as medidas antropométricas, os voluntários foram conduzidos por pesquisadores até a Divisão de Saúde da UFV para a mensuração da composição corporal por DXA. Ao término do exame, eram reconduzidas à escola, encerrando a participação na pesquisa. A maioria dos exames de composição corporal foi realizado no mesmo dia das mensurações antropométricas. Quando isso não era possível, era agendado outro dia para o exame da composição corporal, com no máximo 10 dias de intervalo entre as mensurações.

A composição corporal foi mensurada utilizando um densitômetro (GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance DXA System, versão do software: 13,31). O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, equivalente a um dia ou menos de exposição ao sol (Bazzocchi et al., 2016). Os exames foram realizados por técnicos em radiologia e todos os relatórios foram emitidos pelo mesmo pesquisador, a fim de manter a padronização dos resultados. Os alinhamentos específicos dos relatórios foram realizados manualmente, seguindo o padrão das regiões de interesse (ROI) para composição corporal, conforme as recomendações do manual do equipamento e descritas por Bazzocchi et al. (2016). O

exame dura em média 6 minutos, e os avaliados realizaram o exame descalços, usando roupas leves e após remoção de todos artefatos metálicos. A fim de garantir o controle de qualidade e precisão do exame, o equipamento foi calibrado diariamente usando *phantom* específico, seguindo as recomendações do fabricante.

Para medir a precisão dos exames de MG e %GC pela DXA, foi selecionada uma amostra de adolescentes e adultos ($n = 28$) que realizaram o exame em duplicata da seguinte forma: realizavam o primeiro exame, saíam do equipamento, retornavam imediatamente e se posicionavam para o segundo exame. A partir dos resultados do primeiro e do segundo exame, foi calculado o CCI, com resultado para o %GC de 0,998 e para a MG de 0,999. Esses resultados confirmam a elevada precisão dos exames.

Análises estatísticas

A estatística descritiva foi calculada por meio da média, desvio padrão, valor mínimo e máximo para as medidas antropométricas e GC. Uma vez que os testes de normalidade são sensíveis ao tamanho da amostra, a análise da distribuição dos dados foi aferida analisando os valores de assimetria e curtose, adotando como valores de normalidade entre -2 e +2 (George e Mallery, 2020).

O tamanho da amostra foi calculado considerando um $\alpha = 5\%$, $\beta = 90\%$ e tamanho do efeito moderado ($r = 0,30$) (Cohen, 1992) em relação aos coeficientes de correlação bivariada modelo normal entre medidas antropométricas e MG e %GC medido por DXA citados na literatura, que variaram de $r = 0,28$ a $0,92$ (Munguia-Izquierdo et al., 2017; Machado et al., 2013; Michels et al., 2013). O cálculo foi realizado utilizando o software G * Power[®] (Faul et al., 2009), que indicou uma amostra mínima de 112 indivíduos de cada sexo requeridos para a análise.

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para testar a relação das medidas antropométricas com a MG e %GC medidas por DXA, estratificadas por sexo. A força da associação das variáveis para os resultados de r seguiram a proposta de Ferguson (2009), com os seguintes pontos de corte: $r \geq 0,2$ e $< 0,5$ (tamanho mínimo recomendado de efeito); $\geq 0,5$ e $< 0,8$ (moderado); $\geq 0,8$ (forte efeito). As análises foram realizadas utilizando o IBM SPSS *Statistics for Windows*, versão 23 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA), adotando um nível de significância de 5%.

3. Resultados

A tabela 1 apresenta o perfil antropométrico e os resultados de MG e %CG medidos pela DXA nos 420 adolescentes participantes do estudo.

Tabela 1. Características descritivas da amostra do estudo, por sexo

Medidas antropométricas	Meninos (n = 216)		Meninas (n = 204)	
	média ± dp	Min – Max	média ± dp	Min – Max
Idade (anos)	16,9 ± 1,1	15,1 – 19,5	16,5 ± 1,0	15,0 – 19,7
IMC (kg/m ²)	21,3 ± 3,2	15,3 – 32,8	21,1 ± 3,2	14,4 – 32,8
BA Massa Corporal (kg)	65,3 ± 11,1	40,9 – 101,9	56,0 ± 9,4	36,8 – 96,0
BA Estatura (cm)	174,9 ± 6,8	157,7 – 191,2	162,9 ± 5,6	147,0 – 178,3
BA Altura Sentada (cm)	91,0 ± 3,6	79,4 – 100,5	86,2 ± 2,9	77,7 – 93,4
BA Envergadura (mm)	177,0 ± 8,2	156,8 – 197,5	163,4 ± 6,7	145,8 – 182,9
DC Tríceps (mm)	11,0 ± 5,4	4,0 – 34,0	19,2 ± 5,6	7,5 – 37,5
DC Subescapular (mm)	11,5 ± 5,1	5,0 – 31,8	16,3 ± 7,6	6,0 – 55,0
DC Bíceps (mm)	4,7 ± 2,8	2,0 – 16,0	9,3 ± 4,3	3,0 – 28,5
DC Crista ilíaca (mm)	17,5 ± 8,4	6,0 – 43,5	24,1 ± 8,1	7,0 – 59,0
DC Supraespinal (mm)	10,5 ± 6,3	4,0 – 39,0	14,9 ± 6,4	5,0 – 38,0
DC Abdominal (mm)	15,9 ± 8,5	5,0 – 47,5	21,4 ± 7,6	7,0 – 44,0
DC Coxa (mm)	14,3 ± 7,0	3,5 – 52,0	26,6 ± 7,4	11,5 – 59,5
DC Perna (mm)	9,9 ± 5,5	3,5 – 34,0	18,4 ± 5,8	5,0 – 40,5
DC Peito (mm)	7,1 ± 4,4	2,5 – 26,5	10,5 ± 4,8	3,0 – 25,0
PE Cabeça (cm)	56,5 ± 1,6	52,7 – 61,4	54,8 ± 1,6	50,4 – 58,8
PE Pescoço (cm)	34,6 ± 1,9	30,3 – 41,0	30,9 ± 1,8	26,1 – 36,5
PE Braço relaxado (cm)	27,0 ± 3,4	20,6 – 38,1	25,6 ± 3,1	18,5 – 37,2
PE Braço contraído (cm)	29,4 ± 3,1	23,4 – 40,3	26,2 ± 2,7	19,2 – 36,1
PE Antebraço (cm)	25,6 ± 1,9	21,1 – 31,0	22,8 ± 1,7	19,0 – 28,4
PE Punho (cm)	15,7 ± 0,9	13,5 – 18,6	14,5 ± 0,8	12,5 – 18,0
PE Tórax (cm)	89,6 ± 6,9	76,2 – 114,9	83,7 ± 6,1	72,5 – 111,7
PE Cintura (cm)	73,4 ± 7,1	59,0 – 104,0	68,2 ± 7,0	56,0 – 98,8
PE Abdômen ao nível do umbigo (cm)	77,4 ± 8,6	62,9 – 110,6	75,2 ± 8,4	59,3 – 114,1
PE Abdômen ao nível da crista ilíaca (cm)	77,9 ± 8,5	63,8 – 111,1	76,9 ± 8,4	61,0 – 115,2
PE Quadril (cm)	92,7 ± 7,6	76,2 – 119,7	94,2 ± 7,0	79,4 – 118,3
PE Coxa proximal (cm)	54,7 ± 5,9	40,5 – 73,7	55,2 ± 5,4	43,1 – 72,5
PE Coxa média (cm)	50,8 ± 5,2	38,5 – 66,2	49,0 ± 5,0	37,1 – 65,6
PE Perna (cm)	35,6 ± 3,0	29,1 ± 43,3	33,8 ± 2,6	27,2 – 42,0
PE Tornozelo (cm)	22,2 ± 1,6	18,5 – 26,9	20,7 ± 1,3	17,4 – 25,3
C Braço (cm)	33,8 ± 1,9	28,8 – 37,9	31,2 ± 1,6	27,4 – 35,5
C Antebraço (cm)	25,5 ± 1,5	22,1 – 29,4	24,1 ± 1,4	20,4 – 28,5
C Mão (cm)	19,7 ± 0,9	17,3 – 22,2	18,4 ± 0,8	16,3 – 20,6
A Espinha ilíaca (cm)	98,2 ± 4,9	87,3 – 109,8	90,9 ± 4,2	79,3 – 102,4
A Trocânter (cm)	92,5 ± 4,7	81,5 – 102,7	86,2 ± 4,1	75,4 – 97,9
C Fêmur (cm)	46,4 ± 2,7	35,5 – 53,5	43,6 ± 2,8	38,0 – 51,9
A Tibia (cm)	46,7 ± 2,6	40,6 – 52,6	43,3 ± 2,2	37,0 – 49,8
C Tibia (cm)	40,1 ± 2,4	34,9 – 45,7	37,3 ± 2,1	31,7 – 43,5
DI Biacromial (cm)	37,3 ± 2,3	29,7 – 42,2	33,5 ± 1,9	28,5 – 39,0
DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	18,4 ± 2,4	14,0 – 27,7	17,4 ± 2,6	11,9 – 27,4
DI Biliáco (cm)	26,1 ± 2,0	21,6 – 31,4	24,9 ± 1,6	20,5 – 33,4
Pé (cm)	25,3 ± 1,5	21,7 – 29,7	23,2 ± 1,1	20,2 – 26,5
DI Tórax transverso (cm)	25,3 ± 2,0	20,6 – 30,9	23,4 ± 1,6	19,4 – 30,0
DI Tórax ântero-posterior (cm)	18,2 ± 2,0	13,0 – 24,3	15,8 ± 1,6	12,0 – 21,2
DI Biepicondiliano do úmero (cm)	6,9 ± 0,3	6,0 – 7,8	6,0 ± 0,3	5,2 – 7,0
DI Biestilóide (cm)	5,5 ± 0,3	4,8 – 6,5	4,9 ± 0,2	4,3 – 5,6
DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	9,5 ± 0,5	8,0 – 10,7	8,7 ± 0,5	7,3 – 10,2
MG Total (kg)	11,8 ± 7,4	3,0 – 39,4	18,8 ± 6,8	6,7 – 48,3
GC Total (%)	17,1 ± 8,3	5,9 – 47,5	33,0 ± 6,9	14,4 – 56,9

BA – básica; DC – dobra cutânea; PE – perímetro; C – comprimento; A – altura; DI – diâmetro; Ant-post – ântero-posterior; GC – gordura corporal; MG – massa de gordura.

Resultados das correlações por grupos de medidas

Nas medidas básicas, a massa corporal apresentou altas correlações com a MG em ambos os sexos (feminino: $r = 0,920$; masculino: $r = 0,806$). As demais medidas básicas apresentaram correlação baixa com a MG. Para o %GC, todas as medidas básicas apresentaram correlação abaixo de 0,80 (Tabela 2).

As DC apresentaram correlações para todas as medidas maiores que 0,6. A supraespinal teve a maior correlação tanto com a MG ($r = 0,848$ nas meninas e $r = 0,908$ nos meninos) quanto com o %GC ($r = 0,825$ nas meninas e $r = 0,892$ nos meninos), enquanto a DC do peito para as meninas ($r = 0,644$ com a MG e $r = 0,653$ com o %GC) e do bíceps para os meninos ($r = 0,693$ com a MG e $r = 0,697$ com o %GC) apresentaram as correlações mais baixas.

Entre os perímetros, o da cabeça foi o que apresentou resultado mais diferente, único com resultados inferiores a 0,4. Os resultados mais altos são de medidas da região central do corpo, nas medidas do abdômen ao nível do umbigo (nas meninas $r = 0,917$ com a MG; $r = 0,802$ com a %GC; nos meninos $r = 0,904$ com a MG; $r = 0,832$ com a %GC) e abdômen ao nível da crista ilíaca (nas meninas $r = 0,921$ com a MG; $r = 0,801$ com a %GC; nos meninos $r = 0,911$ com a MG; $r = 0,835$ com a %GC). Conforme as medidas de membros superiores (braço, antebraço e punho) e membros inferiores (coxa, perna e tornozelo) seguem para as extremidades, as correlações vão apresentando resultados mais baixos.

Em ambos os sexos, as medidas de comprimentos e alturas apresentaram as menores variações e com os menores coeficientes, todas com correlações inferiores a 0,3. De forma oposta, os diâmetros apresentaram a maior amplitude de resultados, variando de -0,055 (diâmetro biestilóide – menor correlação entre todas as medidas) a 0,864 (diâmetro ântero-posterior do abdômen).

Tabela 2. Correlações entre medidas antropométricas com a MG e %GC em adolescentes, por sexo

Medida	Meninas		Meninos	
	MG (r)	%GC (r)	MG (r)	%GC (r)
BA Massa Corporal (kg)	,920**	,733**	,806**	,669**
BA Estatura (cm)	,205**	,017	,181**	,065
BA Altura Sentada (cm)	,193**	,033	,174*	,055
BA Envergadura (mm)	,223**	,029	,194**	,08
DC Tríceps (mm)	,789**	,782**	,835**	,850**
DC Subescapular (mm)	,807**	,730**	,858**	,819**
DC Bíceps (mm)	,740**	,748**	,693**	,697**
DC Crista ilíaca (mm)	,725**	,686**	,854**	,859**
DC Supraespinal (mm)	,848**	,825**	,908**	,892**
DC Abdominal (mm)	,716**	,730**	,876**	,889**
DC Coxa (mm)	,764**	,770**	,775**	,804**
DC Perna (mm)	,767**	,797**	,709**	,743**
DC Peito (mm)	,644**	,653**	,778**	,762**
PE Cabeça (cm)	,365**	,245**	,287**	,214**
PE Pescoço (cm)	,720**	,542**	,546**	,434**
PE Braço relaxado (cm)	,903**	,793**	,758**	,665**
PE Braço contraído (cm)	,854**	,717**	,603**	,484**
PE Antebraço (cm)	,769**	,604**	,562**	,427**
PE Punho (cm)	,606**	,416**	,547**	,428**
PE Tórax (cm)	,851**	,690**	,683**	,563**
PE Cintura (cm)	,911**	,772**	,844**	,749**
PE Abdômen ao nível do umbigo (cm)	,917**	,802**	,904**	,832**
PE Abdômen ao nível da crista ilíaca (cm)	,921**	,801**	,911**	,835**
PE Quadril (cm)	,910**	,788**	,860**	,768**
PE Coxa proximal (cm)	,899**	,806**	,861**	,781**
PE Coxa média (cm)	,875**	,774**	,803**	,707**
PE Perna (cm)	,799**	,658**	,748**	,645**
PE Tornozelo (cm)	,606**	,478**	,712**	,627**
C Braço (cm)	,258**	,095	,201**	,118
C Antebraço (cm)	,202**	,073	,229**	,144*
C Mão (cm)	,190**	,008	,188**	,077
A Espinha ilíaca (cm)	,217**	,048	,127	,043
A Trocânter (cm)	,275**	,118	,190**	,102
C Fêmur (cm)	,240**	,119	,158*	,067
A Tíbia (cm)	,248**	,099	,208**	,128
C Tíbia (cm)	,259**	,133	,240**	,160*
DI Biacromial (cm)	,388**	,247**	,192**	,088
DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	,864**	,749**	,852**	,779**
DI Bilíaco (cm)	,613**	,437**	,526**	,446**
Pé (cm)	,295**	,141*	,185**	,077
DI Tórax transverso (cm)	,594**	,440**	,386**	,294**
DI Tórax ântero-posterior (cm)	,622**	,508**	,589**	,495**
DI Biepicondiliano do úmero (cm)	,384**	,179*	,305**	,187**
DI Biestilóide (cm)	,138*	-,055	,101	-,003
DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	,535**	,371**	,561**	,473**

BA – básica; DC – dobra cutânea; PE – perímetro; C – comprimento; A – altura; DI – diâmetro; GC – gordura corporal; MG – massa de gordura. * p < 0,05; ** p < 0,01.

No quadro 2, observa-se as medidas antropométricas, estratificadas por grupo e sexo, que apresentaram correlação com a MG e com o %GC $\geq 0,80$. Além das DC e perímetros, apenas a massa corporal e o diâmetro ântero-posterior do abdômen em ambos os sexos apresentaram forte correlação com a MG.

Quadro 2. Medidas antropométricas com forte correlação ($r \geq 0,8$) com a MG e o %GG em adolescentes.

Medidas antropométricas	Meninas		Meninos	
	MG	%GC	MG	%GC
Básicas	massa corporal	–	massa corporal	–
Dobras	subescapular, supraespinal	supraespinal	tríceps, subescapular, crista ilíaca, supraespinal, abdominal	tríceps, subescapular, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa
Perímetros	braço relaxado, braço contraído, tórax, cintura, abdômen (U), abdômen (CI), quadril, coxa proximal, coxa média	coxa proximal, abdômen (U), abdômen (CI),	cintura, abdômen (U), abdômen (CI), quadril, coxa proximal, coxa média	abdômen (U), abdômen (CI)
Comprimentos	–	–	–	–
Diâmetros	ântero-posterior do abdômen	–	ântero-posterior do abdômen	–

Abdômen (U): abdômen ao nível do umbigo; abdômen (CI): abdômen ao nível da crista ilíaca

4. Discussão

De uma forma geral, os principais achados do presente estudo demonstram que as DC e os perímetros apresentam as mais altas correlações com a GC. Os perímetros para as meninas e as DC para os meninos são as medidas com maiores correlações com a GC. Na comparação entre as formas de resultado da GC, a MG apresentou correlações mais altas com as medidas antropométricas em comparação com o %GC.

4.1. Medidas Antropométricas

4.1.1 Medidas básicas

A massa corporal foi a única medida básica com relação moderada a forte com a GC. Alguns estudos propuseram equações para crianças e adolescentes utilizando como única medida antropométrica a massa corporal, obtendo bons resultados de R^2 , variando de 0,71 a 0,92 (Huang et al., 2003; Treuth et al., 2001; Dezenberg et al., 1999).

Além do potencial de predição da GC, a massa corporal é uma medida prática e simples de ser mensurada, demonstrando até mesmo a medida auto reportada por adolescentes como medida válida (Kee et al., 2017), gerando equações simples de serem aplicadas. Esses resultados são favoráveis à inclusão da medida de massa corporal para predição da GC.

A estatura, altura sentada e envergadura apresentaram resultados semelhantes e de baixas correlações, todas inferiores a $r < 0,3$, demonstrando que essas medidas têm pouca importância quando se trata de GC. Também em crianças e adolescentes do sexo masculino foi observada fraca correlação da estatura com a MG e %GC (Machado et al., 2013; Ripka et al., 2017).

4.1.2. Dobras cutâneas

Todas as DC apresentaram correlações classificadas de moderada a forte, em ambos os sexos e para a MG e %GC, consistentes com a literatura (Ripka et al., 2017; Machado et al., 2013), que apresenta quase um século de pesquisas do uso de DC para predição da composição corporal (Matiegka, 1921). O emprego da DXA veio confirmar este tipo de conduta e reforça o emprego das DC em equações para estimar a MG ou % GC.

A DC supraespalhal apresentou a maior correlação entre as DC em ambos os sexos, tanto com a MG quanto com o %GC, confirmando os achados de outros estudos em adolescentes de ambos os sexos com síndrome de Down (González-Agüero et al., 2017) e adolescentes do sexo masculino atletas de futebol (Munguia-Izquierdo et al., 2017). Essa medida, que é pouco frequente em equações para adolescentes, representa uma opção interessante, pela alta correlação com a GC e por ser comum a ambos os sexos.

As medidas de DC com menores correlações foram a do bíceps nos meninos e peito nas meninas. Em uma pesquisa com adolescentes atletas de futebol, a DC do bíceps apresentou o segundo maior erro técnico de medida entre as oito coletadas (Lozano-Berges et al., 2019) e o maior erro técnico em adultos do sexo masculino

(Edwards et al., 1955), a correlação mais baixa com o %GC dentre seis DC em crianças de ambos os sexos (Lohman et al., 2000) e uma das menores correlações entre diversas medidas (Munguia-Izquierdo et al., 2017). Em relação à DC do peito, em meninas é localizada em uma região próxima à mama, que gera desconforto e constrangimento para as avaliadas. Pelos motivos descritos, essas medidas não representam uma boa opção no momento de escolha de medidas para predição da composição corporal.

4.1.3. Perímetros

O pescoço e extremidades dos membros (antebraço, punho e tornozelo) não apresentaram forte correlação em nenhum dos grupos. De fato, é muito incomum a inclusão dessas medidas para predição da GC. O perímetro do pescoço é uma medida utilizada para identificação de excesso de GC (Folmann et al., 2020) por ser prática, simples e de fácil mensuração. Apesar dessas vantagens, esteve entre os piores resultados de correlação entre os perímetros com a GC, o que indica que outras medidas podem ter melhor capacidade preditiva de diagnóstico de excesso de GC.

As medidas da região central do corpo (cintura e abdômen), quadril e membros (coxa e braço) são as que apresentaram as maiores correlações, especialmente entre as meninas. Outros estudos já haviam reportado altas correlações entre as medidas da região central do corpo, quadril e membros com a %GC em crianças e adolescentes (Machado et al., 2013; González-Agüero et al., 2017; Daniels et al., 2000).

As medidas de perímetros têm importância na área de composição corporal, com equações mais recentes incluindo exclusivamente essas medidas para predição da GC em crianças e adolescentes utilizando somente o perímetro da cintura (Cossio-Bolaños et al., 2017) ou em equações para predição da densidade corporal desenvolvidas há algumas décadas, utilizando as medidas de braço e cintura em equação para meninos e somente o perímetro do braço em equação para meninas (Ogawa, 1985), com todas essas equações com $r > 0,7$.

4.1.4. Comprimentos e alturas

Assim como a estatura, os comprimentos e alturas apresentaram resultados semelhantes, todas com valores de $r < 0,3$, sendo o grupo de medidas com as mais baixas correlações com a GC e muitas delas sem significância estatística. Apesar

desses achados, algumas equações foram desenvolvidas incluindo essas medidas como preditores da GC (Harsha et al., 1978; Paineau et al., 2008; Stevens et al., 2016). Entretanto, baseando-se em princípios estatísticos, apesar de haver a possibilidade dessas medidas de melhorarem o modelo da equação, a relação biológica não é consistente para respaldar a inclusão dessas medidas (Guo et al., 1996), de forma que a inclusão dessas medidas em equações preditivas deve ser vista com cautela.

4.1.5. Diâmetros

Os diâmetros apresentaram a maior variação de relação com a GC, desde correlação negativa e insignificante até forte correlação. As medidas podem ser analisadas em três grupos: o diâmetro biestilóide, biacromial, biepicondiliano do úmero e comprimento do pé foram medidas com $r < 0,5$ em todos os grupos, que representa relação com pouca importância com a GC. O diâmetro biepicondiliano do fêmur, bicrista ilíaca, tórax transverso e antero-posterior apresentam algumas análises com correlações moderadas, todas com $r < 0,7$. Em função desses resultados, podem ser previsores com razoável contribuição para predição da GC. Em adultos, é sugerido a inclusão de diâmetros como medida para melhorar a predição da GC, ao desenvolverem equação adicionando a medida biepicondiliano do fêmur (Garcia et al., 2005).

A única medida que apresentou correlação variando de moderada a forte em ambos os sexos foi o diâmetro antero-posterior do abdômen. Os achados do presente estudo sinalizam que essa medida pode ser mais explorada, uma vez que é uma medida simples, prática, não requer equipamento caro e tem alta correlação com a GC em ambos os sexos.

4.2. MG e %GC

As correlações das medidas antropométricas foram maiores com a MG em comparação com o %GC em ambos os sexos, com diferença mais destacada entre as meninas, confirmando os resultados de pesquisa anterior (Goran et al., 1996). O grupo de medidas que é exceção é das DC, em que a maioria das medidas teve correlação maior com o %GC do que com a MG em ambos os sexos.

Embora seja citado que a MG é uma medida univariada e menos complexa que o %GC (Hoffman et al., 2012; Dezenberg et al., 1999), os autores não explicam

teoricamente as diferenças nas relações de medidas antropométricas com a MG ou %GC. Forbes e Amirhakimi (1970) apresentaram um modelo teórico em que o corpo humano, sem tecido subcutâneo é considerado como um cilindro de forma que, por meio de cálculos matemáticos as medidas de dobras cutâneas apresentam uma relação linear com a MG e curvilínea com o %GC. Embora os cálculos matemáticos desse modelo teórico não tenham sido utilizados nos dados do presente estudo, toda e qualquer estimativa de %GC é decorrente de valores absolutos de MG. Ou seja, a estimativa do %GC é uma estimativa decorrente da MG. O que precisa ser investigado na literatura é porque algumas medidas antropométricas, como por exemplo, algumas dobras cutâneas são mais fortemente correlacionadas com o %GC do que com a MG.

4.3. Correlações mais importantes para cada sexo

Entre as meninas, as medidas de perímetros predominam com as maiores correlações tanto com a MG como com o %GC e nos meninos, as DC e perímetros têm resultados equilibrados entre as maiores correlações com a MG e vantagem mais destacada das DC entre as maiores correlações com o %GC. Uma possível explicação é que durante a puberdade, ocorre aumento da massa muscular nos meninos e acúmulo de GC nas meninas (Wells et al., 2007). Dessa forma, as meninas apresentaram maior medida para todas as dobras cutâneas e menor medida para a maioria dos perímetros em comparação com os meninos, ou seja, proporcionalmente a quantidade de GC identificada pelo perímetro é muito maior nas meninas. De forma oposta, como os meninos apresentam maior perímetro e menor medida de dobra cutânea, a massa muscular é maior, o que reduz a correlação de medidas de perímetro com a GC. Essa hipótese é reforçada analisando a medida de perímetro do braço contraído, em que a massa muscular é mais pronunciada, resultando em grande redução da correlação com a MG e %GC quando comparado com o perímetro do braço relaxado, com maior diferença entre os meninos, que apresentam maior massa muscular.

Um aspecto importante neste estudo foi o número de medidas antropométricas coletada e o tamanho da amostra. Em trabalhos anteriores o estudo com maior número de avaliados foi de Machado et al. (2013) com 408 voluntários. Já o estudo que teve o maior número de medidas antropométricas foi o trabalho de Seltzer et al. (1965) com 31 medidas.

Como limitação, embora o tamanho da amostra tenha sido maior que o mínimo calculado pelo tamanho amostral, como para toda amostra por conveniência, os resultados devem ser considerados específicos para a amostra.

Conclusão

A medida de massa corporal, o diâmetro ântero-posterior do abdômen, os perímetros da região central do corpo (abdômen e cintura), quadril, coxa e braço e a DC supraespinal são as medidas com maior potencial preditivo da GC em ambos os sexos. Em uma análise geral por sexo, nas meninas os perímetros apresentam correlações mais fortes, enquanto para os meninos são as DC. Em relação à GC, principalmente nas meninas a MG apresenta relação mais forte com medidas antropométricas que o %GC.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Campus Rio Pomba e ao Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais pelo apoio e disponibilização de recursos para a realização da pesquisa.

Referências

1. Alves Junior CAS, de Lima LRA, de Souza MC, Silva DAS. Anthropometric measures associated with fat mass estimation in children and adolescents with HIV. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019;44(5):493-498.
2. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1481-1492.
3. Cohen J. A power primer. *Psychol Bull*. 1992;112(1):155-159.
4. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Sulla Torres J, Urra Albornoz C, Gómez Campos R. Development of equations and proposed reference values to estimate body fat mass among Chilean children and adolescents. *Arch Argent Pediatr*. 2017;115(5):453-461.
5. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *Am J Epidemiol*. 2000;152(12):1179-1184.
6. Dezenberg CV, Nagy TR, Gower BA, Johnson R, Goran MI. Predicting body composition from anthropometry in pre-adolescent children. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999;23(3):253-259.

7. Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr.* 1967;21(3):681-689.
8. Edwards DA, Hammond WH, Healy MJ, Tanner JM, Whitehouse RH. Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *Br J Nutr.* 1955;9(2):133-143.
9. Esparza-Ros F, Vaquero-Cristóbal R, Marfell-Jones M. Protocolo internacional para la valoración antropométrica. Múrcia, Espanha: Sociedade Internacional para el Avance de la Cineantropometria; 2019.
10. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4):1149-1160.
11. Ferguson CJ. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice.* 2009;40(5):532-538.
12. Folmann AG, Wolf VLW, Roman EP, Guerra-Júnior G. Neck circumference and excess weight: proposal of cutoff points for Brazilian adolescents [published online ahead of print, 2020 Apr 19]. *J Pediatr (Rio J).* 2020;S0021-7557(20)30138-8.
13. Forbes GB, Amirhakimi GH. Skinfold thickness and body fat in children. *Human biology* 1970: 401-418.
14. Garcia AL, Wagner K, Hothorn T, Koebnick C, Zunft HJ, Trippo U. Improved prediction of body fat by measuring skinfold thickness, circumferences, and bone breadths. *Obes Res.* 2005;13(3):626-634.
15. George D, Mallery P. IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference. 16a edition. New York: Routledge, 2020.
16. González-Agüero A, Matute-Llorente Á, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. *Disabil Health J.* 2017;10(1):100-104.
17. Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr.* 1996;63(3):299-305.
18. Guo SS, Chumlea WC, Cockram DB. Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(3 Suppl):428S-435S.
19. Harsha DW, Frerichs RR, Berenson GS. Densitometry and anthropometry of black and white children. *Hum Biol.* 1978;50(3):261-280.

20. Heymsfield SB, Nuñez C, Testolin C, Gallagher D. Anthropometry and methods of body composition measurement for research and field application in the elderly. *Eur J Clin Nutr.* 2000 Jun;54 Suppl3:S26-32.
21. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Hum Biol.* 2012;39:156-60.
22. Huang TT, Watkins MP, Goran MI. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. *Obes Res.* 2003;11(10):1192-1199.
23. Hudda MT, Fewtrell MS, Haroun D, et al. Development and validation of a prediction model for fat mass in children and adolescents: meta-analysis using individual participant data. *BMJ.* 2019;366:l4293. Published 2019 Jul 24.
24. Jackson AS, Pollock ML. Practical Assessment of Body Composition. *Phys Sportsmed.* 1985 May;13(5):76-90.
25. Kee CC, Lim KH, Sumarni MG, et al. Validity of self-reported weight and height: a cross-sectional study among Malaysian adolescents. *BMC Med Res Methodol.* 2017;17(1):85.
26. Lima LRA, Martins PC, Junior CASA, Castro JAC, Silva DAS, Petroski EL. Are traditional body fat equations and anthropometry valid to estimate body fat in children and adolescents living with HIV?. *Braz J Infect Dis.* 2017;21(4):448-456.
27. Lohman TG, Caballero B, Himes JH, et al. Estimation of body fat from anthropometry and bioelectrical impedance in Native American children. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24(8):982-988.
28. Lozano-Berges G, Matute-Llorente Á, Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Accurate Prediction Equation to Assess Body Fat in Male and Female Adolescent Football Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019 May 1;29(3):297-302.
29. Machado D, Oikawa S, Barbanti V. The multicomponent anthropometric model for assessing body composition in a male pediatric population: a simultaneous prediction of fat mass, bone mineral content, and lean soft tissue. *J Obes.* 2013;2013:428135.
30. Mak KK, McManus AM, Lai CM. Percentage body fat and anthropometric measures in Hong Kong adolescents. *Res Sports Med.* 2013;21(1):90-97.
31. Malina RM, Geithner CA. Body composition of young athletes. *American Journal of Lifestyle Medicine,* 5(3), 262-278, 2011.

32. Marrodán MD, González-Montero de Espinosa M, Herráez Á, et al. Development of subcutaneous fat in Spanish and Latin American children and adolescents: Reference values for biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds. *Homo*. 2017;68(2):145-155.
33. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *American Journal of Physical Anthropology*, p. 223-230, 1921.
34. Michels N, Huybrechts I, Bammann K, et al. Caucasian children's fat mass: routine anthropometry v. air-displacement plethysmography. *Br J Nutr*. 2013;109(8):1528-1537.
35. Mukherjee D, Roche AF. The estimation of percent body fat, body density and total body fat by maximum R2 regression equations. *Hum Biol*. 1984;56(1):79-109.
36. Munguia-Izquierdo D, Suarez-Arrones L, Di Salvo V, et al. Validation of Field Methods to Assess Body Fat Percentage in Elite Youth Soccer Players. *Int J Sports Med*. 2018;39(5):349-354.
37. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-2642.
38. Ogawa M. Human body density estimated by anthropometric factors. Part II. Study on schoolchildren. *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene)* [Internet]. 1985;40:841-8.
39. Ortiz-Hernández L, Vega López AV, Ramos-Ibáñez N, Cázares Lara LJ, Medina Gómez RJ, Pérez-Salgado D. Equations based on anthropometry to predict body fat measured by absorptiometry in schoolchildren and adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2017;93(4):365-373.
40. Paineau D, Chiheb S, Banu I, et al. Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann Hum Biol*. 2008;35(2):185-197.
41. PeNSE: Pesquisa nacional de saúde do escolar: 2015 / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. – Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 132 p.
42. Perez-Bey A, Ruiz JR, Ortega FB, et al. Bidirectional associations between fitness and fatness in youth: A longitudinal study [published online ahead of print, 2020 Apr 16]. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;10.1111/sms.13684.

43. Racette SB, Uhrich ML, White ML, Yu L, Clark BR. Sex differences in FITNESSGRAM® health risk based on aerobic capacity and body composition among urban public elementary school children. *Prev Med.* 2017 Oct;103:56-59.
44. Ripka WL, Ulbricht L, Gewehr PM. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. *PLoS One.* 2017;12(9):e0184854.
45. Seltzer CC, Goldman RF, Mayer J. The triceps skinfold as a predictive measure of body density and body fat in obese adolescent girls. *Pediatrics.* 1965;36:212-218.
46. Silva VS, Vieira F. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2020, 22:e70517.
47. Silva DAS, Lang JJ, Petroski EL, Mello JB, Gaya ACA, Tremblay MS. Association between 9-minute walk/run test and obesity among children and adolescents: evidence for criterion-referenced cut-points. *PeerJ.* 2020;8:e8651.
48. Stevens J, Ou FS, Cai J, Heymsfield SB, Truesdale KP. Prediction of percent body fat measurements in Americans 8 years and older. *Int J Obes (Lond).* 2016;40(4):587-594.
49. Stewart AD, Marfell-Jones MJ, Olds T, De Ridder JH. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry – ISAK, 2011.
50. Treuth MS, Butte NF, Wong WW, Ellis KJ. Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001;25(9):1352-1359.
51. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status [published correction appears in *Br J Nutr* 2000 Jan;83(1):95]. *Br J Nutr.* 1999;82(3):165-177.
52. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2007 Sep;21(3):415-30.
53. Weltman A, Katch VL. A non population-specific method for predicting total body volume and percent fat. *Human biology* 1978;151-158.
54. Woolcott OO, Bergman RN. Relative Fat Mass (RFM) as a New Estimator of Whole-Body Fat Percentage – A Cross-Sectional Study in American Adult Individuals. *Sci Rep.* 2018 Jul 20;8(1):10980.

Material Suplementar

Quadro S1. Descrição das medidas antropométricas conforme padronizado pela ISAK.

Medidas básicas
Massa corporal – com o mínimo de roupas, o sujeito fica no centro da balança, sem apoio e com o peso distribuído uniformemente nos dois pés.
Estatura – o método de estatura com extensão exige que o sujeito fique em pé, com os calcanhares unidos, e os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas em contato com a escala. A cabeça, quando posicionada no plano de Frankfort, não precisa tocar a escala. O antropometrista reorienta os polegares posteriormente na direção das orelhas do sujeito, suficientemente longe da linha da mandíbula do sujeito, para assegurar que a pressão para cima, quando aplicada, seja transferida através dos processos mastoides. O sujeito é, então, instruído a realizar e manter uma inspiração profunda; e, enquanto mantém a cabeça no plano de Frankfort, o avaliador aplica uma suave pressão para cima nos processos mastoides. O anotador manuseia o esquadro com firmeza e posiciona-o no Vertex do crânio, pressionando o cabelo o máximo possível. O anotador também ajuda a manter os calcanhares no chão e a posição da cabeça no plano de Frankfort. A medição é realizada antes que o sujeito expire.
Altura sentada – O sujeito senta-se em um banco antropométrico ou plataforma elevada. As mãos devem repousar sobre as coxas. O sujeito é instruído a realizar e manter uma inspiração profunda; e, enquanto mantém a cabeça no plano de Frankfort, o antropometrista aplica uma suave pressão para cima através dos processos mastoides. O anotador desloca o esquadro com firmeza e posiciona-o sobre o Vertex do crânio, pressionando o cabelo o máximo possível. Deve-se ter cuidado para evitar que o sujeito contraia os músculos glúteos ou empurre o banco com as pernas.
Envergadura – o sujeito fica em pé contra a parede, com os pés unidos, de frente para o antropometrista e com os cotovelos estendidos horizontalmente. Os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas, assim como a parte posterior dos braços, ficam em contato com a parede. O sujeito inspira ao máximo, e os cotovelos são estendidos ao máximo. O anotador ajuda assegurando que seja mantido o contato entre o dactylion (ponta do dedo médio) e o canto da parede em toda a medição. O antropometrista assegura que os cotovelos permaneçam estendidos ao máximo e horizontalmente, observando o dactylion contralateral em contato com a lâmina do segmômetro (se utilizado) enquanto a leitura é realizada.
Dobras Cutâneas
Tríceps – marcado na face posterior do braço, na linha média, no nível do ponto acromiale-radiale médio marcado.
Subescapular – marcado 2 cm abaixo do ponto Subscapulare, ao longo de uma linha que se estende lateral e obliquamente em um ângulo de 45°.
Bíceps – marcado na face anterior do braço, na linha média, no nível do ponto acromiale-radiale médio marcado.
Crista ilíaca – imediatamente acima da marcação do ponto Iliocristale, o ponto mais superior da crista ilíaca.

Supraespinal – o ponto resultante da intersecção de duas linhas: (1) a linha desde o local de marcação do Iliospinale até a margem axilar anterior e (2) a linha horizontal no nível do local de marcação do Iliocristal.
Abdominal – o ponto marcado 5 cm horizontalmente à direita do ponto médio do umbigo.
Coxa – o ponto médio de uma linha entre os pontos Patellare e Inguinal.
Perna Medial – o ponto na face mais medial da panturrilha no nível do perímetro máximo.
Perímetros
Cabeça – obtida no plano de Frankfort, imediatamente acima da Glabela e perpendicular ao eixo longitudinal da cabeça.
Pescoço – medida imediatamente superior à cartilagem tireóide (pomo de Adão) e perpendicular ao eixo longitudinal do pescoço.
Braço – medida ao nível do ponto acromiale-radiale médio, perpendicular ao eixo longitudinal do braço.
Braço flexionado e tensionado – perpendicular ao eixo longitudinal do braço no nível do maior volume do bíceps braquial contraído, quando o braço está elevado anteriormente e na horizontal.
Antebraço – medida na circunferência máxima do antebraço perpendicular ao seu eixo longitudinal, distal aos epicôndilos do úmero.
Punho – medida na circunferência mínima do punho perpendicular ao eixo longitudinal do antebraço, distal aos processos estiloides.
Tórax – medida perpendicular ao eixo longitudinal do tórax no nível do local do Mesosternale, o ponto médio do esterno no nível do centro da articulação da quarta costela com o esterno (articulação condroesternal).
Cintura – na região do abdômen em seu ponto mais estreito entre a margem costal inferior (10" costela) e a parte superior da crista ílaca, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco.
Quadril – na região glútea, no nível da sua maior protuberância posterior, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco.
Coxa (1cm abaixo da dobra glútea) – medida a 1cm do local do sulco infraglúteo, perpendicular ao seu eixo longitudinal.
Coxa Média – no nível do local do trochanterion-tibiale laterale médio, perpendicular ao seu eixo longitudinal.
Perna – no nível do local da dobra da Perna Medial, perpendicular ao eixo longitudinal da coxa.
Tornozelo – menor medida da região superior do tornozelo até o maléolo medial, perpendicular ao eixo longitudinal da perna.
Alturas e comprimentos
Acromiale-radiale – representa o comprimento do braço. É a distância linear entre os pontos marcados Acromiale e Radiale.
Radiale-stylian – representa o comprimento do antebraço. É a distância linear entre o ponto marcados Radiale e Stylian.

Styilion médio-dactylion – r representa o comprimento da mão. É a distância linear entre o ponto marcados Midstyilion e Dactylion.
Altura lleoespinal – a distância vertical entre o local do Iliospinale e a superfície de apoio dos pés.
Altura Trocantérica – a distância vertical entre o local do Trochanterion e a superfície de apoio dos pés.
Trochanterion-tibiale laterale – representa o comprimento da coxa. A distância linear entre os locais do Trochanterion e do Tibiale laterale.
Tibiale laterale – representa o comprimento da perna. The height from the Tibiale laterale to the floor. A distância vertical entre o local do Tibiale laterale e a superfície de apoio dos pés.
Tibiale mediale-sphyrion tibiale – representa o comprimento da tíbia. A distância linear entre os locais do Tibiale mediale e do Sphyrion tibiale.
Diâmetros
Biacromial – a distância linear entre as faces mais laterais dos acrômios.
Abdomen anterior-posterior – a distância linear horizontal no plano sagital entre o ponto na superfície da pele do abdome imediatamente inferior ao umbigo, com o tronco ereto, e a correspondente face dorsal do tronco.
Biiliocristal – a distância linear entre os pontos mais laterais da crista ilíaca.
Comprimento do pé – a distância linear entre os planos frontais do Pternion e do Akropodion.
Tórax Transverso – a medida do diâmetro do tórax quando o paquímetro está em um plano inclinado que inclui o Mesostemale e as hastes em ângulo de 30" para baixo em uma posição posterior.
Tórax Antero-posterior – a profundidade do tórax perpendicular ao seu eixo longitudinal no nível do Mesosternale.
Biepicondilar do Úmero – a distância linear entre a borda mais lateral do epicôndilo lateral do úmero e a borda mais medial do epicôndilo medial do úmero.
Biestilóide – a distância linear entre a face lateral do processo estiloide do rádio e a face medial do processo estiloide da ulna.
Biepicondilar do Fêmur – a distância linear entre a borda mais lateral do epicôndilo lateral do fêmur e a borda mais medial do epicôndilo medial do fêmur.

Quadro S2. Descrição de medidas antropométricas padronizadas por diferentes autores

Dobra cutânea do peito – uma dobra cutânea diagonal na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo nos homens e a um terço da distância entre a linha axilar anterior o mamilo nas mulheres (Jackson e Pollock, 1985).
Perímetro abdominal ao nível da crista ilíaca – medida em um plano horizontal ao nível da borda mais lateral do ílio direito, estando o indivíduo de pé, ao final de uma expiração (Woolcott e Bergman, 2018).
Perímetro abdominal ao nível do umbigo – medida em um plano horizontal ao nível do umbigo (Mukherjee e Roche, 1984).

4. ARTIGO CIENTÍFICO 3

Validação de equações antropométricas de predição da gordura corporal em adolescentes brasileiros.

Matheus S. Cerqueira^{1,2}, Paulo R. S. Amorim¹, Irismar G. A. Encarnação³, Francisco Z. Werneck⁴, Manuel S. Quintana⁵, Diego A. S. Silva⁶, João C. B. Marins¹

7. Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
8. Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil.
9. Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia. Bragança, Portugal.
10. Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
11. Faculty of Sciences of Physical Activity and Sports, Polytechnic University of Madrid, Madrid, Spain.
12. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

DECLARAÇÃO: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

ORCID:

Matheus S. Cerqueira ID: <http://orcid.org/0000-0001-6723-6083>

Paulo R. S. Amorim ID: <http://orcid.org/0000-0002-9607-5538>

Irismar G. A. Encarnação ID: <http://orcid.org/0000-0001-5712-8353>

Francisco Z. Werneck ID: <https://orcid.org/0000-0003-1966-8820>

Manuel Sillero-Quintana ID: <http://orcid.org/0000-0002-9806-2925>

Diego A. S. Silva ID: <http://orcid.org/0000-0002-0489-7906>

João C. B. Marins ID: <http://orcid.org/0000-0003-0727-3450>

Contribuições dos autores:

Conceituação: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Preparo dos dados: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Análise formal: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Metodologia: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – versão original: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – revisão e edição: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Autor Correspondente

Matheus Santos Cerqueira

mserqueira.if@gmail.com

Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa - Minas Gerais, CEP: 36570-000

Resumo

Introdução: a mensuração da gordura corporal (GC) pode ser realizada de forma prática utilizando equações antropométricas. Existem centenas de equações desenvolvidas para adolescentes, e antes de serem utilizadas em população diferente da qual foi derivada deve ser realizada a validação.

Objetivo: verificar a validade de equações antropométricas para predição da massa de gordura (MG) e percentual de GC (%GC) em adolescentes brasileiros, utilizando a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) como método de referência.

Métodos: foi realizado um estudo transversal com 420 adolescentes (216 meninos e 204 meninas) de 15 a 19 anos. Foram selecionadas nove equações antropométricas para cada sexo, específicas para adolescentes desenvolvidas em diferentes países e com diferentes métodos de referência. Os critérios de seleção foram equações para estimativa da MG ou %GC em amostras de adolescentes e construída com a utilização de diferentes medidas antropométricas. Foram adotados os seguintes critérios de validade: coeficiente de correlação intraclassa (CCI) $r_1 \geq 0,80$; $\geq 68\%$ de indivíduos dentro de uma faixa aceitável de erro de $\pm 3,5\%$ para equações de predição do %GC para ambos os sexos ou $\pm 2,4$ kg para equações de predição da MG para meninos e $\pm 2,0$ kg para meninas (calculado proporcionalmente); índice Kappa $\geq 0,61$. Adicionalmente, a análise gráfica de Bland-Altman foi analisada.

Resultados: As equações apresentam alta correlação com a GC variando de $r = 0,710$ a $0,929$ ($p < 0,01$). Das 18 equações investigadas, apenas três não apresentaram diferença significativa para a GC medida por DXA. A partir da análise do CCI, quatro equações para meninos e três para meninas atenderam o critério ($r_1 \geq 0,80$). Para o índice Kappa, duas equações atenderam o critério estabelecido. Para o limite $> 68\%$ de indivíduos dentro da margem de erro estabelecida, somente uma equação atendeu o critério. Para a análise do gráfico de Bland-Altman, os limites de todas as equações demonstraram baixa concordância entre os métodos. Nenhuma equação atendeu os três critérios de validade.

Conclusão: As equações apresentaram erros clinicamente significantes para predição da GC em adolescentes e nenhuma delas foi considerada válida para predição da GC, para ambos os sexos. Isso reforça a necessidade de estudos de base para a proposição de equações de predição de MC e %GC para adolescentes.

Palavras-chave: Jovens. Estudo de validação. Composição corporal. Cineantropometria. Absorciometria de Fóton.

Introdução

A mensuração da gordura corporal (GC) pode ser realizada de forma prática, fácil e de baixo custo por equações preditivas utilizando medidas antropométricas (Barnas e Ball, 2020; Hudda et al., 2019). Em crianças e adolescentes, é relatado o desenvolvimento de equações antropométricas desde a década de 1960 (Parízková, 1961). Desde então, dezenas de estudos foram publicados, com equações generalizadas para indivíduos saudáveis (Hoffman et al., 2012; Wendel et al., 2017) ou para indivíduos com características específicas, como atletas de futebol (Lozano-Berges et al., 2019), com doenças como HIV+ (Lima et al., 2017), anorexia nervosa (Kerruish et al., 2002) ou deficiência como síndrome de Down (González-Agüero et al., 2017).

A diversidade de equações propostas aponta que fatores como idade, sexo, etnia e maturação sexual influenciam o padrão de acúmulo da GC (Heyward, 2001). Isto implica que sua elaboração possui uma influência das características físicas da população estudada, gerando assim certa limitação geográfica para seu emprego. Outro aspecto importante a ser considerado corresponde ao aumento secular da obesidade (NCD-Risk, 2017) que pode implicar em alterações nas relações de medidas antropométricas com a GC, de forma que equações desenvolvidas há algumas décadas, como por exemplo as equações de Slaughter et al. (1988) ou Womersley e Durnin (1977), podem não ser adequadas para o perfil antropométrico da população atual. Por esses motivos, antes da utilização de uma equação, é necessário verificar se ela é válida para a população que será utilizada (Lohman, 1981). Nesse mesmo sentido, é importante checar a validade de equações que foram desenvolvidas tanto derivadas de amostras de brasileiros (Machado et al., 2013; 2017; Ripka et al., 2017) quanto equações com amostras de outros países (Cossio-Bolaños et al. 2017; Flavel et al. 2012), para verificar a necessidade do desenvolvimento de equações válidas para estimativa da GC.

Tanto para o desenvolvimento quanto para a validação de equações, é necessário um método de referência de medição da composição corporal. Algumas equações propostas empregaram como método de referência a pesagem hidrostática, tendo como base a densidade corporal calculada pela equação de Siri (Johnston et al., 1988; Harsha et al., 1978). Contudo, com a evolução tecnológica têm-se a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) um método de referência com potencial de diagnóstico de obesidade, sarcopenia, para monitorar mudanças de

composição corporal por terapias em pacientes ou do treinamento de atletas, tendo como pontos positivos a precisão, exatidão, rapidez do exame e medição tanto regional quanto do corpo todo (Bazzocchi et al., 2016; Kendler et al., 2013).

Assim, o objetivo do estudo é verificar a validade de equações antropométricas para predição da GC em amostra de adolescentes brasileiros de ambos os sexos, utilizando a DXA como método de referência.

Método

Tipo de estudo

Estudo transversal com amostra por conveniência incluindo estudantes de ensino médio de escolas públicas e privadas da cidade de Viçosa, estado de Minas Gerais, localizada na região sudeste do Brasil. A pesquisa foi realizada no período de outubro de 2018 a outubro de 2019.

Participantes

Participaram do estudo 420 adolescentes, sendo 216 meninos e 204 meninas, entre 15 e 19 anos recrutados nas escolas. Estudo de validação de equações já foram publicados com amostra de 101 meninos e 37 meninas obesas (Chan et al., 2009) e 142 meninos e 82 meninas saudáveis (Yeung et al., 2010). Desta forma, o tamanho da amostra do presente estudo supera os procedimentos metodológicos sob o aspecto do número amostral.

Foram incluídos adolescentes sem diagnóstico de doença ou deficiência e sem uso de medicamento regular, considerados aparentemente saudáveis. Grávidas foram excluídas da participação na pesquisa.

Os voluntários menores de idade assinaram um termo de assentimento, que em conjunto com o termo consentimento dos pais ou responsáveis, permitiam que participassem do estudo. Os voluntários com idade de 18 ou 19 anos assinaram o próprio consentimento informado. O projeto de pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil e aprovado sob parecer número CAAE 99311418.0.0000.5153, conforme a legislação brasileira de estudos com seres humanos.

Desenho do estudo

O estudo compreendeu a realização de duas etapas. A primeira, com a realização da mensuração antropométrica e a segunda com a mensuração da massa

de gordura (MG) e % de gordura corporal (%GC) pela técnica da DXA, feita preferencialmente no mesmo dia da medição antropométrica. Quando não era possível a medição da composição corporal no mesmo dia, era agendado uma outra data, com intervalo de no máximo 10 dias entre as mensurações.

Medidas antropométricas

As medidas antropométricas foram realizadas em ambientes diferentes, em função da infraestrutura existente nas escolas. Em um grupo de voluntários as coletas foram realizadas nas próprias escolas que disponibilizava uma sala reservada para realização das medidas antropométricas. Nas escolas em que a sala não era disponível, os voluntários foram conduzidos até o Laboratório de Performance Humana na Universidade Federal de Viçosa (UFV). A fim de manter a privacidade, as salas eram reservadas com presença restrita aos voluntários e à equipe de avaliadores, sempre do mesmo sexo dos avaliados. As mensurações foram realizadas na parte da manhã, entre 8 e 11h, ou na parte da tarde, entre 13 e 16h, de acordo com a disponibilidade dos voluntários.

Para o cálculo da GC pelas 18 equações antropométricas, foram mensuradas as seguintes medidas antropométricas: massa corporal, estatura, altura sentada, dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa, perna), perímetros da cintura e braço contraído, e o comprimento do membro inferior. As medidas seguiram os procedimentos padronizados de acordo com a *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) (Stewart et al., 2011).

Todas as medidas foram realizadas em duplicata, registrando o valor médio. Caso a diferença entre as duas medidas fosse maior que 5% para dobras cutâneas e 1% para as demais medidas, uma terceira medição era realizada, passando a ser registrado a mediana das medidas.

As mensurações foram realizadas por 15 pesquisadores com treinamento em antropometria, realizado por um antropometrista com formação na ISAK nível 3 (instrutor), seguindo as recomendações da ISAK. Após a finalização do treinamento, os avaliadores passaram por um processo de avaliação para verificação do erro técnico de medida intra-avaliador e inter-avaliador (comparação com o instrutor), que atenderam aos critérios estabelecidos pela ISAK (Silva e Vieira, 2020) equivalente a um antropometrista nível 2.

Equipamentos antropométricos

Para mensuração das dobras cutâneas, foi utilizado um adipômetro da marca Lange® (Maryland, Estados Unidos), com calibração verificada previamente ao início do estudo utilizando um bloco aferidor com medidas padrão com precisão de 10mm, variando de 10 a 50mm. A massa corporal foi mensurada com uma balança digital (Welmy® w 200/5, Santa Bárbara d'Oeste, Brasil) com precisão de 0,05 kg. Para o comprimento da perna e perímetros foram utilizados, respectivamente, um segmômetro e uma trena antropométrica, ambos com precisão de 0,1cm e da mesma marca (Cescorf®, Porto Alegre, Brasil). A estatura foi mensurada com um estadiômetro portátil (Sanny®, São Bernardo do Campo, Brasil) com precisão de 0,1cm.

Equações antropométricas para predição da gordura corporal

Entre as centenas de equações publicadas para predição da GC em adolescentes, foram selecionadas 9 para cada sexo, que atenderam os seguintes critérios: a) equações em amostras de indivíduos adolescentes saudáveis; b) resultado da composição corporal em MG ou %GC; c) equações exclusivas de dobras cutâneas, perímetros, IMC ou incluindo diferentes grupos de medidas antropométricas. A tabela 1 apresenta as equações selecionadas para a validação da predição da GC em adolescentes brasileiros, a faixa etária da amostra, o método de referência adotado e a equação derivada.

Tabela 1. Descrição das equações antropométricas de estimativa da MG e %GC investigadas no presente estudo

Referência	Idade	País	Método Referência	Equação
Meninos				
Cossio-Bolaños et al. (2017)	13,4	Chile	DXA	$MG (kg) = -22,059 - (0,45 * Idade) + (0,573 * Per Ci)$
Machado et al. (2013)	8-18	Brasil	DXA	$MG (kg) = (-0,0857 * Est) + (0,3139 * MC) + (0,1970 * DC Ci) + (0,2350 * DC Ab) - (0,6571 * PVC)$
Flavel et al. (2012) Eq1	6-17	Austrália	DXA	$MG (g) = -17129 + (246,5 * IMC) + (255,2 * Per Ci) + (51,9 * DC Ab) + (89,2 * DC Ci) + (260,8 * DC Sp)$
Ripka et al. (2017)	12-17	Brasil	DXA	$\%GC = 25,20 - (0,19 * Idade) - (6,7 * Est) + (0,21 * DC Cx+Tr+Bi+SE)$
Flavel et al. (2012) Eq2	6-17	Austrália	DXA	$\%GC = 1,09 + (0,63 * DC Tr) + (0,36 * DC Cx) + (0,50 * DC SI) - (0,16 * DC Ab) + (0,33 * DC Bi)$
Pietrobelli et al. (1998)	5-19	Itália	DXA	$\%GC = -4,8 + (2,2 * IMC) - (1,37 * Idade)$
Slaughter et al. (1988)	8-18	EUA	Modelo 4C	$\%GC = (0,735 * DC Tr+Pe) + 1,0$
Womersley e Durnin (1977) Eq1	17-19	Escócia	PH	$\%GC = -26,789 + (27,409 * Log DC Bi+Tr+SE+SI)$
Womersley e Durnin (1977) Eq2	17-19	Escócia	PH	$\%GC = 13,466 + (0,356 * MC) - (13,833 * Est)$
Meninas				
Cossio-Bolaños et al. (2017)	12,4	Chile	DXA	$MG (kg) = -26,329 + (0,362 * Idade) + (0,558 * Per Cintura)$
Machado et al. (2017)	8-17	Brasil	DXA	$MG (kg) = 2,8461916 + (0,3645630 * MC) + (0,1000325 * DC SI) + (0,2888978 * DC Ab) - (0,4752146 * Per Br C)$
Flavel et al. (2012) Eq1	6-17	Austrália	DXA	$MG (g) = -35568 + (1407,6 * IMC) + (38 * MC) - (39 * Per Qu) + (332,1 * Per Ci)$
Pietrobelli et al. (1998) Eq1	5-19	Itália	DXA	$MG (kg) = -30,65 + (1,9 * IMC) + (0,53 * Idade)$
Flavel et al. (2012) Eq2	6-17	Austrália	DXA	$\%GC = (11,03 + (0,93 * IMC) + (0,30 * Per Ci) - (0,24 Est) + (0,48 * DC Pe) + (0,07 Per Qu)$
Pietrobelli et al. (1998) Eq2	5-19	Itália	DXA	$\%GC = 11,36 + (1,54 * IMC) - (0,94 * Idade)$
Slaughter et al. (1988)	8-18	EUA	Modelo 4C	$\%GC = (0,610 * DC Tr+Pe) + 5,1$
Womersley e Durnin (1977) Eq1	17-19	Escócia	PH	$\%GC = -27,889 + (30,509 * Log DC Bi+Tr+SE+SI)$
Womersley e Durnin (1977) Eq2	17-19	Escócia	PH	$\%GC = 109,087 + (0,735 * MC) - (78,23 * Est)$

Eq: equação; DXA: absorciometria por dupla emissão de raios X; PH: pesagem hidrostática; Modelo 4C: modelo 4 componentes; MG: massa de gordura; %GC: percentual de gordura corporal; MC: massa corporal; Est: estatura; Per: perímetro; Br C: braço contraído; Ci: cintura; Qu: quadril; IMC: índice de massa corporal; DC: dobra cutânea; Ab: abdominal; Bi: bíceps; Ci: crista ilíaca; Cx: coxa; Pe: perna; SE: subescapular; SI: suprailíaca; Sp: supraespinal; Tr: tríceps; [PVC – Pico de Velocidade do Crescimento = $-9,236 + (0,0002708 * Comp MMII * AS) - (0,001663 * Idade * Comp MMII) + (0,007216 * Idade * AS) + (0,02292 * (MC/Est) * 100)$] AS: altura sentado; Comp MMII: comprimento de membros inferiores

DXA

Os exames foram realizados utilizando um equipamento (GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance DXA System, versão do software: 13,31) disponível na Divisão de Saúde da UFV. Para a realização dos exames de composição corporal, os voluntários foram orientados a removerem objetos metálicos do corpo. Os exames, com duração média de seis minutos, foram realizados por técnicos de radiologia treinados para manuseio do equipamento. A fim de garantir a qualidade dos exames, o equipamento foi calibrado diariamente com *phantom* específico, seguindo as recomendações do fabricante. Para padronização dos exames, um único pesquisador foi responsável por ajustar manualmente as regiões de interesse (ROI) nas referências anatômicas (Bazzocchi et al., 2016) e por gerar todos os relatórios.

Estatística

A análise da distribuição dos dados foi aferida analisando os valores de assimetria e curtose. Para caracterização da amostra, foram calculados a média, desvio-padrão e valores mínimo e máximo dos dados demográficos, antropométricos, de composição corporal medido por DXA e estimado pelas equações. O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade da distribuição da diferença entre a GC predita pelas equações e medida pela DXA para atender o pressuposto de normalidade para o teste de Bland-Altman (Bland e Altman, 1986). A associação entre a GC predita pelas equações e medida pela DXA foi verificada pelo coeficiente de correlação de Person. A diferença média entre a GC de cada equação vs DXA foi calculada pelo teste t pareado.

A validade de métodos deve ser feita por análises estatísticas de concordância. Para a GC, tanto os resultados na forma de variável numérica quanto categórica são importantes, a depender do uso da equação. Nesse sentido buscou-se analisar por meio de métodos estatísticos adequados para cada tipo de variável (Watson e Petrie, 2010), estabelecendo critérios objetivos. Na validação das equações preditivas, foi definido que devem ser atendidos os três critérios a seguir:

- a) Coeficiente de correlação intraclassa (CCI), para verificar o grau de concordância da GC medida pela DXA e estimado pelas equações antropométricas, adotando como ponto de corte de validade $r_1 \geq 0,80$ (Lee et al., 2017).

- b) O coeficiente de concordância para escalas nominais de Kappa (Cohen, 1968) foi utilizado para verificar a concordância entre a classificação do estado nutricional pelos métodos antropométricos e a DXA. A classificação de %GC seguiu o padrão de Lohman (1987) adaptado: para meninos $\leq 25\%$ – Normal; $> 25\%$ – Alto; para meninas: $\leq 30\%$ – Normal; $> 30\%$ – Alto. As equações que estimam a MG (kg) tiveram o resultado convertido para % para proceder essa análise. A classificação do índice Kappa seguiu a classificação de Landis e Koch (1977): $< 0,00$ Fraco; entre 0,00 e 0,20 Pouco; entre 0,21 e 0,40 Razoável; entre 0,41 e 0,60 Moderado; entre 0,61 e 0,80 Substancial; entre 0,81 e 1,00 Quase perfeito. Foi considerada válida a equação que atingisse valor $\geq 0,61$.
- c) Foi adotado como critério aceitável de diferença entre as equações e o método de referência $\pm 3,5\%$ de GC para ambos os sexos, seguindo publicações anteriores (Doran et al., 2014; Bottaro et al., 2002). Para as equações que estimam a MG (kg), foi feito um cálculo proporcional para cada sexo, que resultou em limites de $\pm 2,4$ kg de MG para meninos e $\pm 2,0$ kg de MG para meninas. Considerando que dados com distribuição normal incluem dentro da variação de ± 1 DP de sua média aproximadamente 68% dos valores, foi considerado adequado para esse item as equações com $\geq 68\%$ de indivíduos dentro das faixas estabelecidas.

Além dos métodos estatísticos utilizados como critério de validade, foi realizada a análise gráfica de concordância entre os métodos foi determinada pelo método de Bland-Altman (Bland e Altman, 1986). O gráfico de Bland-Altman apresenta na linha central contínua o erro médio do grupo e as linhas pontilhadas representam os limites superiores e inferiores em que 95% da amostra está inserida. A linha contínua diagonal é a linha de regressão, que representa a tendência dos erros das equações em relação à medida da DXA. As linhas contínuas internas representam os limites aceitáveis de erro para a MG e %GC. As diferenças foram plotadas em relação ao método de referência (GC medida por DXA) em vez do valor médio, porque se espera que o método de referência esteja mais próximo do "valor verdadeiro" do que a média entre os métodos (Krouwer, 2008). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico MedCalc versão 19.3.1 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium), adotando nível de significância de 5%.

Resultados

As características descritivas de idade, medidas antropométricas da amostra, MG e %GC medidos por DXA e a estimada pelas equações antropométricas são apresentadas (tabela 2).

De maneira geral, as equações apresentam alta correlação com a GC, todas com valores de $r > 0,7$ e significantes ($p < 0,001$). Somente com a MG foram observados valores de $r > 0,9$ (tabela 3).

Entre os meninos, as equações de Cossio-Bolaños et al. (2017), Flavel et al. (2012) equações 1 e 2 e Womersley e Durnin (1977) não apresentaram diferença significativa, enquanto entre as meninas todas as equações apresentaram diferença significativa para a GC medida por DXA. Para as meninas, oito das nove equações analisadas subestimam a GC, enquanto entre os meninos apenas em três das cinco equações que apresentaram diferença significativa subestimaram a GC medida por DXA (tabela 3).

Na análise do CCI, quatro equações para meninos, Machado et al. (2013), Flavel et al. (2012) equações 1 e 2 e Slaughter et al. (1988) e três equações para meninas, Machado et al. (2017), Flavel et al. (2012) equação 1 e Pietrobelli et al. (1998) equação 1 atenderam o critério estabelecido ($r_1 > 0,80$) (tabela 3).

Para o índice Kappa, a partir no número de indivíduos classificados em cada um dos dois níveis de GC (normal e alto), entre os meninos é mostrado que, para a classificação da GC Alta, todos os métodos apresentaram número menor de classificação em comparação com a DXA, sendo que em cinco dos nove métodos o número de identificados com Alta GC foi menor que a metade identificada pela DXA (tabela 3).

Entre as meninas, para a GC Alta, apenas duas equações apresentaram maior número de indivíduos classificados que a DXA e, das sete equações que apresentaram menor número de avaliadas classificadas com Alta GC que a DXA, em quatro delas o número foi inferior a metade dos casos (tabela 3).

Como resultado do índice Kappa, apenas duas equações (Flavel et al., 2012 eq 2; Slaughter et al., 1988) para meninos atingiram o valor critério recomendado ($\geq 0,61$) (tabela 3).

Para o limite de 68% de indivíduos dentro da margem de erro estabelecida, somente a equação de Machado et al. (2013) para meninos atendeu o critério (tabela 3).

Os gráficos de concordância de Bland-Altman apresentam um viés (diferença média) entre as equações para meninos pequena, com exceção da equação 2 de Womersley e Durnin (1977), que apresentou grande diferença média (figura 1). Entre as meninas ocorreu o contrário, apenas as equações de Cossio-Bolaños et al. (2017), Machado et al. (2017) e equação 1 de Pietrobelli et al. (1998) apresentaram viés próximo de zero, enquanto as demais equações apresentaram erros elevados para a média do grupo (figura 2). Além disso, os limites de concordância de todas as equações foram amplos, evidenciando erros individuais grandes.

A linha de igualdade (diagonal) representa o erro sistemático, que é observado pela inclinação da linha. As equações de Flavel et al. (2012) para o %GC em meninos e para a MG e %GC em meninas são as que apresentam inclinação quase nula. Para todas as outras equações, observa-se inclinação na linha, representando erro sistemático do mesmo tipo, com tendência de apresentar superestimativa de predição para valores mais baixos de GC e subestimativa para valores mais altos, independente da característica da equação. Foram incluídas equações utilizando somente perímetro, IMC, massa corporal e estatura, dobras cutâneas, equações com várias medidas, equação por regressão linear ou logarítmica e com variável dependente a MG ou %GC e em todos os casos houve um padrão de erro se repetindo.

Das 18 equações analisadas, nenhuma delas atendeu os três critérios estabelecidos e não foram consideradas válidas para predição da GC (tabela 4).

Tabela 2. Características demográficas, antropométricas e de composição corporal por DXA e equações antropométricas de adolescentes brasileiros, por sexo.

	Meninos (n=216)		Meninas (n=204)	
	Média ± dp	Mín – Máx	Média ± dp	Mín – Máx
Idade (anos)	16,9 ± 1,1	15,1 – 19,5	16,5 ± 1,0	15,0 – 19,7
Massa Corporal (kg)	65,3 ± 11,1	40,9 – 101,9	56,0 ± 9,4	36,8 – 96,0
Estatuta (cm)	174,9 ± 6,8	157,7 – 191,2	162,9 ± 5,6	147,0 – 178,3
IMC (kg/m ²)	21,3 ± 3,2	15,3 – 32,8	21,1 ± 3,2	14,4 – 32,8
Altura Sentada (cm)	91,0 ± 3,6	79,4 – 100,5	86,2 ± 2,9	77,7 – 93,4
DC Tríceps (mm)	11,0 ± 5,4	4,0 – 34,0	19,2 ± 5,6	7,5 – 37,5
DC Subescapular (mm)	11,5 ± 5,1	5,0 – 31,8	16,3 ± 7,6	6,0 – 55,0
DC Bíceps (mm)	4,7 ± 2,8	2,0 – 16,0	9,3 ± 4,3	3,0 – 28,5
DC Crista Ilíaca (mm)	17,5 ± 8,4	6,0 – 43,5	24,1 ± 8,1	7,0 – 59,0
DC Supraespinal (mm)	10,5 ± 6,3	4,0 – 39,0	14,9 ± 6,4	5,0 – 38,0
DC Abdômen (mm)	15,9 ± 8,5	5,0 – 47,5	21,4 ± 7,6	7,0 – 44,0
DC Coxa (mm)	14,3 ± 7,0	3,5 – 52,0	26,6 ± 7,4	11,5 – 59,5
DC Perna (mm)	9,9 ± 5,5	3,5 – 34,0	18,4 ± 5,8	5,0 – 40,5
Perímetro Cintura (cm)	73,4 ± 7,1	59,0 – 104,0	68,2 ± 7,0	56,0 – 98,8
Perímetro Braço Contraído (cm)	29,4 ± 3,1	23,4 – 40,3	26,2 ± 2,7	19,2 – 36,1
Comprimento Membro Inferior (cm)	92,5 ± 4,7	81,5 – 102,7	86,2 ± 4,1	75,4 – 97,9
DXA MG (kg)	11,8 ± 7,4	3,0 – 39,4	18,8 ± 6,8	6,7 – 48,3
DXA GC (%)	17,1 ± 8,3	5,9 – 47,5	33,0 ± 6,9	14,4 – 56,9
Equações antropométricas				
Cossio-Bolaños et al. (2017) MG (kg)	12,4 ± 4,0	3,5 – 30,7	–	–
Machado et al. (2013) MG (kg)	11,1 ± 6,1	1,7 – 30,6	–	–
Flavel et al. (2012) MG (kg) Eq1	12,0 ± 5,0	4,7 – 33,3	–	–
Ripka et al. (2017) GC (%)	19,0 ± 4,0	13,4 – 37,9	–	–
Flavel et al. (2012) GC (%) Eq2	17,4 ± 8,1	6,3 – 56,7	–	–
Pietrobelli et al. (1998) GC (%)	18,9 ± 6,9	3,8 – 46,5	–	–
Slaughter et al. (1988) GC (%)	16,4 ± 7,6	6,9 – 46,9	–	–
Womersley e Durmin (1977) GC (%) Eq1	17,4 ± 4,9	8,6 – 30,3	–	–
Womersley e Durmin (1977) GC (%) Eq2	12,5 ± 3,6	5,4 – 24,2	–	–
Cossio-Bolaños et al. (2017) MG (kg)	–	–	17,7 ± 3,9	10,6 – 34,5
Machado et al. (2017) MG (kg)	–	–	19,4 ± 4,7	10,7 – 36,4
Flavel et al. (2012) MG (kg) Eq1	–	–	15,2 ± 6,8	1,6 – 41,3
Pietrobelli et al. (1998) MG (kg) Eq1	–	–	18,1 ± 6,1	5,0 – 40,7
Flavel et al. (2012) GC (%) Eq2	–	–	27,4 ± 7,5	10,5 – 57,5
Pietrobelli et al. (1998) GC (%) Eq2	–	–	28,3 ± 4,9	18,7 – 46,0
Slaughter et al. (1988) GC (%)	–	–	28,0 ± 6,5	13,0 – 52,7
Womersley e Durmin (1977) GC (%) Eq1	–	–	27,5 ± 4,4	15,3 – 40,7
Womersley e Durmin (1977) GC (%) Eq2	–	–	22,8 ± 6,5	5,7 – 45,7

Eq: equação; IMC: índice de massa corporal; DC: dobra cutânea; DXA: absorciometria por dupla emissão de raios X; MG: massa de gordura; GC: gordura corporal. *Os resultados da MG das equações de Flavel et al. (2012) foram convertidos de g para kg.

Tabela 3. Análises estatísticas de validação de equações antropométricas para estimativa da MG e %GC com a DXA como método de referência em adolescentes, por sexo.

Referências	r	p	CCI (r _i)	%GC		Kappa (95% IC)	Viés (95% IC)	Bland-Altman		> 68% dentro do Limite Erro
				N	A			LoA Inf. (95% IC)	LoA Sup. (95% IC)	
Meninos (n = 216)										
DXA				171	45					
Cossio-Bolaños et al. (2017) (MG kg)	,851*	,063	0,714 (0,641 a 0,774)	207	9	0,28 (0,13 a 0,43)	-0,6 (-1,2 a 0,1)	-9,4 (-10,4 a -8,4)	8,2 (7,2 a 9,3)	37,0
Machado et al. (2013) (MG kg)	,938*	,000	0,916 (0,888 a 0,937)	194	22	0,50 (0,35 a 0,65)	0,7 (0,3 a 1,0)	-4,6 (-5,3 a -4,0)	6,0 (5,4 a 6,6)	70,4
Flavel et al. (2012) (MG kg) Eq1	,939*	,421	0,872 (0,836 a 0,901)	193	23	0,59 (0,45 a 0,73)	-0,2 (-0,6 a 0,3)	-6,5 (-7,2 a -5,7)	6,1 (5,4 a 6,8)	56,9
Ripka et al. (2017) (%GC)	,865*	,000	0,648 (0,526 a 0,737)	200	16	0,43 (0,27 a 0,58)	-1,9 (-2,6 a -1,2)	-12,2 (-13,4 a -11,0)	8,3 (7,1 a 9,5)	34,7
Flavel et al. (2012) (%GC) Eq2	,889*	,168	0,888 (0,856 a 0,913)	184	32	0,61 (0,47 a 0,75)	-0,4 (-0,9 a 0,2)	-7,9 (-8,8 a -7,1)	7,2 (6,3 a 8,1)	66,7
Pietrobelli et al. (1998) (%GC)	,742*	,000	0,709 (0,609 a 0,783)	175	41	0,45 (0,30 a 0,60)	-1,9 (-2,6 a -1,1)	-12,9 (-14,1 a -11,6)	9,1 (7,8 a 10,4)	38,4
Slaughter et al. (1988) (%GC)	,842*	,022	0,836 (0,790 a 0,872)	181	35	0,63 (0,50 a 0,77)	0,7 (0,1 a 1,3)	-8,1 (-9,2 a -7,1)	9,5 (8,5 a 10,6)	62,5
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq1	,890*	,315	0,782 (0,724 a 0,829)	200	16	0,47 (0,31 a 0,62)	-0,3 (-0,9 a 0,3)	-9,1 (-10,1 a -8,1)	8,5 (7,5 a 9,5)	56,0
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq2	,722*	,000	0,420 (0,112 a 0,618)	216	0	0,00 (0,00 a 0,00)	4,5 (3,7 a 5,4)	-7,6 (-9,0 a -6,2)	16,7 (15,3 a 18,1)	43,1
Meninas (n = 204)										
DXA				72	131					
Cossio-Bolaños et al. (2017) (MG kg)	,905*	,000	0,771 (0,693 a 0,828)	67	137	0,28 (0,15 a 0,42)	1,1 (0,6 a 1,6)	-6,1 (-7,0 a -5,2)	8,3 (7,4 a 9,1)	47,1
Machado et al. (2017) (MG kg)	,903*	,007	0,837 (0,788 a 0,875)	29	175	0,29 (0,16 a 0,41)	-0,6 (-1,1 a -0,2)	-7,1 (-7,9 a -6,3)	5,8 (5,0 a 6,6)	48,0
Flavel et al. (2012) (MG kg) Eq1	,930*	,000	0,817 (0,035 a 0,941)	144	60	0,32 (0,23 a 0,42)	3,6 (3,2 a 3,9)	-1,4 (-2,0 a -0,8)	8,6 (8,0 a 9,2)	24,0
Pietrobelli et al. (1998) (MG kg) Eq1	,907*	,001	0,898 (0,864 a 0,923)	80	124	0,45 (0,32 a 0,57)	0,7 (0,3 a 1,0)	-5,0 (-5,6 a -4,3)	6,3 (5,6 a 7,0)	50,5
Flavel et al. (2012) (%GC) Eq2	,877*	,000	0,676 (-0,066 a 0,885)	144	60	0,38 (0,29 a 0,47)	5,5 (5,0 a 6,0)	-1,6 (-2,4 a -0,7)	12,6 (11,8 a 13,5)	27,0
Pietrobelli et al. (1998) (%GC) Eq2	,797*	,000	0,580 (0,005 a 0,806)	138	66	0,35 (0,25 a 0,45)	4,6 (4,0 a 5,2)	-3,7 (-4,7 a -2,7)	13,0 (11,9 a 13,9)	31,9
Slaughter et al. (1988) (%GC)	,847*	,000	0,668 (-0,032 a 0,872)	133	71	0,42 (0,32 a 0,52)	4,9 (4,4 a 5,4)	-2,4 (-3,3 a -1,5)	12,2 (11,3 a 13,1)	33,3
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq1	,817*	,000	0,512 (-0,074 a 0,779)	145	59	0,32 (0,22 a 0,41)	5,5 (4,9 a 6,1)	-2,7 (-3,7 a -1,7)	13,7 (12,7 a 14,7)	29,4
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq2	,766*	,000	0,357 (-0,076 a 0,702)	178	26	0,15 (0,09 a 0,21)	10,2 (9,5 a 10,8)	1,1 (0,0 a 2,2)	19,2 (18,1 a 20,3)	7,8

Eq: equação; r: Coeficiente de correlação de Pearson; *Nível de significância da correlação (p < 0,001); B: baixo; N: normal; A: alto; CCI: coeficiente de correlação intraclasse; 95% IC: intervalo de confiança; LoA: limits of agreement (limites de concordância); Inf: inferior; Sup: superior; MG: massa de gordura; GC: gordura corporal. *A equação 1 de Flavel et al. (2012) para meninos e meninas foi convertida de g para kg.

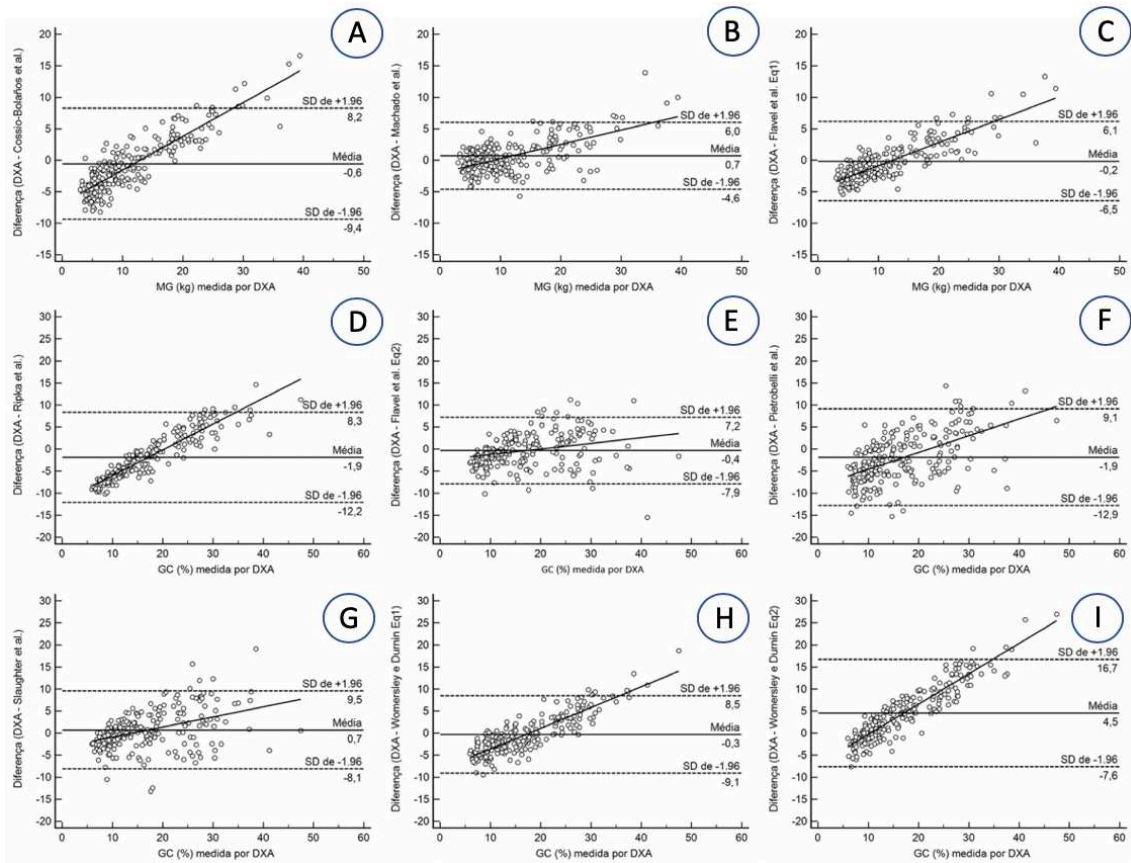


Figura 1. Análise de concordância de Bland-Altman da GC por DXA com equações antropométricas em meninos.

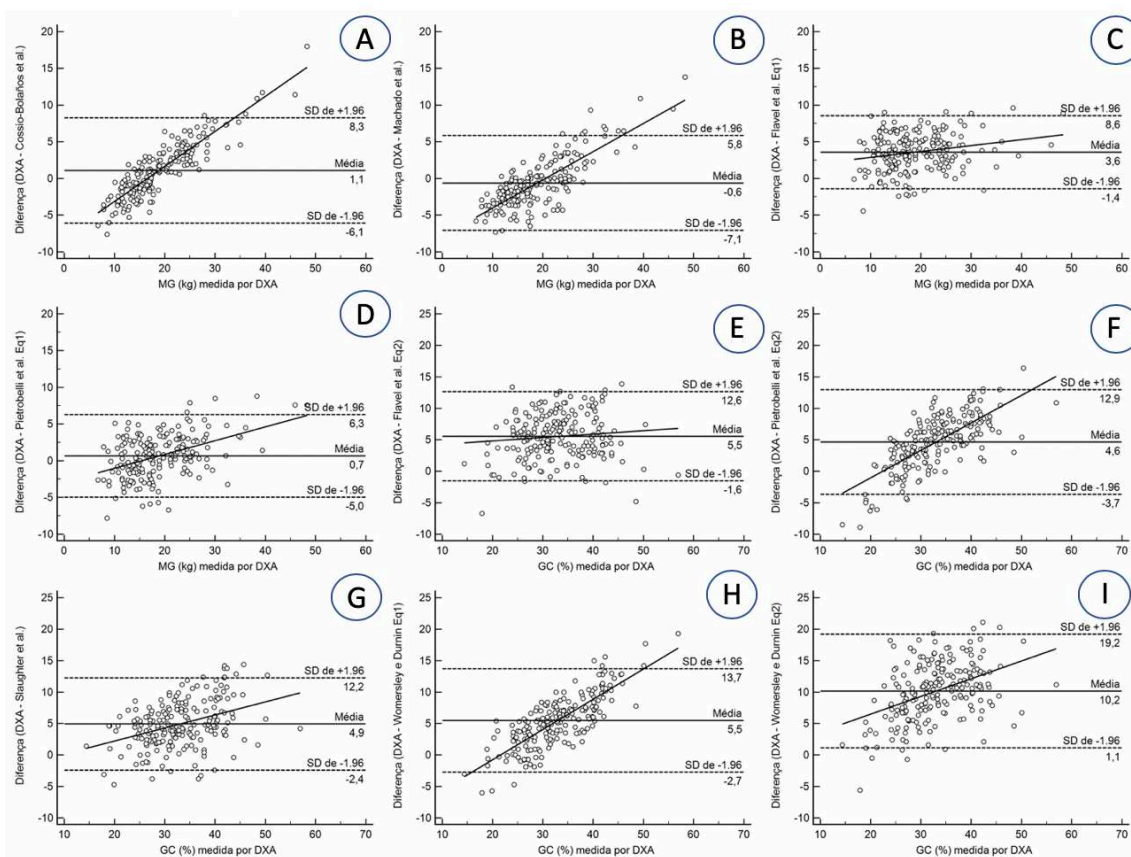


Figura 2. Análise de concordância de Bland-Altman da GC por DXA com equações antropométricas em meninas.

A tabela 4 apresenta um resumo das análises feitas anteriormente, tornando claro que pelos critérios adotados neste artigo para considerar como válida as equações antropométricas de estimativa de MG e %GC para adolescentes brasileiros, nenhuma pode ser considerada como válida.

Tabela 4. Relação dos critérios estatísticos alcançados por equação.

Equação	Limite de erro > 68%	CCI	Kappa
Meninos			
Cossio-Bolaños et al. (2017) (MG kg)	–	–	–
Machado et al. (2013) (MG kg)	OK	OK	–
Flavel et al. (2012) (MG kg) Eq1	–	OK	–
Ripka et al. (2017) (%GC)	–	–	–
Flavel et al. (2012) (%GC) Eq2	–	OK	OK
Pietrobelli et al. (1998) (%GC)	–	–	–
Slaughter et al. (1988) (%GC)	–	OK	OK
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq1	–	–	–
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq2	–	–	–
Meninas			
Cossio-Bolaños et al. (2017) (MG kg)	–	–	–
Machado et al. (2017) (MG kg)	–	OK	–
Flavel et al. (2012) (MG kg) Eq1	–	OK	–
Pietrobelli et al. (1998) (MG kg) Eq1	–	OK	–
Flavel et al. (2012) (%GC) Eq2	–	–	–
Pietrobelli et al. (1998) (%GC) Eq2	–	–	–
Slaughter et al. (1988) (%GC)	–	–	–
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq1	–	–	–
Womersley e Durnin (1977) (%GC) Eq2	–	–	–

Mg: massa de gordura; %GC: percentual de gordura corporal.

Discussão

Nós avaliamos a validade de nove equações antropométricas para cada sexo para predição da GC de adolescentes brasileiros. Este estudo amplia os conhecimentos sobre o tema a partir da pesquisa de Ripka et al. (2020) sobre a validade de equações em população sul-americana. Como resultado geral, nenhuma das equações atendeu os critérios de validade estabelecidos, indicando que o uso dessas equações deve ser visto com cautela.

Um aspecto positivo do estudo foi a determinação de critérios objetivos de análise da validade dos métodos. Cada um dos três critérios foi atendido em pelo menos uma equação, demonstrando sua factibilidade. Apesar de outros estudos

realizarem análises estatísticas semelhantes (Ripka et al., 2020; Vásquez et al., 2020) os autores não deixam claro um critério geral de validação das equações, incorrendo em subjetividade e possibilitando divergência de interpretação. Como exemplo, Flegal et al. (2019) citam que para o método de Bland-Altman os pesquisadores devem definir previamente os limites de concordância aceitáveis e apresentaram conclusões de alguns estudos com resultados semelhantes em que os pesquisadores, com interpretação subjetiva, apresentaram conclusões muito divergentes.

O coeficiente de correlação verificou a associação entre as equações e a medida de GC por DXA. As altas correlações encontradas demonstram que medidas antropométricas apresentam forte relação com a MG e com o %GC e, como foram utilizadas em equações derivadas de amostras de diferentes países, essa relação mostra ser universal. Apenas as equações de Pietrobelli et al. (1998) e Womersley e Durnin (1977) tanto para meninos quanto para meninas e somente para a estimativa do %GC apresentaram correlações $r < 0,8$, tendo em comum o uso de medidas de massa corporal e estatura ou IMC. De forma oposta, apenas com a MG, em ambos os sexos, as equações apresentaram correlações com valor de $r > 0,9$, que ocorreu em seis das sete equações. Alguns estudos que propuseram equações de predição tanto na forma de MG quanto de %GC apresentaram correlações mais altas com a MG (Pietrobelli et al., 1998; Fazah et al., 2010; Flavel et al., 2012), que demonstra ser uma variável dependente com maior associação com medidas antropométricas que o %GC.

A comparação entre as médias dos grupos demonstrou que apenas entre os meninos quatro equações não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), ou seja, a maioria das equações ($n = 14$) apresentou viés sistemático entre os resultados das médias de GC. Resultados de outros estudos apontam que em adolescentes nadadores, a equação de Flavel et al. (2012) não apresentou diferença significativa (Lozano-Berges et al., 2017), enquanto a equação de Slaughter et al. (1988) superestimou o %GC medido por DXA em crianças de ambos os sexos (Goran et al., 1996). Esses achados estão em consonância com os resultados do presente estudo, reforçando que é frequente a observação de diferença significativa entre equações preditivas e método de referência.

O CCI avalia a concordância entre variáveis contínuas, ou seja, se os valores de GC estimada pelas equações reproduzem a medida por DXA. Apenas quatro equações para meninos e três para meninas, sendo uma para cada sexo derivada de

amostra de adolescentes brasileiros, atenderam o critério de validade estabelecido. Valores mais baixos de concordância indicam que os métodos não são intercambiáveis, ou seja, essas equações não podem substituir a DXA para predição da GC. Apesar do CCI ser um método atualmente utilizado para verificar a concordância de GC de equações antropométricas com método de referência em crianças e adolescentes (Chan et al., 2009; Rieken et al. 2011), com as equações selecionadas do presente estudo não foi encontrada nenhuma publicação que tenha utilizado esse método, inviabilizando a comparação de resultados.

O índice Kappa é um método objetivo para verificar concordância entre métodos em resultados de escalas nominais (Cohen, 1968). Para a classificação de Alta GC, somente nas meninas para as equações de Cossio-Bolaños et al. (2017) e Machado et al. (2017) ocorreram superestimativas. Os erros de superestimativa, para a classificação de Alta GC representam os casos falso-positivos, que apresentam o risco de identificação e tratamento de indivíduos saudáveis (Reilly, 2006). De forma oposta, para as demais equações, houve subestimativa do número de indivíduos classificados com Alta GC, que são os casos falso-negativos. Esse problema de erro de classificação deve ser evitado para que a intervenção e tratamento, especialmente da obesidade, seja instituído precocemente, evitando os agravos à saúde decorrentes da obesidade em jovens (Fu et al., 2003).

Modelos de regressão linear múltipla buscam prever uma variável dependente a partir de várias variáveis predictoras, por meio de uma linha reta descrita por uma equação matemática, que melhor se ajuste à amostra (Field et al., 2009). Uma vez que os modelos não são perfeitos, eles geram resíduos, que é a diferença entre o valor previsto e o obtido. Seguindo essa lógica, é esperado que alguns indivíduos estejam mais afastados da linha reta, apresentando maiores resíduos, mas a maioria dos casos, para bons modelos, devem apresentar baixos resíduos. Para a maioria das equações avaliadas, foi obtido um percentual inferior à 50% de indivíduos dentro das faixas estabelecidas de erro aceitável, ou seja, os modelos não foram suficientemente bons para prever as variáveis dependentes (MG e %GC).

Graficamente, as análises de Bland-Altman confirmam os resultados do índice Kappa. Os amplos limites de concordância reforçam grandes erros individuais das equações. Como exemplo, a equação de Machado et al. (2013) para predição da MG em meninos (figura 1B), que apresenta os menores limites de concordância, com limite inferior de -4,8kg e superior de 6,4kg. Esses limites são muito amplos,

considerando a média de GC da amostra, que foi de 11,8kg. Visualmente pode-se observar alguns pontos que representam indivíduos com 5kg de MG pela DXA e predito em 10kg pela equação, que representa um erro de 100%. Mesmo para muitos pontos mais próximos de zero, com cerca de 2kg de diferença, para um indivíduo com 5kg de GC representa um erro de 40%, valores clinicamente inaceitáveis.

Entre as equações desenvolvidas com amostra de brasileiros, a de Machado et al. (2013) para meninos atendeu dois critérios de validade, sendo a mais próxima de ser aprovada nos critérios estabelecidos, não atendendo apenas o critério do índice kappa. De fato, para os indivíduos classificados com Alta GC, menos da metade dos indivíduos foi identificada, o que representa importante limitação dessa equação. Outras duas equações com amostras de brasileiros, uma para meninos (Ripka et al., 2017) e uma para meninas (Machado et al., 2017) apresentaram desempenho muito inferior. Para essas duas equações, o gráfico de Bland-Altman mostra que, apesar de apresentarem baixo viés, os limites de concordância foram muito amplos, o que demonstra grandes erros individuais.

Um fator que pode ter colaborado para a invalidade de algumas equações são as diferenças das características antropométricas e de composição corporal entre os estudos. No estudo de Womersley e Durnin (1977), a comparação da amostra (valores médios) vs o presente estudo, as meninas tinham a mesma estatura (163,0cm), massa corporal semelhante (57,9 vs 56,4kg), porém somatório das quatro dobras cutâneas (bíceps, tríceps, subescapular e suprailíaca) (56,0 vs 69,8) e %GC muito menor (24,1 vs 33,0). Resultados semelhantes foram encontrados em estudo que verificou a validade das equações de Jackson e Pollock publicadas nas décadas de 1970 e 1980 em indivíduos adultos obesos do século 21 (Nevill et al., 2008), com as equações subestimando a GC. Essas evidências apontam que, em função da mudança secular de medidas antropométricas e de composição corporal, o uso de equações desenvolvidas a algumas décadas induz a grandes erros na predição da GC.

Uma limitação principal desse estudo foi a utilização da DXA como método de referência, uma vez que o método quatro componentes é o mais indicado (Silva et al., 2013). Entretanto, das 18 equações analisadas, 12 delas foram desenvolvidas utilizando a DXA como método de referência, o que justifica o uso desse método para validação dessas equações. Por outro lado, duas equações foram desenvolvidas a partir do método quatro componentes e quatro equações a partir da pesagem

hidrostática como método referência. Diferentes métodos de referência não são intercambiáveis (Treuth et al., 2001), de forma que a diferença entre os métodos pode ser parcialmente responsável pelos erros observados das equações. Por outro lado, na indisponibilidade desses métodos, a DXA é frequentemente utilizada na validação dessas mesmas equações (Loenneke et al., 2013; Lozano-Berges et al., 2017).

Conclusão

As equações preditivas da MG e %GC para adolescentes analisadas não atenderam aos critérios de validade estabelecidos. Todas as equações apresentaram erros clinicamente significantes para ambos os sexos e não são intercambiáveis com a GC medida por DXA em adolescentes brasileiros. Dessa forma, as equações analisadas devem ser interpretadas com precaução e estudos futuros devem ser conduzidos para o desenvolvimento e validação de equações antes da utilização prática da predição de GC de adolescentes, a fim de assegurar resultados confiáveis.

O que já se sabe sobre esse assunto?

Equações derivadas de medidas antropométricas para predição da GC para adolescentes são desenvolvidas há décadas, visando substituir métodos de referência. A equação de Slaughter et al. (1988) é um modelo testado em diversas populações do mundo e em muitas delas apresenta boa validade para predição do %GC.

O que este estudo adiciona?

Foram analisadas 18 equações derivadas de nove estudos diferentes. Para cinco desses estudos (Machado et al., 2013; 2017; Ripka et al., 2017; Fazah et al., 2010; Cossio-Bolaños et al., 2017), é a primeira vez que a validade das equações é verificada. Com exceção das equações de Slaughter et al. (1988), é provável que para os outros três estudos (Womersley e Durnin, 1977; Pietrobelli et al., 1998; Flavel et al., 2012) seja a primeira vez que as equações tenham sido validadas em amostra de brasileiros. Esse estudo adiciona informações importantes no conhecimento da composição corporal, apresentando que o uso das equações analisadas deve ser visto com cautela em adolescentes brasileiros.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Campus Rio Pomba e ao Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais pelo apoio e disponibilização de recursos para a realização da pesquisa.

Referências:

1. Barnas J, Ball SD. Validation of a Skinfold Prediction Equation Based on Dual-Energy X-Ray Absorptiometry to Estimate Body Fat Percentage in Women. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2020;24(2), 115-122.
2. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1481-1492.
3. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986;1:307-310.
4. Bottaro MF, Heyward VH, Bezerra RFA, Vagner DR. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *J Exp Physiol* 2002;5:11–18.
5. Chan DFY, Li AM, So HK, Yin J, Nelson EAS. New skinfold-thickness equation for predicting percentage body fat in Chinese obese children. *HK J Paediatr*. 2009;14: 96-102.
6. Cohen J. Weighted kappa: nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychol Bull*. 1968;70(4):213-220.
7. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Sulla Torres J, Urra Albornoz C, Gómez Campos R. Development of equations and proposed reference values to estimate body fat mass among Chilean children and adolescents. *Arch Argent Pediatr*. 2017;115(5):453-461.
8. Doran DA, Mc Geever S, Collins KD, Quinn C, McElhone R, Scott M. The validity of commonly used adipose tissue body composition equations relative to dual energy X-ray absorptiometry (DXA) in gaelic games players. *Int J Sports Med*. 2014 Feb;35(2):95-100. doi: 10.1055/s-0033-1333693. Epub 2013 Jul 30. PMID: 23900901.
9. Fazah A, Jacob C, El-Hage R, Delamarche P, Moussa E. Body mass index and body fat in Lebanese female adolescents. *J Med Liban*. 2010;58(2):97-100.
10. Field A. *Descobrimos a estatística utilizando o SPSS*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

11. Flavel NA, Olds TS, Buckley JD, Haren MT, Petkov J. Anthropometric estimates of total and regional body fat in children aged 6-17 years. *Acta Paediatr.* 2012;101(12):1253-1259.
12. Flegal KM, Graubard B, Ioannidis JPA. Use and reporting of Bland-Altman analyses in studies of self-reported versus measured weight and height. *Int J Obes (Lond).* 2020 Jun;44(6):1311-1318.
13. Fu WP, Lee HC, Ng CJ, et al. Screening for childhood obesity: international vs population-specific definitions. Which is more appropriate?. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003;27(9):1121-1126.
14. González-Agüero A, Matute-Llorente Á, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. *Disabil Health J.* 2017;10(1):100-104.
15. Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr.* 1996;63(3):299-305.
16. Harsha DW, Frerichs RR, Berenson GS. Densitometry and anthropometry of black and white children. *Hum Biol.* 1978;50(3):261-280.
17. Heyward, V. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology Online*, 2001;4(4).
18. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Hum Biol.* 2012;39(2):156-160.
19. Hudda MT, Fewtrell MS, Haroun D, et al. Development and validation of a prediction model for fat mass in children and adolescents: meta-analysis using individual participant data. *BMJ.* 2019;366:l4293.
20. Johnston JL, Leong MS, Checkland EG, Zuberbuhler PC, Conger PR, Quinney HA. Body fat assessed from body density and estimated from skinfold thickness in normal children and children with cystic fibrosis. *Am J Clin Nutr.* 1988;48(6):1362-1366.
21. Kendler DL, Borges JL, Fielding RA, et al. The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: Indications of Use and Reporting of DXA for Body Composition. *J Clin Densitom.* 2013;16(4):496-507.
22. Kerruish KP, O'Connor J, Humphries IR, et al. Body composition in adolescents with anorexia nervosa. *Am J Clin Nutr.* 2002;75(1):31-37.

23. Krouwer JS. Why Bland–Altman plots should use X , not $(Y + X)/2$ when X is a reference method. *Statistics in Medicine*, 2008;27, 778-780.
24. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-174.
25. Lee LW, Liao YS, Lu HK, Hsiao PL, Chen YY, Chi CC, Hsieh KC. Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS One*. 2017 Feb 3;12(2):e0171568.
26. Lima LRA, Martins PC, Junior CASA, Castro JAC, Silva DAS, Petroski EL. Are traditional body fat equations and anthropometry valid to estimate body fat in children and adolescents living with HIV?. *Braz J Infect Dis*. 2017;21(4):448-456.
27. Loenneke JP, Hirt KM, Wilson JM, Barnes JT, Pujol TJ. Predicting body composition in college students using the womersley and durnin body mass index equation. *Asian J Sports Med*. 2013;4(2):153-157.
28. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol*. 1981;53(2):181-225.
29. Lohman TG. The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* 58, 9: 98-103, 1987.
30. Lozano-Berges G, Matute-Llorente Á, Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Accurate Prediction Equation to Assess Body Fat in Male and Female Adolescent Football Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019 May 1;29(3):297-302.
31. Lozano-Berges G, Gómez-Bruton A, Matute-Llorente Á, et al. Assessing Fat Mass of Adolescent Swimmers Using Anthropometric Equations: A DXA Validation Study. *Res Q Exerc Sport*. 2017;88(2):230-236.
32. Machado D, Oikawa S, Barbanti V. The multicomponent anthropometric model for assessing body composition in a male pediatric population: a simultaneous prediction of fat mass, bone mineral content, and lean soft tissue. *J Obes*. 2013;2013:428135.
33. Machado D, Silva A, Gobbo L, Elias P, de Paula FJA, Ramos N. Anthropometric multicompartamental model to predict body composition In Brazilian girls. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2017;9:23.
34. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled

- analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;16;390(10113):2627-2642.
35. Nevill AM, Metsios GS, Jackson AS, Wang J, Thornton J, Gallagher D. Can we use the Jackson and Pollock equations to predict body density/fat of obese individuals in the 21st century?. *Int J Body Compos Res*. 2008;6(3):114-121.
 36. Parízková J. Total body fat and skinfold thickness in children. *Metabolism*, 1961;1(10):794-807.
 37. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr*. 1998;132(2):204-210.
 38. Reilly JJ. Diagnostic accuracy of the BMI for age in paediatrics. *Int J Obes (Lond)*. 2006;30(4):595-597.
 39. Rieken R, van Goudoever JB, Schierbeek H, Willemsen SP, Calis EAC, Tibboel D, et al. Measuring body composition and energy expenditure in children with severe neurologic impairment and intellectual disability. *Am J Clin Nutr*. 2011;94:759–66.
 40. Ripka WL, Ulbricht L, Gewehr PM. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. *PLoS One*. 2017;12(9):e0184854.
 41. Ripka WL, Orsso CE, Haqq AM, Prado CM, Ulbricht L, Leite N. Validity and accuracy of body fat prediction equations using anthropometrics measurements in adolescents. *Eat Weight Disord*. 2020 May 19. doi: 10.1007/s40519-020-00918-3. Epub ahead of print. PMID: 32430885.
 42. Silva AM, Fields DA, Sardinha LB. A PRISMA-driven systematic review of predictive equations for assessing fat and fat-free mass in healthy children and adolescents using multicomponent molecular models as the reference method. *J Obes*. 2013;2013:148696.
 43. Silva VS, Vieira F. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2020, 22:e70517.
 44. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60(5):709-723.

45. Stewart AD, Marfell-Jones MJ, Olds T, De Ridder JH. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry – ISAK, 2011.
46. Treuth MS, Butte NF, Wong WW, Ellis KJ. Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001;25(9):1352-1359.
47. Vásquez F, Corvalán C, Gahagan S, Uauy R, Kain J. Predictive anthropometric models of total and truncal body fat in Chilean children [published online ahead of print, 2020 Mar 12]. *Nutrition*. 2020;77:110803.
48. Watson PF, Petrie A. Method agreement analysis: a review of correct methodology. *Theriogenology*. 2010 Jun;73(9):1167-79.
49. Wendel D, Weber D, Leonard MB, et al. Body composition estimation using skinfolds in children with and without health conditions affecting growth and body composition. *Ann Hum Biol*. 2017;44(2):108-120.
50. Womersley J, Durnin JVGA. A comparison of the skinfold method with extent of 'overweight' and various weight-height relationships in the assessment of obesity. *Br J Nutr*. 1977;38(2):271-284.
51. Yeung DC, Hui SS. Validity and reliability of skinfold measurement in assessing body fatness of Chinese children. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2010;19(3):350-357.

5. ARTIGO CIENTÍFICO 4

Novas equações fáceis de aplicar para predição da gordura corporal por antropometria em adolescentes do sexo masculino

Matheus S. Cerqueira^{1,2}, Paulo R. S. Amorim¹, Irismar G. A. Encarnação³, Francisco Z. Werneck⁴, Manuel S. Quintana⁵, Diego A. S. Silva⁶, João C. B. Marins¹

13. Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
14. Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil.
15. Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia. Bragança, Portugal.
16. Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
17. Faculty of Sciences of Physical Activity and Sports, Polytechnic University of Madrid, Madrid, Spain.
18. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

DECLARAÇÃO: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

ORCID:

Matheus S. Cerqueira ID: <http://orcid.org/0000-0001-6723-6083>

Paulo R. S. Amorim ID: <http://orcid.org/0000-0002-9607-5538>

Irismar G. A. Encarnação ID: <http://orcid.org/0000-0001-5712-8353>

Francisco Z. Werneck ID: <https://orcid.org/0000-0003-1966-8820>

Manuel Sillero-Quintana ID: <http://orcid.org/0000-0002-9806-2925>

Diego A. S. Silva ID: <http://orcid.org/0000-0002-0489-7906>

João C. B. Marins ID: <http://orcid.org/0000-0003-0727-3450>

Contribuições dos autores:

Conceituação: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Preparo dos dados: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Análise formal: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Metodologia: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – versão original: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – revisão e edição: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Autor Correspondente

Matheus Santos Cerqueira

mserqueira.if@gmail.com

Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa - Minas Gerais, CEP: 36570-000

Resumo

Introdução: a avaliação da composição corporal é realizada de forma mais precisa por técnicas de laboratório como a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA), que apresentam como limitações o alto custo dos equipamentos e difícil acesso, especialmente a grandes populações. Métodos alternativos que mantenham a precisão das técnicas de laboratório e que sejam práticas e de baixo custo são necessários na prática clínica e principalmente em estudos populacionais.

Objetivo: desenvolver modelos antropométricos para predição da massa de gordura (MG) e percentual de gordura corporal (%GC) em adolescentes do sexo masculino, utilizando a DXA como método de referência.

Métodos: a amostra foi composta por um total de 216 avaliados aparentemente saudáveis entre 15 e 19 anos, divididos em grupo de desenvolvimento dos modelos de regressão (n = 162) e grupo de validação cruzada (n = 54). A partir de um total de 45 medidas antropométricas, foram selecionadas as que apresentaram correlação de $r \geq 0,5$ com a MG e %GC. Utilizou-se técnicas estatísticas de regressão linear múltipla, com o método manual de entrada forçada e métodos automáticos *Forward* e *Backward*.

Resultados: Foram desenvolvidas 11 equações para predição da MG e 11 para o %GC, utilizando diferentes combinações de medidas antropométricas. Dessas equações, cinco para MG e cinco para %GC atenderam os critérios de validade. Considerando o modelo mais prático com menos variáveis previsoires e com alto desempenho nas análises estatísticas, as seguintes equações são indicadas: $MG (kg) = -57,430 + (0,640 * \text{perímetro do abdômen}) - (0,174 * \text{massa corporal}) + (0,561 * \text{perímetro da coxa proximal}) - R^2 0,86$; EPE 2,75 kg; $\%GC = -29,019 - (0,129 * \text{massa corporal}) + (0,586 * \text{perímetro do abdômen}) + (0,796 * \text{dobra cutânea do tríceps}) - R^2 0,82$; EPE 3,39%.

Conclusão: Os modelos de regressão desenvolvidos atendem aos critérios de validade e mostram ser alternativas simples, práticos e de baixo custo para mensuração da composição corporal de adolescentes.

Palavras-chave: Cineantropometria. Jovens. Análise de regressão. Composição corporal. Absorciometria de Fóton.

Introdução

A avaliação da composição corporal pode ser realizada por uma ampla gama de métodos, desde aqueles que utilizam equipamentos mais sofisticados e precisos até métodos mais simples e práticos. Atualmente, os métodos comumente utilizados como referência para a avaliação da composição corporal são a pletismografia por deslocamento de ar (Tucker et al., 2014), a diluição de isótopos (Hudda et al., 2019) e a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA) (Ravindranath et al., 2016; Bazzocchi et al., 2016). Esses métodos são utilizados tanto para a avaliação de indivíduos quanto para a validação de métodos mais simples. A DXA avalia a gordura corporal (GC), conteúdo mineral ósseo e massa magra não óssea do corpo todo e por regiões, com os novos equipamentos apresentando resultados cada vez mais precisos, incluindo a estimativa da gordura visceral intra-abdominal (Bazzocchi et al., 2016). Apesar de serem mais precisos, esses métodos de referência apresentam como limitações o elevado custo, maior tempo de avaliação, dificuldade de acesso, pouca praticidade para uso clínico e principalmente em estudos populacionais.

Dessa forma, métodos que sejam mais práticos, acessíveis, válidos e de baixo custo têm sido propostos como alternativa aos métodos de referência. As técnicas antropométricas de estimativa da GC atendem bem a esses requisitos. Dentre as medidas antropométricas, as dobras cutâneas são as que apresentam maior correlação com a GC (González-Agüero et al., 2017; Machado et al., 2013; Harsha et al., 1978) e por isso são as mais frequentemente utilizadas em equações preditivas da GC. Entretanto, outras medidas como as circunferências ou diâmetros ósseos, quando utilizadas juntamente com as dobras cutâneas, agregam valor à equação, melhorando sua capacidade preditiva (Garcia et al., 2005; Boileau et al., 1981; Harsha et al., 1978). Esse fator demonstra a necessidade de se incluir o maior número possível de medidas antropométricas em estudos de proposição de equações preditivas da GC, a fim de identificar e selecionar as medidas com maior correlação com a GC para comporem uma equação que proporcione maior capacidade preditiva.

Existem dezenas de estudos publicados no mundo propondo equações de predição da GC por medidas antropométricas. Algumas equações foram desenvolvidas há algumas décadas e devem ser atualizadas (Gómez-Campos et al., 2017) uma vez que tanto o perfil antropométrico mudou ao longo dos anos como os métodos de referência estão mais evoluídos e sofisticados atualmente.

Outro fator a se considerar ao selecionar uma equação é que esta deve ser específica para a população em que foi desenvolvida (Hoffman et al., 2012; Paineau et al., 2008; Weltman e Katch, 1978) uma vez que existem variações nos padrões de acúmulo de GC entre diferentes etnias. A partir dessa compreensão, os métodos de predição da GC por dobras cutâneas devem contemplar cada uma das regiões dos padrões de acúmulo de GC a fim de expressarem a GC total.

Especificamente para o Brasil, algumas equações generalizadas e específicas foram desenvolvidas para estimativa da GC em adolescentes a partir de medidas antropométricas, utilizando a DXA como método de referência. Observam-se equações específicas para adolescentes jogadores de voleibol (Muniz et al., 2017), futebol (Santi-Maria et al., 2015), com diagnóstico de hiperplasia adrenal congênita (Gonçalves et al., 2013) e com diagnóstico de HIV+ (Lima et al., 2017). Para a população geral de adolescentes saudáveis do sexo masculino, foram encontrados apenas dois estudos (Machado et al., 2013; Ripka et al., 2017). Nos dois estudos, as equações incluem medidas de dobras cutâneas, que são medidas menos práticas e que requer equipamento nem sempre disponível em ambientes como escolas. O desenvolvimento de modelos de regressão por medidas antropométricas mais simples, baseando-se na massa corporal e perímetros corporais facilita a aplicação de mensurações, tornando o processo mais acessível e universal.

Observa-se uma lacuna no conhecimento científico a respeito de métodos antropométricos para estimativa da GC para adolescentes brasileiros que deve ser estudada a fim de contribuir para o crescimento do conhecimento nessa área, tanto para uso em estudos de base populacional, quanto na prática clínica para uso de profissionais da área de saúde, como médicos, nutricionistas, enfermeiros e de educação física. Dessa forma, o objetivo é propor equações para predição da massa de gordura (MG) e %GC por medidas antropométricas para adolescentes do sexo masculino, aparentemente saudáveis, tendo a DXA como método de referência.

Métodos

Tipo de estudo

Estudo transversal com amostra por conveniência incluindo estudantes de ensino médio de cinco escolas públicas e três privadas da cidade de Viçosa, estado de Minas Gerais, localizada na região sudeste do Brasil. A pesquisa foi realizada no período de outubro de 2018 a outubro de 2019.

Amostra

Participaram do estudo 216 adolescentes do sexo masculino com idade entre 15 e 19 anos. Como critérios de inclusão, foram selecionados indivíduos do sexo masculino, saudáveis, sem deficiência motora ou intelectual aparente, idade entre 15 e 19 anos. Foram excluídos da pesquisa indivíduos em uso de medicamentos que alterem a composição corporal.

Aos menores de 18 anos foi encaminhado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os pais e/ou responsáveis autorizando a participação dos voluntários na pesquisa e um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido aos voluntários, concordando com sua livre participação na pesquisa. Aos alunos maiores de idade, foi solicitado aos mesmos a assinatura do TCLE para participação no estudo.

O estudo seguiu os critérios éticos para pesquisa com seres humanos de acordo com as recomendações da Resolução CNS 466/12. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) sob número de registro CAAE 99311418.0.0000.5153, aprovado conforme a legislação brasileira de estudos com seres humanos.

Desenho do estudo

O estudo compreendeu a realização de duas etapas. A primeira, com realização de um levantamento antropométrico, compreendendo um total de 45 medidas. Já a segunda etapa foi à mensuração da MG e %GC pela técnica da DXA na Divisão de Saúde da UFV, feita preferencialmente no mesmo dia da medição antropométrica. Quando não era possível a medição da composição corporal no mesmo dia, era agendada outra data, com intervalo de no máximo 10 dias entre as mensurações. As medidas antropométricas e a composição corporal por DXA foram realizadas na parte da manhã, entre 8 e 11hs, ou na parte da tarde, entre 13 e 16hs, de acordo com a disponibilidade dos avaliados.

Antropometria

A avaliação antropométrica constou das 42 medidas propostas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) em sua versão

de 2011 (modelo vigente à época da pesquisa) (Stewart et al., 2011), além da dobra cutânea do peito (Jackson e Pollock, 1985), perímetro abdominal sobre a cicatriz umbilical (Mukherjee e Roche, 1984) e perímetro abdominal ao nível da crista ilíaca (Woolcott e Bergman, 2018). A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica foi realizada em sala reservada, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa, todos do sexo masculino. Durante as avaliações, os avaliados vestiam apenas short e estando descalços.

As medidas antropométricas foram divididas em cinco grupos: 4 medidas básicas (massa corporal, estatura, altura sentada e envergadura), 9 dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa, perna e peito), 15 perímetros (cabeça, pescoço, braço relaxado, braço contraído, antebraço, punho, tórax, cintura, abdômen ao nível do umbigo, abdômen ao nível da crista ilíaca, quadril, coxa proximal, coxa média, perna e tornozelo), oito comprimentos e alturas (acromiale-radiale, radiale-stylion, midstylion-dactylion, altura iliospinale, altura trochanterion, trochanterion-tibiale laterale, altura tibiale laterale, tibiale mediale-sphyrion tibiale) e nove diâmetros (biacromial, abdomen antero-posterior, biliocristal, comprimento do pé, tórax transverso, tórax antero-posterior, biepicondiliano do úmero, bi-estilóide, biepicondiliano do fêmur). A descrição detalhada de cada medida antropométrica está no material suplementar (quadros S1 e S2).

Todas as medidas foram realizadas no lado direito do corpo e em duplicata, utilizando-se o valor médio como resultado final. Caso a diferença entre a primeira e a segunda mensurações fosse superior a 5% para dobras cutâneas ou 1% para as demais medidas, uma terceira mensuração era realizada, passando-se a utilizar a mediana como resultado final. As medidas antropométricas apresentaram alta precisão, todas com resultado de coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,95 (Ulijaszek e Kerr, 1999).

Equipamentos

Para a mensuração da massa corporal, foi utilizada uma balança digital (Welmy® w 200/5, Santa Bárbara d'Oeste, Brasil) com precisão de 0,05kg. As dobras cutâneas foram mensuradas com um adipômetro (Lange®, Maryland, Estados Unidos) com precisão de 1mm. Um bloco aferidor de alumínio com precisão de 10mm e amplitude até 50mm foi utilizado para aferir as aberturas do adipômetro, previamente

ao início das coletas. Para as demais medidas antropométricas foram utilizados os seguintes equipamentos: para a estatura e altura sentada, um estadiômetro portátil (Sanny®, São Bernardo do Campo, Brasil), trena antropométrica metálica flexível e inelástica para perímetros corporais e a envergadura, um segmômetro para as medidas de alturas corporais, um paquímetro ósseo pequeno (16cm) para os diâmetros pequenos e paquímetro grande (60cm) para os diâmetros grandes, todos da mesma marca (Cescorf®, Porto Alegre, Brasil) e com precisão de 1 mm.

Avaliadores

As medidas antropométricas foram coletadas por antropometristas com formação e certificação, seguindo a proposta da ISAK (Stewart et al., 2011). Os treinamentos foram realizados por um antropometrista ISAK nível 3 (instrutor) (MSC), com os antropometristas atendendo os níveis de erro técnico de medida intra-avaliador e inter-avaliador (em relação ao instrutor) equivalente a um antropometrista nível 2 (Silva e Vieira, 2020). A fim de garantir maior padronização das medidas, o antropometrista ISAK nível 3 realizou as marcações dos pontos antropométricos em todos os avaliados.

DXA

As medidas de composição corporal pelo método referência foram determinadas por DXA, com duração média de seis minutos. Os testes foram realizados por técnicos habilitados em radiologia médica utilizando um densitômetro (GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance DXA System, versão do software: 13,31). Para garantir a qualidade das mensurações, o equipamento foi calibrado diariamente, conforme as especificações do fabricante. Todos os relatórios dos exames foram emitidos por um único pesquisador (MSC) a fim de garantir a uniformização dos resultados. A precisão dos exames de MG e %GC, foi medida em uma amostra de adolescentes e adultos (n = 28), que realizaram o exame em duplicata com resultado do coeficiente de correlação intraclassa (CCI) para o %GC de 0,998 e para a MG de 0,999, demonstrando uma elevada precisão dos exames.

Estatística

A análise da distribuição dos dados foi aferida analisando os valores de assimetria e curtose, adotando como valores de normalidade entre -2 e +2 (George e

Mallery, 2020). Para caracterização da amostra realizou-se a estatística descritiva utilizando a média, desvio padrão, mediana, valor mínimo e máximo para cada variável coletada.

O tamanho da amostra foi calculado considerando um $\alpha = 5\%$, $\beta = 95\%$, tamanho do efeito moderado ($f^2 = 0,15$) e número de variáveis de 1 a 6, que foram o número de variáveis das equações. O cálculo foi realizado utilizando o software G * Power® (Faul et al., 2009), que indicou uma amostra mínima variando de 89 a 146 indivíduos, de acordo com o número de variáveis da equação. A análise do poder estatístico das equações foi calculada considerando um $\alpha = 5\%$, tamanho do efeito moderado ($f^2 = 0,15$), tamanho de amostra de 162 indivíduos e número de variáveis de 1 a 6, resultando em poder estatístico para todas equações $> 0,95$.

Para o desenvolvimento de novas equações para predição da MG e %GC, a amostra total foi dividida randomicamente, separando $\frac{3}{4}$ para gerar os modelos de regressão ($n = 162$) e $\frac{1}{4}$ restante ($n = 54$) para a validação cruzada dos modelos. As variáveis dependentes foram a MG (kg) e a GC (%) medidas por DXA enquanto as medidas antropométricas foram utilizadas como variáveis independentes.

Como variáveis independentes, de um total de 45 medidas antropométricas coletadas, foram selecionadas as que apresentaram correlação com a MG ou %GC de $r \geq 0,5$, que é classificada como correlação moderada (Ferguson, 2009), ou seja, apresentam razão teórica para serem analisadas em um modelo de predição da GC. Com o %GC, 21 medidas atenderam esse critério e 28 medidas com a MG.

Para o %GC, atenderam esse critério:

- a) massa corporal,
- b) nove dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa, perna e peito),
- c) 10 perímetros (braço relaxado, tórax, cintura, abdômen ao nível do umbigo, abdômen ao nível da crista ilíaca, quadril, coxa proximal, coxa média, perna e tornozelo)
- d) diâmetro ântero-posterior do abdômen.

Com a MG, além das mesmas medidas com o %GC, também foram incluídos outros quatro perímetros (pescoço, braço contraído, antebraço e punho) e três diâmetros (tórax ântero-posterior, biilíaco, biepicondiliano do fêmur).

Além de selecionar as variáveis com correlação $r \geq 0,5$ (material suplementar – quadro S3), também foi analisada a literatura a fim de identificar as variáveis que

apresentam melhor correlação com a GC ou medidas simples com alta relação com a GC. Entre as medidas de DC, a supraespinal apresenta mais alta correlação com o %GC em adolescentes (González-Agüero et al., 2017; Munguia-Izquierdo et al., 2018). Entre os perímetros, o do abdômen é relatado como apresentando alta relação com a GC (Daniels et al., 2000). A massa corporal, além de apresentar forte relação com a MG (Machado et al., 2013), é uma medida muito simples e que pode ter importante contribuição para os modelos de regressão. Além dessas, a medida de DC do tríceps, é uma medida com relação com a GC tão forte quanto a supraespinal (González-Agüero et al., 2017; Munguia-Izquierdo et al., 2018) e muito frequentemente utilizada para avaliação do estado nutricional (Tanner e Whitehouse, 1962; Marrodán et al., 2017). Essas medidas foram utilizadas como variáveis independentes como aquelas com as principais razões teóricas para prever o modelo.

Para o desenvolvimento dos modelos, foram seguidas as recomendações estatísticas de regressão linear múltipla descrito por Field (2009). O autor afirma que, apesar do software gerar muitos cálculos complexos, o controle das variáveis inseridas deve ser do pesquisador.

Foram analisadas combinações de medidas antropométricas citadas na literatura com forte relação com a GC com as demais medidas. Para o desenvolvimento de modelos práticos e simples, foram feitas combinações das medidas citadas pela literatura (massa corporal, dobra cutânea supraespinal ou tríceps e perímetro do abdômen); medidas de massa corporal e estatura; índice de massa corporal (IMC); dobras cutâneas tríceps e subescapular (forma muito citada na literatura); somatório de seis dobras cutâneas (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, coxa e perna), utilizada em atletas como medida de espessura total, sem conversão para GC (Pons et al., 2015). Também foram testados modelos utilizando apenas a combinação da massa corporal com dobras cutâneas e combinação das medidas sem as DC, a fim de desenvolver modelos que possam ser aplicados em locais com o mínimo recurso material para mensuração antropométrica.

A partir dessa base teórica de conhecimentos, diferentes combinações de variáveis independentes foram manualmente testadas, utilizando os seguintes métodos de regressão:

- 1) Hierárquico: em um primeiro bloco, foram inseridas as medidas com relevância na literatura como de importante relação com a GC em adolescentes (massa corporal, DC supraespinal e perímetro abdominal

ao nível da crista ilíaca) utilizando o método de entrada forçada. Uma outra opção testada no primeiro bloco foi substituir a DC supraespinal pela DC do tríceps. No segundo bloco foram inseridas as demais medidas antropométricas, em diferentes combinações, utilizando o método *Forward*.

- 2) Método entrada forçada: seleção de diferentes combinações de variáveis independentes. Após a inclusão das medidas, a partir do modelo gerado, foram retiradas as variáveis independentes sem significância estatística para o modelo ($p < 0,05$). O procedimento se repetiu até restarem apenas variáveis com significância estatística para o modelo.
- 3) Método *Forward*: seleção de medidas idêntica ao item anterior. Porém, aqui os modelos foram automaticamente gerados pelo software da seguinte forma: as variáveis independentes foram inseridas uma a uma no modelo e se contribuíssem de forma significativa ($p > 0,05$), eram mantidas; caso contrário, eram automaticamente retiradas do modelo e outra variável era testada.
- 4) Método *Backward*: seleção de medidas idêntica ao item anterior. Aqui o modelo também era automaticamente gerado pelo software, porém de forma diferente: todas as variáveis foram introduzidas nos modelos e aquelas que apresentaram uma baixa correlação parcial com a variável dependente ($p > 0,10$) foram excluídas.

Os modelos gerados foram analisados pelos resultados estatísticos pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), coeficiente de determinação (R^2) (expressa a quantidade da variância dos dados que é explicada pelo modelo linear), R^2 ajustado (verifica a perda do poder explicativo em função das variáveis independentes e representa a generalização do modelo) e o erro padrão de estimativa (EPE). O critério para seleção dos modelos de regressão, foi determinado pelo: a) maior R^2 ; b) menor erro padrão de estimativa (EPE); c) menor número de variáveis independentes (parcimônia) (Ripka et al., 2017).

Os modelos gerados foram testados de acordo com as seguintes hipóteses:

- a) a Multicolinearidade foi testada pela avaliação do fator de inflação da variância (FIV), com valores adequados < 10 ;

b) Independência dos erros pelo teste de Durbin-Watson, com valores adequados variando entre 1 e 3;

c) Homocedasticidade e Linearidade pela análise gráfica de resíduos padronizados, analisando o histograma e o diagrama de probabilidade normais;

d) diagnóstico de casos pela análise dos resíduos padronizados considerando adequado 95% dos casos entre ± 2 dp; 99% dos casos entre $\pm 2,5$ dp; nenhum caso acima de ± 3 dp; caso essas hipóteses fossem violadas, uma investigação adicional da estatística de influência pelo método da distância de Cook era realizado, adotando como valor de referência de adequação < 1 .

A validação das equações foi analisada em uma amostra selecionada aleatoriamente e originalmente removida da população total do estudo ($\frac{1}{4}$ da amostra), que não foi considerada no desenvolvimento da equação. A associação e a diferença média entre a GC estimada pelas equações e medidas pela DXA foram verificadas pelo coeficiente de correlação de Pearson e pelo teste t pareado, respectivamente. Na validação, foram calculados os seguintes métodos com os respectivos valores adotados para validação: CCI foi usado para verificar a concordância entre os dados, adotando como critério aceitável $r_1 > 0,8$ (Lee et al., 2017); índice Kappa $> 0,61$ e critério de diferença aceitável entre as equações e o método de referência $\pm 3,5\%$ de GC, seguindo publicações anteriores (Doran et al., 2014; Bottaro et al., 2002). Para as equações que estimam a MG (kg), foi feito um cálculo proporcional, que resultou em limites de $\pm 2,5$ kg de MG. Considerando que dados com distribuição normal incluem dentro da variação de ± 1 DP de sua média aproximadamente 68% dos valores, foi considerado adequado para esse item as equações com $\geq 68\%$ de indivíduos dentro das faixas estabelecidas. Como critério de validade, cada equação deve contemplar os três critérios determinados. Adicionalmente, foi realizada a análise gráfica de concordância de Bland-Altman (Bland e Altman, 1986).

As análises estatísticas foram realizadas pelos programas estatísticos IBM SPSS Statistics for Windows, versão 23 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA) e MedCalc versão 19.3.1 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium), adotando nível de significância de 5%.

Resultados

A tabela 1 apresenta o perfil antropométrico e os resultados de MG e %CG medidos pela DXA nos 216 adolescentes participantes do estudo, separados por grupo de regressão e de validação.

Tabela 1. Características antropométricas e de GC determinada por DXA de adolescentes.

Medidas antropométricas	Grupo Regressão (n = 162)		Grupo Validação (n = 54)		ETM	
	média ± dp	Min – Max	média ± dp	Min – Max	Absol.	%
Idade (anos)	16,9 ± 1,1	15,1 – 19,4	17,0 ± 1,2	15,2 – 19,5	–	–
IMC (kg/m ²)	21,4 ± 3,2	15,3 – 32,8	21,8 ± 3,1	16,4 – 31,1	–	–
BA Massa Corporal (kg)	64,8 ± 11,5	40,9 – 101,9	67,0 ± 9,7	48,0 – 84,2	–	–
BA Estatura (cm)	174,8 ± 6,7	157,7 – 191,1	175,3 ± 7,0	160,8 – 191,2	0,2	0,1
BA Altura Sentada (cm)	90,9 ± 3,6	79,4 – 100,5	91,5 ± 3,8	84,5 – 100,0	0,2	0,2
BA Envergadura (mm)	176,8 ± 8,3	156,8 – 197,5	177,8 ± 7,9	159,5 – 195,7	0,3	0,2
DC Tríceps (mm)	10,7 ± 5,1	4,0 – 26,0	12,0 ± 6,4	4,0 – 34,0	0,5	4,8
DC Subescapular (mm)	11,2 ± 5,0	5,0 – 31,8	12,1 ± 5,4	6,0 – 30,8	0,4	3,6
DC Bíceps (mm)	4,6 ± 2,8	2,0 – 16,0	5,0 ± 3,0	2,0 – 16,0	0,4	7,8
DC Crista ilíaca (mm)	17,1 ± 8,4	6,0 – 42,5	18,7 ± 8,6	6,0 – 43,5	0,8	4,5
DC Supraespinal (mm)	10,2 ± 6,0	4,0 – 39,0	11,5 ± 7,2	4,0 – 32,0	0,6	5,3
DC Abdominal (mm)	15,6 ± 8,3	5,0 – 39,8	17,0 ± 9,0	5,5 – 47,5	0,6	3,8
DC Coxa (mm)	13,7 ± 6,0	5,0 – 37,5	15,9 ± 9,2	3,5 – 52,0	0,7	4,9
DC Perna (mm)	9,4 ± 5,1	3,5 – 24,0	11,3 ± 6,3	4,0 – 34,0	0,7	6,6
DC Peito (mm)	6,9 ± 4,1	2,5 – 24,3	7,8 ± 5,1	3,0 – 26,5	0,5	7,1
PE Cabeça (cm)	56,5 ± 1,6	52,7 – 61,4	56,7 ± 1,7	53,4 – 60,6	0,2	0,3
PE Pescoço (cm)	34,6 ± 2,0	30,3 – 41,0	34,9 ± 1,6	31,4 – 37,8	0,2	0,5
PE Braço relaxado (cm)	26,9 ± 3,5	20,6 – 38,1	27,4 ± 3,0	22,9 – 37,4	0,2	0,6
PE Braço contraído (cm)	29,2 ± 3,3	23,4 – 40,3	30,0 ± 2,6	25,2 – 37,7	0,1	0,4
PE Antebraço (cm)	25,5 ± 1,9	21,1 – 31,0	25,9 ± 1,6	22,7 – 29,2	0,1	0,4
PE Punho (cm)	15,7 ± 1,0	13,5 – 18,6	15,8 ± 0,9	14,2 – 17,9	0,1	0,4
PE Tórax (cm)	89,4 ± 7,1	76,2 – 114,9	90,2 ± 6,3	76,3 – 101,5	0,5	0,6
PE Cintura (cm)	73,2 ± 7,4	59,0 – 104,0	73,7 ± 6,3	61,2 – 91,2	0,4	0,5
PE Abdômen no umbigo (cm)	77,1 ± 8,8	62,9 – 110,6	78,3 ± 8,2	65,2 – 97,7	0,4	0,5
PE Abdômen na crista ilíaca (cm)	77,6 ± 8,6	63,8 – 111,1	78,7 ± 8,1	66,5 – 100,1	0,4	0,5
PE Quadril (cm)	92,2 ± 7,6	76,2 – 119,7	94,4 ± 7,4	82,8 – 110,5	0,4	0,4
PE Coxa proximal (cm)	54,4 ± 6,0	40,5 – 73,7	55,9 ± 5,8	45,5 – 68,8	0,3	0,5
PE Coxa média (cm)	50,5 ± 5,2	38,5 – 66,2	51,5 ± 5,1	41,2 – 62,7	0,2	0,4
PE Perna (cm)	35,5 ± 3,0	29,1 – 43,1	36,0 ± 2,8	30,8 – 43,3	0,1	0,2
PE Tornozelo (cm)	22,2 ± 1,6	18,5 – 26,9	22,3 ± 1,4	19,9 – 25,4	0,1	0,3
C Braço (cm)	33,8 ± 1,9	28,8 – 37,7	33,8 ± 1,9	29,6 – 37,9	0,2	0,6
C Antebraço (cm)	25,5 ± 1,5	22,1 – 29,2	25,7 ± 1,6	22,7 – 29,4	0,2	1,0
C Mão (cm)	19,7 ± 1,0	17,3 – 22,2	20,0 ± 0,7	18,6 – 21,8	0,1	0,7
A Espinha ilíaca (cm)	98,1 ± 4,9	87,6 – 109,6	98,3 ± 5,0	87,3 – 109,8	0,3	0,3
A Trocânter (cm)	92,3 ± 4,7	81,5 – 102,7	92,8 ± 4,8	82,5 – 102,3	0,4	0,5
C Fêmur (cm)	46,2 ± 2,6	35,5 – 53,5	46,7 ± 2,8	41,2 – 53,0	0,3	0,7
A Tíbia (cm)	46,7 ± 2,6	40,8 – 52,6	46,7 ± 2,7	40,6 – 52,0	0,2	0,4
C Tíbia (cm)	40,0 ± 2,3	34,9 – 45,7	40,3 ± 2,4	35,3 – 45,6	0,2	0,4
DI Biacromial (cm)	37,3 ± 2,3	29,7 – 42,2	37,3 ± 2,2	33,0 – 41,7	0,4	1,0
DI Antero-posterior do abdômen (cm)	18,3 ± 2,4	14,0 – 27,7	18,8 ± 2,3	15,2 – 26,9	0,3	1,6
DI Biliaco (cm)	26,0 ± 2,0	21,6 – 31,4	26,3 ± 2,0	22,6 – 30,5	0,4	1,4
Pé (cm)	25,3 ± 1,4	21,8 – 29,7	25,5 ± 1,5	21,7 – 29,1	0,2	0,9
DI Tórax transverso (cm)	25,3 ± 2,0	20,6 – 30,6	25,4 ± 1,9	20,9 – 30,9	0,4	1,5
DI Tórax antero-posterior (cm)	18,2 ± 2,1	13,0 – 24,3	18,1 ± 1,8	14,1 – 22,2	0,4	1,9
DI Biepicondiliano do úmero (cm)	6,9 ± 0,3	6,0 – 7,8	6,9 ± 0,3	6,3 – 7,6	0,1	0,9
DI Biepitilóide (cm)	5,5 ± 0,3	4,8 – 6,5	5,6 ± 0,3	5,1 – 6,2	0,1	1,1
DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	9,5 ± 0,5	8,0 – 10,7	9,6 ± 0,4	8,8 – 10,6	0,1	0,7
GC Total (%)	16,6 ± 8,0	5,9 – 38,5	18,5 ± 8,9	6,9 – 47,5	–	–
MG Total (kg)	11,4 ± 7,3	3,0 – 37,6	13,0 ± 7,7	4,6 – 39,4	–	–

ETM – erro técnico de medida; Absol. – absoluto (na unidade de medida da variável); BA – básica; DC – dobra cutânea; PE – perímetro; C – comprimento; A – altura; DI – diâmetro; Ant-post – antero-posterior. GC – gordura corporal; MG – massa de gordura.

Na tabela 2 são apresentados os modelos de regressão gerados para a MG e %GC a partir de diferentes combinações de medidas antropométricas. São descritos, além do modelo, os resultados estatísticos de correlação (r), R², R² ajustado e EPE.

Os resultados de correlação das equações com a GC por DXA tiveram valor de r variando de 0,842 a 0,952 para as equações de predição da MG e 0,744 a 0,935 para as equações de predição do %GC, que geraram valores de coeficiente de determinação (R^2) com poder de explicação da variável dependente pelo modelo linear de 71 a 91% para a MG e 56 a 87% para o %GC. O R^2 ajustado, apresentou resultados muito próximos ao R^2 , com diferença variando de 1 a 6 milésimos. O EPE variou de 2,26 a 3,95 kg para a MG e 2,91 a 5,37% para o %GC, com os valores mais baixos para equações derivadas de medidas de dobras cutâneas e mais altos para aquelas baseadas na massa corporal e estatura ou IMC (tabela 2).

Na tabela 3 são apresentadas as análises estatísticas de correlação, teste t e os métodos de concordância para validação cruzada dos modelos, utilizando amostra diferente daquela que as equações foram derivadas.

Os resultados de correlação das equações com a GC por DXA na amostra de validação cruzada tiveram valor de r variando de 0,787 a 0,956 para as equações de predição da MG e 0,709 a 0,941 para as equações de predição do %GC, muitos desses resultados superiores ao da amostra de desenvolvimento das equações. Nenhuma das 22 equações apresentou diferença significativa para a GC por DXA (tabela 3).

Para critérios de validação, 10 das 22 equações atenderam os três critérios estabelecidos e são consideradas válidas, sendo cinco para predição da MG e cinco para predição do %GC (tabela 3). As equações geradas a partir das medidas de massa corporal e estatura ou IMC, medidas de forma isolada ou acrescentando a medida do perímetro do abdômen, assim como utilizando as dobras cutâneas tríceps e subescapular (total 10 equações) não atenderam os critérios de validade. Além dessas, a equação utilizando a soma de seis dobras cutâneas sem a medida de massa corporal para predição da MG e a equação sem medidas de dobras cutâneas para predição do %GC também não atenderam os critérios de validade.

A figura 1 apresenta os gráficos de Bland-Altman apenas para as equações válidas para predição da MG e a figura 2 para as equações válidas para predição do %GC.

Tabela 2. Descrição das equações antropométricas de estimativa da MG e %GC em adolescentes do sexo masculino

n	Estrutura da equação	r	R ²	R ² Aj	EPE	Equação
Massa de Gordura (kg)						
1	MC + DC Sp + Per Abd CI	0,948	0,899	0,897	2,34	$-25,761 + (0,107 * MC) + (0,314 * \text{Per Abd CI}) + (0,571 * \text{DC Sp})$
2	MC + DC Tr + Per Abd CI	0,947	0,896	0,894	2,37	$-34,050 + (0,084 * MC) + (0,443 * \text{Per Abd CI}) + (0,536 * \text{DC Tr})$
3	MC + Dobras	0,952	0,907	0,904	2,26	$-14,157 + (0,464 * \text{DC Sp}) + (0,249 * MC) + (0,147 * \text{DC Cx}) + (0,252 * \text{DC Tr})$
4	MC + perímetros	0,927	0,860	0,857	2,75	$-57,430 + (0,640 * \text{Per Ab CI}) - (0,174 * MC) + (0,561 * \text{Per Cx P})$
5	MC + Estatura	0,861	0,741	0,738	3,74	$23,995 + (0,621 * MC) - (0,302 * \text{Est})$
6	MC + Estatura + Per Abd CI	0,917	0,841	0,838	2,94	$24,566 + (0,117 * MC) - (0,134 * \text{Est}) + (0,668 * \text{Per Ab CI})$
7	IMC	0,842	0,709	0,707	3,95	$-29,430 + (1,932 * \text{IMC})$
8	IMC + Per Abd CI	0,915	0,837	0,835	2,97	$-46,992 + (0,361 * \text{IMC}) + (0,654 * \text{Per Ab CI})$
9	Soma 6 DC	0,900	0,811	0,809	3,18	$-2,991 + (0,203 * \text{Soma 6 DC Tr+SE+SP+Ab+Cx+Pe})$
10	MC + Soma 6 DC	0,949	0,900	0,899	2,32	$-15,313 + (0,142 * \text{Soma 6 DC Tr+SE+SP+Ab+Cx+Pe}) + (0,258 * MC)$
11	MC + DC Tr + DC Sub	0,934	0,873	0,871	2,62	$-15,581 + (0,453 * \text{DC Tr+Sub}) + (0,263 * MC)$
Gordura Corporal (%)						
12	MC + DC Sp + Per Abd CI	0,897	0,804	0,800	3,58	$-20,338 - (0,108 * MC) + (0,466 * \text{Per Abd CI}) + (0,754 * \text{DC Sp})$
13	MC + DC Tr + Per Abd CI	0,908	0,824	0,821	3,39	$-29,019 - (0,129 * MC) + (0,586 * \text{Per Abd CI}) + (0,796 * \text{DC Tr})$
14	MC + Dobras	0,935	0,873	0,869	2,91	$-4,736 + (0,117 * MC) + (0,396 * \text{DC Sp}) + (0,296 * \text{DC Cx}) + (0,400 * \text{DC Tr}) - (0,685 * \text{DC Pt}) + (0,415 * \text{DC Ab})$
15	MC + perímetros	0,883	0,780	0,775	3,80	$-66,374 + (0,850 * \text{Per Ab CI}) - (0,567 * MC) + (0,988 * \text{Per Cx P})$
16	MC + Estatura	0,747	0,558	0,553	5,36	$49,119 + (0,610 * MC) - (0,412 * \text{Est})$
17	MC + Estatura + Per Abd CI	0,848	0,720	0,714	4,29	$-18,740 - (0,095 * MC) - (0,177 * \text{Est}) + (0,934 * \text{Per Ab CI})$
18	IMC	0,744	0,554	0,551	5,37	$-23,073 + (1,875 * \text{IMC})$
19	IMC + Per Abd CI	0,829	0,688	0,684	4,50	$-42,860 + (0,106 * \text{IMC}) + (0,737 * \text{Per Ab CI})$
20	Soma 6 DC	0,907	0,823	0,821	3,39	$0,636 + (0,225 * \text{Soma 6 DC Tr+SE+SP+Ab+Cx+Pe})$
21	MC + Soma 6 DC	0,913	0,833	0,831	3,29	$-4,051 + (0,201 * \text{Soma 6 DC Tr+SE+SP+Ab+Cx+Pe}) + (0,098 * MC)$
22	MC + DC Tr + DC Sub	0,877	0,768	0,765	3,88	$-4,729 + (0,626 * \text{DC Tr+Sub}) + (0,117 * MC)$

Eq: equação; MG: massa de gordura; GC: gordura corporal; MC: massa corporal; Est: estatura; Per: perímetro; Ab CI: abdômen ao nível da crista ilíaca; Cx P: coxa proximal; IMC: índice de massa corporal; DC: dobra cutânea; Tr: tríceps; SE: subescapular; Sp: supraespal; Ab: abdominal; Cx: coxa; Pe: perna; Pt: peito

Tabela 3. Análises estatísticas de validade de equações antropométricas para estimativa da MG e %GC com a DXA como método de referência em adolescentes do sexo masculino

Equações	r	p	CCI (r ₁)	Classificação %GC		Kappa (95% IC)	Viés (95% IC)	Bland-Altman		> 68% dentro limite de erro
				Normal	Alto			LoA Inf. (95% IC)	LoA Sup. (95% IC)	
MG (kg)										
DXA				42	12					
Equação 1	0,958	0,345	0,956 (0,926 a 0,974)	45	9	0,71 (0,47 a 0,94)	0,3 (-0,3 a 0,9)	-4,1 (-5,1 a -3,0)	4,6 (3,6 a 5,7)	77,8
Equação 2	0,945	0,751	0,944 (0,905 a 0,967)	42	12	0,68 (0,44 a 0,92)	0,1 (-0,6 a 0,8)	-4,8 (-6,0 a -3,6)	5,0 (3,9 a 6,2)	70,4
Equação 3	0,953	0,460	0,953 (0,921 a 0,973)	44	10	0,77 (0,56 a 0,98)	-0,2 (-0,9 a 0,4)	-4,9 (-6,0 a -3,8)	4,4 (3,3 a 5,5)	72,2
Equação 4	0,920	0,469	0,913 (0,854 a 0,948)	45	9	0,71 (0,47 a 0,94)	0,3 (-0,5 a 1,1)	-5,7 (-7,1 a -4,2)	6,3 (4,8 a 7,7)	70,4
Equação 5	0,796	0,610	0,761 (0,621 a 0,854)	49	5	0,26 (0,05 a 0,56)	0,3 (-1,0 a 1,6)	-8,9 (-11,1 a -6,7)	9,5 (7,3 a 11,7)	40,7
Equação 6	0,912	0,179	0,894 (0,825 a 0,937)	46	8	0,64 (0,37 a 0,90)	0,6 (-0,3 a 1,5)	-5,7 (-7,2 a -4,2)	6,9 (5,4 a 8,4)	64,8
Equação 7	0,787	0,680	0,763 (0,624 a 0,856)	47	7	0,18 (-0,12 a 0,48)	0,3 (-1,0 a 1,6)	-9,0 (-11,3 a -6,8)	9,6 (7,4 a 11,8)	44,4
Equação 8	0,912	0,176	0,892 (0,821 a 0,936)	46	8	0,64 (0,37 a 0,90)	0,6 (-0,3 a 1,5)	-5,8 (-7,3 a -4,2)	7,0 (5,4 a 8,5)	61,1
Equação 9	0,936	0,577	0,935 (0,891 a 0,962)	39	15	0,56 (0,30 a 0,81)	-0,2 (-1,0 a 0,6)	-5,9 (-7,2 a -4,5)	5,4 (4,1 a 6,8)	68,5
Equação 10	0,956	0,308	0,956 (0,926 a 0,974)	42	12	0,79 (0,59 a 0,99)	-0,3 (-0,9 a 0,3)	-4,7 (-5,8 a -3,7)	4,1 (3,1 a 5,2)	72,2
Equação 11	0,923	0,880	0,920 (0,867 a 0,953)	44	10	0,54 (0,27 a 0,82)	0,1 (-0,8 a 0,9)	-5,8 (-7,2 a -4,4)	5,9 (4,5 a 7,3)	61,1
%GC										
Equação 12	0,940	0,078	0,934 (0,888 a 0,961)	45	9	0,71 (0,47 a 0,94)	0,7 (-0,1 a 1,6)	-5,2 (-6,7 a -3,8)	6,7 (5,3 a 8,1)	74,1
Equação 13	0,927	0,242	0,923 (0,872 a 0,955)	43	11	0,72 (0,50 a 0,95)	0,5 (-0,4 a 1,5)	-6,0 (-7,6 a -4,5)	7,1 (5,5 a 8,7)	77,8
Equação 14	0,910	0,522	0,910 (0,850 a 0,947)	44	10	0,66 (0,41 a 0,91)	-0,3 (-1,4 a 0,7)	-7,9 (-9,7 a -6,1)	7,2 (5,4 a 9,0)	68,5
Equação 15	0,893	0,203	0,882 (0,806 a 0,930)	45	9	0,59 (0,32 a 0,86)	0,7 (-0,4 a 1,8)	-7,2 (-9,1 a -5,3)	8,6 (6,7 a 10,5)	64,8
Equação 16	0,709	0,379	0,639 (0,451 a 0,773)	49	5	0,26 (-0,05 a 0,56)	0,8 (-1 a 2,5)	-11,6 (-14,6 a -8,7)	13,2 (10,2 a 16,1)	38,9
Equação 17	0,882	0,061	0,848 (0,750 a 0,910)	46	8	0,64 (0,37 a 0,90)	1,1 (-0,1 a 2,3)	-7,3 (-9,3 a -5,3)	9,6 (7,5 a 11,6)	66,7
Equação 18	0,713	0,413	0,650 (0,466 a 0,781)	49	5	0,26 (-0,05 a 0,56)	0,7 (-1,0 a 2,4)	-11,6 (-14,6 a -8,7)	13,0 (10,1 a 16,0)	44,4
Equação 19	0,859	0,111	0,804 (0,684 a 0,881)	47	7	0,56 (0,28 a 0,84)	1,1 (-0,3 a 2,4)	-8,3 (-10,5 a -6,1)	10,4 (8,2 a 12,6)	55,6
Equação 20	0,940	0,924	0,941 (0,901 a 0,965)	45	9	0,71 (0,47 a 0,94)	0,0 (-0,9 a 0,8)	-6,1 (-7,6 a -4,7)	6,1 (4,6 a 7,5)	72,2
Equação 21	0,941	0,996	0,942 (0,901 a 0,966)	45	9	0,71 (0,47 a 0,94)	0,0 (-0,8 a 0,8)	-6,0 (-7,4 a -4,5)	6,0 (4,5 a 7,4)	77,8
Equação 22	0,892	0,486	0,886 (0,812 a 0,932)	47	7	0,69 (0,44 a 0,93)	0,4 (-0,7 a 1,5)	-7,5 (-9,4 a -5,6)	8,3 (6,4 a 10,2)	57,4

r: Coeficiente de correlação de Pearson; *Nível de significância da correlação ($p < 0,001$); CCI: coeficiente de correlação intraclasse; 95% IC: intervalo de confiança; LoA: limits of agreement (limites de concordância); Inf: inferior; Sup: superior; MG: massa de gordura; GC: gordura corporal.

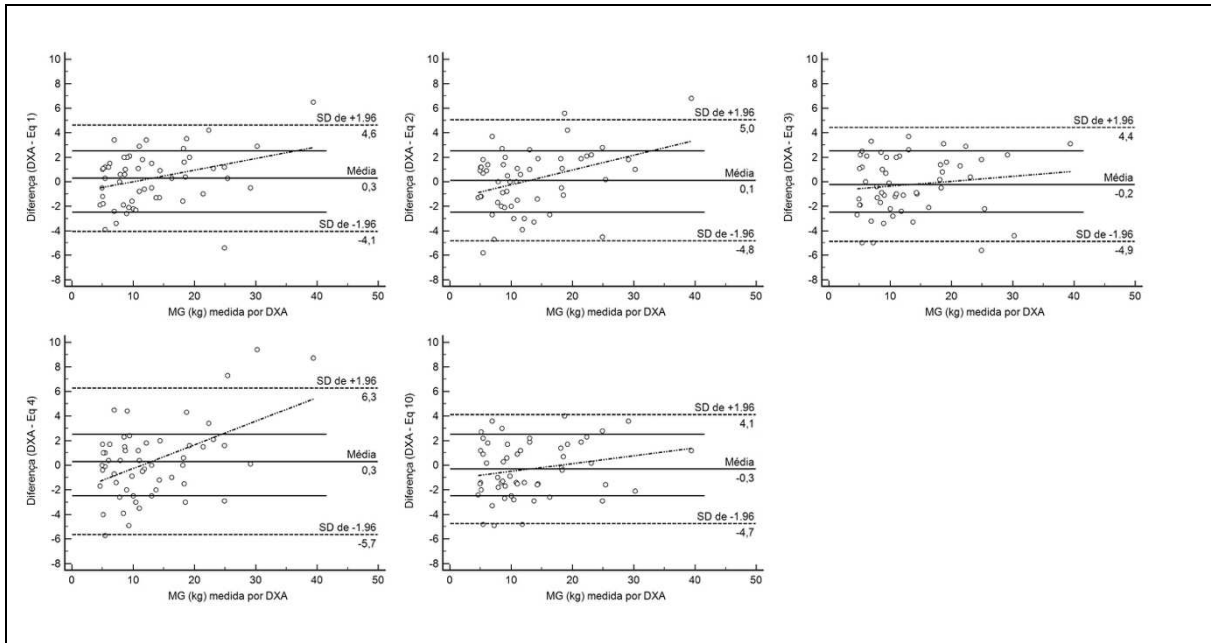


Figura 1. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição da MG (kg) que atenderam os critérios de validade.

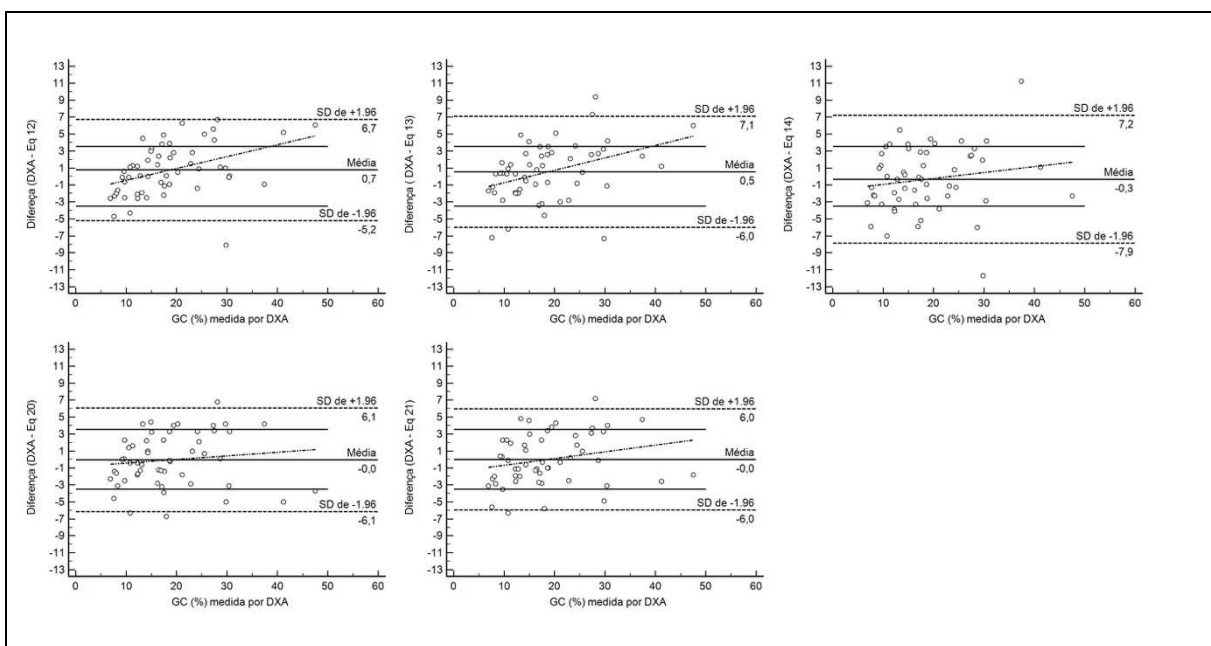


Figura 2. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição da %GC que atenderam os critérios de validade.

A tabela 4 apresenta um resumo dos resultados dos três métodos estatísticos adotados como critério para validação das equações.

Tabela 4. Relação dos critérios estatísticos alcançados por cada equação.

Equação	> 68% dentro limite de erro	CCI	Kappa
Massa de Gordura (kg)			
Equação 1	OK	OK	OK
Equação 2	OK	OK	OK
Equação 3	OK	OK	OK
Equação 4	OK	OK	OK
Equação 5	–	–	–
Equação 6	–	OK	OK
Equação 7	–	–	–
Equação 8	–	OK	OK
Equação 9	OK	OK	–
Equação 10	OK	OK	OK
Equação 11	–	OK	–
% de Gordura Corporal			
Equação 12	OK	OK	OK
Equação 13	OK	OK	OK
Equação 14	OK	OK	OK
Equação 15	–	OK	–
Equação 16	–	–	–
Equação 17	–	OK	OK
Equação 18	–	–	–
Equação 19	–	OK	–
Equação 20	OK	OK	OK
Equação 21	OK	OK	OK
Equação 22	–	OK	OK

Equações válidas para predição da MG: 1, 2, 3, 4 e 10.

Equações válidas para predição do %GC: 12, 13, 14, 20 e 21.

Discussão

O objetivo do estudo foi desenvolver equações de predição da MG e %GC para adolescentes do sexo masculino. Foram desenvolvidas 22 equações utilizando diferentes combinações de medidas e 10 delas atenderam os critérios de validade estabelecidos. As equações válidas incluem medidas de dobras cutâneas de forma exclusiva ou em combinação com a massa corporal e perímetros, além de uma equação sem medidas de dobras cutâneas.

Análises estatísticas das equações desenvolvidas

De forma geral, as equações propostas no presente estudo apresentaram altas correlações com a GC, com maiores valores observados com a MG, o que era esperado uma vez que a maioria das medidas antropométricas apresentou maior

correlação em comparação com o %GC. Esses resultados são consistentes com outros estudos que observaram correlações mais altas em equações de predição da MG em comparação com o %GC (Pietrobelli et al., 1998; Flavel et al., 2012). O R^2 ajustado em todas as equações apresentou redução muito pequena comparado ao R^2 , demonstrando que todas as variáveis independentes melhoraram cada equação, justificando a inclusão no modelo, além de representar a generalização dos modelos para outras amostras com características semelhantes.

Os resultados de EPE foram maiores que de outras equações com adolescentes brasileiros (Ripka et al., 2017; Machado et al., 2013) e semelhante a equação com amostra de chilenos (Cossio-Bolaños et al., 2017) e das tradicionais equações de Slaughter et al. (1988). Considerando o limite de EPE para uma boa equação de 3,5% para o %GC (Lohman, 1992), quatro das 11 equações atingiram essa classificação.

As equações com amostras de brasileiros adolescentes do sexo masculino saudáveis validadas por método de referência disponíveis incluem medidas de dobras cutâneas (Ripka et al., 2017; Machado et al., 2013). Embora a maioria das equações desenvolvidas no presente estudo incluam medidas de dobras cutâneas, uma das equações requer apenas a medida de massa corporal e perímetros, tornando-a mais prática, fácil e acessível a ambientes sem equipamento disponível para medir dobras cutâneas (adipômetro), que é a realidade da maioria das instituições de ensino básico no Brasil.

Validação cruzada das equações

As equações 1 e 2 (predição da MG) e 12 e 13 (predição do %GC) foram elaboradas a partir da combinação de medidas de massa corporal, uma dobra cutânea (tríceps ou supraespinal) e perímetro do abdômen, que foram medidas escolhidas por serem práticas e apresentarem alta correlação com a GC. Essas combinações de medidas escolhidas de forma intencional apresentaram excelente desempenho nos critérios de validade, sendo observado em estudos anteriores combinações semelhantes de medidas antropométricas para predição do %GC de crianças e adolescentes norte americanos (Stevens et al., 2014; 2016).

As equações 3 (MG) e 14 (%GC) foram geradas pelo método de entrada forçada, incluindo as 9 dobras cutâneas coletadas e a massa corporal, e posteriormente excluindo as variáveis sem significância estatística para o modelo. A

combinação das medidas das equações foi interessante, incluindo dobras cutâneas da região central (supraespinal), membro superior (tríceps) e inferior (coxa) para predição da MG, e as mesmas medidas adicionadas a outras duas medidas centrais (peito e abdômen) para predição do %GC, importante para atender os diferentes padrões de acúmulo de GC. Não foi observado publicação de equação para adolescentes com combinação das mesmas medidas, também em função da dobra cutânea supraespinal ser pouco utilizada, observada apenas em três estudos (Kagawa et al., 2009; Flavel et al., 2012; Munguia-Izquierdo et al., 2018).

A equação 4 (MG) foi a única que não incluiu medidas de dobras cutâneas que atendeu os critérios de validade. É um modelo simples, com a medida de massa corporal e perímetros do abdômen e coxa proximal, sendo uma opção válida para ambientes sem disponibilidade de adipômetro. Weltman e Katch (1978) desenvolveram equação para crianças a partir da massa corporal e dois perímetros (quadril e perna), porém com EPE de 6,0%, maior que todos os modelos gerados para predição do %GC do presente estudo. Desta forma, a equação 4 passa a ser uma opção muito interessante em estudos de base populacional.

As equações 10 (MG), 20 e 21 (%GC) foram derivadas a partir do somatório de seis dobras cutâneas (tríceps, subescapular, supraespinal, abdômen, coxa e perna) que são utilizadas no meio esportivo (Pons et al., 2015), analisando o valor absoluto do somatório das dobras cutâneas para avaliação do nível de GC. A partir dos modelos propostos, será possível converter esse somatório em MG ou %GC. A equação 10 incluiu a medida de massa corporal, que foi responsável pela validade da estimativa da equação. Para a predição do %GC, a inclusão da massa corporal apresentou pouca melhora do modelo e ambas as equações (com e sem massa corporal) foram válidas. Não foi observado na literatura outra equação para adolescentes com a mesma combinação de dobras cutâneas. O emprego de seis dobras cutâneas gera como problema o tempo gasto com a mensuração, o que dificulta o emprego em estudos populacionais ou mesmo em ambiente escolar. Por outro lado, pode ser uma excelente alternativa quando se lida com jovens atletas em que a dinâmica de avaliação é completamente diferente.

Equações geradas que não atenderam os critérios de validade

O objetivo do estudo, além de desenvolver equações de predição da GC, é validar os modelos, utilizando análises estatísticas de forma criteriosa para verificar a

concordância dos resultados com o valor de referência. As equações 5, 6, 7, 8, 9 e 11 para predição da MG e 15, 16, 17, 18, 19 e 22 para o %GC, apesar de apresentarem boa capacidade preditiva, semelhante a de outros estudos publicados (Ellis, 1997; Weltman e Katch, 1978; Cossio-Bolaños et al., 2017), não foram aprovadas após validação cruzada. Esse cuidado metodológico é importante, incluindo tanto um método para medir a concordância de variáveis categóricas, de forma a classificar corretamente indivíduos de acordo com o estado nutricional, tanto utilizando métodos para medir a concordância de variáveis numéricas, de forma que os valores preditos pelas equações estejam dentro de limites aceitáveis de variação.

A equação 15 incluiu a medida de massa corporal e dois perímetros, representando um modelo prático para predição do %GC, sem incluir dobras cutâneas. Obteve resultados próximos, porém abaixo dos critérios estabelecidos. As medidas de perímetros apresentaram correlações altas entre si de forma que nas tentativas de inserir mais medidas para melhorar o modelo, ocorreu aumento do FIV, ferindo a hipótese de multicolinearidade, diferente do que ocorreu com a equação 14, que incluiu cinco medidas de dobras cutâneas sem causar multicolinearidade.

Equações baseadas em medidas de massa corporal e estatura ou IMC para predição da GC são comuns, com estudos desenvolvidos para adolescentes de vários países (Pietrobelli et al., 1998; Huang et al., 2003; Hudda et al., 2019; Womersley e Durnin, 1977; Ellis, 1997), o que demonstra que a relação dessas medidas com a GC parece ser universal. Embora equações com base nessas medidas possam apresentar boa capacidade preditiva da GC, é necessário análises de concordância entre os modelos gerados e um método de referência, para verificar se a magnitude dos erros individuais é aceitável, de forma a garantir a validade das equações. No presente estudo, a capacidade preditiva da MG por essas medidas foi de cerca de 70% (equações 5 e 7) e para o %GC de 55% (equações 16 e 18). A fim de aprimorar os modelos, mantendo ainda a praticidade, foi incluído em cada equação a medida de perímetro do abdômen (equações 6 e 8 para MG e 11 e 17 para %GC) que, apesar de promover grande melhora de predição, não foi suficiente para que as equações atendessem os critérios de validade. Nesse sentido, observa-se que a praticidade dos modelos não deve contrapor sua validade e os riscos inerentes aos erros de mensuração.

Equações para predição da MG e %GC derivadas das medidas de dobras cutâneas do tríceps e subescapular, que são medidas tradicionais na avaliação da

composição corporal (Slaughter et al., 1988; Tanner e Whitehouse, 1962) não foram válidas. Já inseridas em um modelo que incluiu a soma de seis dobras cutâneas e a massa corporal, apresentaram validade para predição da MG e %GC. Resultado semelhante foi observado em outro estudo com adolescentes brasileiro em que o modelo com essas duas dobras cutâneas apresentou boa capacidade preditiva do %GC, mas o modelo apresentou grande melhora ao incluir outras dobras cutâneas (Ripka et al., 2017).

A força do estudo está no detalhamento metodológico, atendendo todos os fatores citados por Guo et al. (1996) que afetam a precisão e acurácia de equações de predição da GC. As variáveis dependentes (MG e %GC medidos por DXA) e variáveis independentes (medidas antropométricas) apresentaram elevada precisão, todas com CCI acima de 0,95. Relação estatística entre variáveis dependentes e independentes foram analisadas e selecionadas de forma criteriosa dentre um grande número de medidas antropométricas (45) aquelas que apresentaram correlações superiores a 0,5, adotando um critério superior ao citado por Lyra et al. (2012), que selecionou variáveis com correlação acima de 0,3. Os métodos estatísticos de regressão linear múltipla foram realizados testando todas as hipóteses exigidas por essa técnica, além da validação cruzada em uma amostra retirada aleatoriamente da amostra de derivou as equações, com detalhada análise estatística de validação, incluindo testes de concordância para variáveis numéricas e categóricas. Por fim, o tamanho da amostra foi superior ao valor estipulado no cálculo amostral e a natureza da amostra com uma amplitude superior a 30kg e 30% de GC, de forma a poder ser utilizada em adolescentes com grandes variações de composição corporal.

Limitações do estudo

A principal limitação do estudo foi o uso da DXA como método de referência que, embora muito utilizado em pesquisas para esse fim, é citado diferença significativa no resultado utilizando esse método em comparação com o modelo multicomponente, citado como “*gold standard*” para avaliação da GC.

Sugestão de novos estudos

É sugerido a realização de outros estudos a fim de verificar a validade das equações propostas em diferentes amostras de idade e etnia ou em grupos específicos, como atletas. Esses estudos podem confirmar a generalização dos

modelos desenvolvidos em populações que não tenham equações específicas desenvolvidas ou que as equações desenvolvidas nesse estudo possam representar qualquer vantagem de utilização, como por exemplo pelas medidas antropométricas utilizadas.

Implicações práticas

As equações desenvolvidas apresentam um modelo sem a inclusão de medidas de dobras cutâneas, mais prático e fácil, que exigem equipamentos mais simples e menor necessidade de treinamento dos avaliados, mostrando-se adequadas para avaliações de grandes populações como, por exemplo, uso em escolares. Também foram desenvolvidos modelos combinando medidas de massa corporal, perímetros e dobras cutâneas, exigindo maior dispêndio de tempo para a mensuração, mas apresentando melhor desempenho nas análises estatísticas, que pode ser opção interessante na avaliação da composição corporal na área da aptidão física e saúde, usualmente em academias. Já as equações utilizando o somatório de seis dobras cutâneas, comuns em esportes, é um modelo interessante para avaliação de atletas, considerando, ainda, que não foi encontrada nenhuma equação para jovens atletas com essas medidas.

Conclusão

Foram desenvolvidas equações baseadas em medidas antropométricas que predizem de forma acurada a MG e %GC de adolescentes do sexo masculino. As equações foram validadas em amostra com grande amplitude de MG (4,6 a 39,4 kg) e %GC (6,9 a 47,5%) tornando-as adequadas para adolescentes com grande variação de GC. Tendo em vista que 10 equações foram válidas, pode-se optar por modelo incluindo ou não medidas de dobras cutâneas, de forma que a variedade de opções torna acessível a mensuração da GC em ambientes com poucos recursos materiais. Tanto para a prática clínica como para estudos epidemiológicos ou para uso no sistema escolar, as equações são alternativa interessante para avaliar o estado nutricional, no monitoramento de alterações da composição corporal e para o acompanhamento de atletas.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Campus Rio Pomba e ao Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais pelo apoio e disponibilização de recursos para a realização da pesquisa.

Referências

1. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol.* 2016;85(8):1481-92.
2. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1:307-310.
3. Boileau RA, Wilmore JH, Lohman TG, Slaughter MH, Riner WF. Estimation of body density from skinfold thicknesses, body circumferences and skeletal widths in boys aged 8 to 11 years: comparison of two samples. *Hum Biol.* 1981;53(4):575-92.
4. Bottaro MF, Heyward VH, Bezerra RFA, Vagner DR. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *J Exp Physiol* 2002;5:11–18.
5. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Sulla Torres J, Urra Albornoz C, Gómez Campos R. Development of equations and proposed reference values to estimate body fat mass among Chilean children and adolescents. *Arch Argent Pediatr.* 2017;115:453-61.
6. Daniels SR, Houry PR, Morrison JA. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *Am J Epidemiol.* 2000;152(12):1179-1184.
7. Doran DA, Mc Geever S, Collins KD, Quinn C, McElhone R, Scott M. The validity of commonly used adipose tissue body composition equations relative to dual energy X-ray absorptiometry (DXA) in gaelic games players. *Int J Sports Med.* 2014 Feb;35(2):95-100.
8. Ellis KJ. Body composition of a young, multiethnic, male population. *Am J Clin Nutr.* 1997;66:1323–31.
9. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods.* 2009;41(4):1149-1160.
10. Ferguson CJ. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice.* 2009,40(5):532-538.

11. Field A. *Descobrimos a estatística utilizando o SPSS*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
12. Flavel NA, Olds TS, Buckley JD, Haren MT, Petkov J. Anthropometric estimates of total and regional body fat in children aged 6-17 years. *Acta Paediatr [Internet]*. 2012;101:1253–9.
13. Garcia AL, Wagner K, Hothorn T, Koebnick C, Zunft HJ, Trippo U. Improved prediction of body fat by measuring skinfold thickness, circumferences, and bone breadths. *Obes Res*. 2005 Mar;13(3):626-34.
14. George D, Mallery P. *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. 16a edition. New York: Routledge, 2020.
15. Gómez-Campos R, Urra-Albornoz C, Andruske CL, Almonacid-Fierro A, Pacheco-Carrillo J, Cossio-Bolaños M. Equations to Predict Body Fat Percentage in Young Chilean Soccer Players. *JEPonline* 2017;20(4):96-107.
16. Gonçalves EM, Silva AM, Matias CN, Lemos-Marini SH, Santos AO, Guerra-Júnior G. Estimation of percent body fat based on anthropometric measurements in children and adolescents with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Clin Nutr*. 2013;32(1):45-50.
17. González-Agüero A, Matute-Llorente Á, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. *Disabil Health J*. 2017;10(1):100-104.
18. Guo SS, Chumlea WC, Cockram DB. Use of statistical methods to estimate body composition. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:428S – 435S.
19. Harsha DW, Frerichs RR, Berenson GS. Densitometry and anthropometry of black and white children. *Hum Biol*. 1978;50(3):261-80.
20. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Hum Biol*. 2012;39(2):156-60.
21. Huang TT-K, Watkins MP, Goran MI. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. *Obes Res [Internet]*. 2003;11:1192–9.
22. Hudda MT, Fewtrell MS, Haroun D, Lum S, Williams JE, Wells JCK et al. Development and validation of a prediction model for fat mass in children and adolescents: meta-analysis using individual participant data. *BMJ* 2019; 366 :l4293
23. Jackson AS, Pollock ML. *Practical Assessment of Body Composition*. *Phys Sportsmed*. 1985 May;13(5):76-90.

24. Kagawa M, Byrne NM, King NA, Pal S, Hills AP. Ethnic differences in body composition and anthropometric characteristics in Australian Caucasian and urban Indigenous children. *Br J Nutr.* 2009;102:938–46.
25. Lee LW, Liao YS, Lu HK, Hsiao PL, Chen YY, Chi CC, Hsieh KC. Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS One.* 2017 Feb 3;12(2):e0171568.
26. Lima LRA, Martins PC, Junior CASA, Castro JAC, Silva DAS, Petroski EL. Are traditional body fat equations and anthropometry valid to estimate body fat in children and adolescents living with HIV? *Braz J Infect Dis.* 2017;21(4):448-456.
27. Lohman TG. *Advances in Body Composition Assessment.* Champaign: Human Kinetics; 1992.
28. Lyra CO, Lima SC, Lima KC, Arrais RF, Pedrosa LF. Prediction equations for fat and fat-free body mass in adolescents, based on body circumferences. *Ann Hum Biol.* 2012 Jul;39(4):275-80.
29. Machado D, Oikawa S, Barbanti V. The multicomponent anthropometric model for assessing body composition in a male pediatric population: a simultaneous prediction of fat mass, bone mineral content, and lean soft tissue. *J Obes.* 2013;2013:428135.
30. Marrodán MD, González-Montero de Espinosa M, Herráez Á, et al. Development of subcutaneous fat in Spanish and Latin American children and adolescents: Reference values for biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds. *Homo.* 2017;68(2):145-155.
31. Mukherjee D, Roche AF. The estimation of percent body fat, body density and total body fat by maximum R2 regression equations. *Hum Biol.* 1984;56(1):79-109.
32. Munguia-Izquierdo D, Suarez-Arrones L, Di Salvo V, et al. Validation of Field Methods to Assess Body Fat Percentage in Elite Youth Soccer Players. *Int J Sports Med.* 2018;39(5):349-354.
33. Muniz YG, Cossio-Bolaños M, Gómez-Campos R, Moreira-Goncalves E, Lazari E, Urra-Albornoz C, Arruda M. Estimate of Body Fat Percentage in Male Volleyball Players: Assessment Based on Skinfolds. *JEPonline* 2017;20(3):14-24.
34. Paineau D, Chiheb S, Banu I, Valensi P, Fontan JE, Gaudelus J, Chapalain V, Chumlea C, Bornet F, Boulier A. Comparison of field methods to estimate fat mass in children. *Ann Hum Biol.* 2008;35(2):185-97.

35. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr*. 1998;132(2):204-210.
36. Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobic F, Banquells M, Ruiz O. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 50(186), 65-72, 2015.
37. Ravindranath J, Pillai PP, Parameswaran S, Kamalanathan SK, Pal GK. Body Fat Analysis in Predialysis Chronic Kidney Disease: Multifrequency Bioimpedance Assay and Anthropometry Compared With Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. *J Ren Nutr*. 2016;26(5):315-9.
38. Ripka WL, Ulbricht L, Gewehr PM. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. *PLoS One*. 2017;14;12(9):e0184854.
39. Santi-Maria T, Gómez Campos R, Andruske CL, Gamero DH, Luarte-Rocha C, Arruda M, Tumi-Figuero E, Cossio-Bolaños M. Percentage of Body Fat of Young Soccer Players: Comparison of Proposed Regression Frequencies between Goalkeepers and Soccer Camp Players. *JEPonline* 2015;18(6):70-80.
40. Silva VS, Vieira F. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2020, 22:e70517.
41. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60:709–23.
42. Stevens J, Cai J, Truesdale KP, Cuttler L, Robinson TN, Roberts AL. Percent body fat prediction equations for 8- to 17-year-old American children. *Pediatr Obes*. 2014;9:260–71.
43. Stevens J, Ou F-S, Cai J, Heymsfield SB, Truesdale KP. Prediction of percent body fat measurements in Americans 8 years and older. *Int J Obes*. 2016;40:587–94.
44. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, Ridder DH. International Standards for Anthropometric Assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. Potchefstroom, South Africa: 2011.

45. Tanner JM, Whitehouse RH. Standards for subcutaneous fat in British children. Percentiles for thickness of skinfolds over triceps and below scapula. *Br Med J*. 1962;1(5276):446-450.
46. Tucker LA, Lecheminant JD, Bailey BW. Test-retest reliability of the Bod Pod: the effect of multiple assessments. *Percept Mot Skills* 2014;118(2):563-70.
47. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status [published correction appears in *Br J Nutr* 2000 Jan;83(1):95]. *Br J Nutr*. 1999;82(3):165-177.
48. Weltman A, Katch VL. A non population-specific method for predicting total body volume and percent fat. *Human Biology* 1978; 50(2):151-158.
49. Womersley J, Durnin JVG. A comparison of the skinfold method with extent of “overweight” and various weight-height relationships in the assessment of obesity. *Br J Nutr* [Internet]. 1977;38:271–84.
50. Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage — A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep*. 2018 Jul 20;8(1):10980.

Material Suplementar

Quadro S1. Descrição das medidas antropométricas conforme padronizado pela ISAK.

Medidas básicas
Massa corporal – com o mínimo de roupas, o sujeito fica no centro da balança, sem apoio e com o peso distribuído uniformemente nos dois pés.
Estatura – o método de estatura com extensão exige que o sujeito fique em pé, com os calcanhares unidos, e os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas em contato com a escala. A cabeça, quando posicionada no plano de Frankfort, não precisa tocar a escala. O antropometrista reorienta os polegares posteriormente na direção das orelhas do sujeito, suficientemente longe da linha da mandíbula do sujeito, para assegurar que a pressão para cima, quando aplicada, seja transferida através dos processos mastoides. O sujeito é, então, instruído a realizar e manter uma inspiração profunda; e, enquanto mantém a cabeça no plano de Frankfort, o avaliador aplica uma suave pressão para cima nos processos mastoides. O anotador manuseia o esquadro com firmeza e posiciona-o no Vertex do crânio, pressionando o cabelo o máximo possível. O anotador também ajuda a manter os calcanhares no chão e a posição da cabeça no plano de Frankfort. A medição é realizada antes que o sujeito expire.
Altura sentada – O sujeito senta-se em um banco antropométrico ou plataforma elevada. As mãos devem repousar sobre as coxas. O sujeito é instruído a realizar e manter uma inspiração profunda; e, enquanto mantém a cabeça no plano de Frankfort, o antropometrista aplica uma suave pressão para cima através dos processos mastoides. O anotador desloca o esquadro com firmeza e posiciona-o sobre o Vertex do crânio, pressionando o cabelo o máximo possível. Deve-se ter cuidado para evitar que o sujeito contraia os músculos glúteos ou empurre o banco com as pernas.
Envergadura – o sujeito fica em pé contra a parede, com os pés unidos, de frente para o antropometrista e com os cotovelos estendidos horizontalmente. Os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas, assim como a parte posterior dos braços, ficam em contato com a parede. O sujeito inspira ao máximo, e os cotovelos são estendidos ao máximo. O anotador ajuda assegurando que seja mantido o contato entre o dactylion (ponta do dedo médio) e o canto da parede em toda a medição. O antropometrista assegura que os cotovelos permaneçam estendidos ao máximo e horizontalmente, observando o dactylion contralateral em contato com a lâmina do segmômetro (se utilizado) enquanto a leitura é realizada.
Dobras Cutâneas
Tríceps – marcado na face posterior do braço, na linha média, no nível do ponto acromiale-radiale médio marcado.
Subescapular – marcado 2 cm abaixo do ponto Subscapulare, ao longo de uma linha que se estende lateral e obliquamente em um ângulo de 45°.
Bíceps – marcado na face anterior do braço, na linha média, no nível do ponto acromiale-radiale médio marcado.
Crista ilíaca – imediatamente acima da marcação do ponto Iliocristale, o ponto mais superior da crista ilíaca.

Supraespinal – o ponto resultante da intersecção de duas linhas: (1) a linha desde o local de marcação do Iliospinale até a margem axilar anterior e (2) a linha horizontal no nível do local de marcação do Iliocristal.
Abdominal – o ponto marcado 5 cm horizontalmente à direita do ponto médio do umbigo.
Coxa – o ponto médio de uma linha entre os pontos Patellare e Inguinal.
Perna Medial – o ponto na face mais medial da panturrilha no nível do perímetro máximo.
Perímetros
Cabeça – obtida no plano de Frankfort, imediatamente acima da Glabela e perpendicular ao eixo longitudinal da cabeça.
Pescoço – medida imediatamente superior à cartilagem tireóide (pomo de Adão) e perpendicular ao eixo longitudinal do pescoço.
Braço – medida ao nível do ponto acromiale-radiale médio, perpendicular ao eixo longitudinal do braço.
Braço flexionado e tensionado – perpendicular ao eixo longitudinal do braço no nível do maior volume do bíceps braquial contraído, quando o braço está elevado anteriormente e na horizontal.
Antebraço – medida na circunferência máxima do antebraço perpendicular ao seu eixo longitudinal, distal aos epicôndilos do úmero.
Punho – medida na circunferência mínima do punho perpendicular ao eixo longitudinal do antebraço, distal aos processos estiloides.
Tórax – medida perpendicular ao eixo longitudinal do tórax no nível do local do Mesosternale, o ponto médio do esterno no nível do centro da articulação da quarta costela com o esterno (articulação condroesternal).
Cintura – na região do abdômen em seu ponto mais estreito entre a margem costal inferior (10" costela) e a parte superior da crista ílaca, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco.
Quadril – na região glútea, no nível da sua maior protuberância posterior, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco.
Coxa (1cm abaixo da dobra glútea) – medida a 1cm do local do sulco infraglúteo, perpendicular ao seu eixo longitudinal.
Coxa Média – no nível do local do trochanterion-tibiale laterale médio, perpendicular ao seu eixo longitudinal.
Perna – no nível do local da dobra da Perna Medial, perpendicular ao eixo longitudinal da coxa.
Tornozelo – menor medida da região superior do tornozelo até o maléolo medial, perpendicular ao eixo longitudinal da perna.
Alturas e comprimentos
Acromiale-radiale – representa o comprimento do braço. É a distância linear entre os pontos marcados Acromiale e Radiale.
Radiale-stylian – representa o comprimento do antebraço. É a distância linear entre o ponto marcados Radiale e Stylian.

Styilion médio-dactylion – r representa o comprimento da mão. É a distância linear entre o ponto marcados Midstyilion e Dactylion.
Altura Ileoespinal – a distância vertical entre o local do Iliospinale e a superfície de apoio dos pés.
Altura Trocantérica – a distância vertical entre o local do Trochanterion e a superfície de apoio dos pés.
Trochanterion-tibiale laterale – representa o comprimento da coxa. A distância linear entre os locais do Trochanterion e do Tibiale laterale.
Tibiale laterale – representa o comprimento da perna. The height from the Tibiale laterale to the floor. A distância vertical entre o local do Tibiale laterale e a superfície de apoio dos pés.
Tibiale mediale-sphyrion tibiale – representa o comprimento da tíbia. A distância linear entre os locais do Tibiale mediale e do Sphyrion tibiale.
Diâmetros
Biacromial – a distância linear entre as faces mais laterais dos acrômios.
Abdomen anterior-posterior – a distância linear horizontal no plano sagital entre o ponto na superfície da pele do abdome imediatamente inferior ao umbigo, com o tronco ereto, e a correspondente face dorsal do tronco.
Biiliocristal – a distância linear entre os pontos mais laterais da crista íliaca.
Comprimento do pé – a distância linear entre os planos frontais do Pternion e do Akropodion.
Tórax Transverso – a medida do diâmetro do tórax quando o paquímetro está em um plano inclinado que inclui o Mesostemale e as hastes em ângulo de 30" para baixo em uma posição posterior.
Tórax Antero-posterior – a profundidade do tórax perpendicular ao seu eixo longitudinal no nível do Mesosternale.
Biepicondilar do Úmero – a distância linear entre a borda mais lateral do epicôndilo lateral do úmero e a borda mais medial do epicôndilo medial do úmero.
Biestilóide – a distância linear entre a face lateral do processo estiloide do rádio e a face medial do processo estiloide da ulna.
Biepicondilar do Fêmur – a distância linear entre a borda mais lateral do epicôndilo lateral do fêmur e a borda mais medial do epicôndilo medial do fêmur.

Quadro S2. Descrição de medidas antropométricas padronizadas por diferentes autores

Dobra cutânea do peito – uma dobra cutânea diagonal na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo nos homens e a um terço da distância entre a linha axilar anterior o mamilo nas mulheres (Jackson e Pollock, 1985).
Perímetro abdominal ao nível da crista íliaca – medida em um plano horizontal ao nível da borda mais lateral do ílio direito, estando o indivíduo de pé, ao final de uma expiração (Woolcott e Bergman, 2018).
Perímetro abdominal ao nível do umbigo – medida em um plano horizontal ao nível do umbigo (Mukherjee e Roche, 1984).

Quadro S3. Correlações de medidas antropométricas com a MG e %GC em meninos

Medida	MG	Medida	%GC
$r \geq 0,5$		$r \geq 0,5$	
PE Abdômen ao nível da crista ilíaca (cm)	,911**	DC Supraespinal (mm)	,892**
DC Supraespinal (mm)	,908**	DC Abdominal (mm)	,889**
PE Abdômen ao nível do umbigo (cm)	,904**	DC Crista ilíaca (mm)	,859**
DC Abdominal (mm)	,876**	DC Tríceps (mm)	,850**
PE Coxa proximal (cm)	,861**	PE Abdômen ao nível da crista ilíaca (cm)	,835**
PE Quadril (cm)	,860**	PE Abdômen ao nível do umbigo (cm)	,832**
DC Subescapular (mm)	,858**	DC Subescapular (mm)	,819**
DC Crista ilíaca (mm)	,854**	DC Coxa (mm)	,804**
DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	,852**	PE Coxa proximal (cm)	,781**
PE Cintura (cm)	,844**	DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	,779**
DC Tríceps (mm)	,835**	PE Quadril (cm)	,768**
BA Massa Corporal (kg)	,806**	DC Peito (mm)	,762**
PE Coxa média (cm)	,803**	PE Cintura (cm)	,749**
DC Peito (mm)	,778**	DC Perna (mm)	,743**
DC Coxa (mm)	,775**	PE Coxa média (cm)	,707**
PE Braço relaxado (cm)	,758**	DC Bíceps (mm)	,697**
PE Perna (cm)	,748**	BA Massa Corporal (kg)	,669**
PE Tornozelo (cm)	,712**	PE Braço relaxado (cm)	,665**
DC Perna (mm)	,709**	PE Perna (cm)	,645**
DC Bíceps (mm)	,693**	PE Tornozelo (cm)	,627**
PE Tórax (cm)	,683**	PE Tórax (cm)	,563**
PE Braço contraído (cm)	,603**	$r < 0,5$	
DI Tórax ântero-posterior (cm)	,589**	DI Tórax ântero-posterior (cm)	,495**
PE Antebraço (cm)	,562**	PE Braço contraído (cm)	,484**
DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	,561**	DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	,473**
PE Punho (cm)	,547**	DI Biilíaco (cm)	,446**
PE Pescoço (cm)	,546**	PE Pescoço (cm)	,434**
DI Biilíaco (cm)	,526**	PE Punho (cm)	,428**
$r < 0,5$		PE Antebraço (cm)	,427**
DI Tórax transverso (cm)	,386**	DI Tórax transverso (cm)	,294**
DI Biepicondiliano do úmero (cm)	,305**	PE Cabeça (cm)	,214**
PE Cabeça (cm)	,287**	DI Biepicondiliano do úmero (cm)	,187**
C Tíbia (cm)	,240**	C Tíbia (cm)	,160*
C Antebraço (cm)	,229**	C Antebraço (cm)	,144*
A Tíbia (cm)	,208**	A Tíbia (cm)	,128
C Braço (cm)	,201**	C Braço (cm)	,118
BA Envergadura (mm)	,194**	A Trocânter (cm)	,102
DI Biacromial (cm)	,192**	DI Biacromial (cm)	,088
A Trocânter (cm)	,190**	BA Envergadura (mm)	,08
C Mão (cm)	,188**	C Mão (cm)	,077
Pé (cm)	,185**	Pé (cm)	,077
BA Estatura (cm)	,181**	C Fêmur (cm)	,067
BA Altura Sentada (cm)	,174*	BA Estatura (cm)	,065
C Fêmur (cm)	,158*	BA Altura Sentada (cm)	,055
A Espinha ilíaca (cm)	,127	A Espinha ilíaca (cm)	,043
DI Biestilóide (cm)	,101	DI Biestilóide (cm)	-,003

BA – básica; DC – dobra cutânea; PE – perímetro; C – comprimento; A – altura; DI – diâmetro; GC – gordura corporal; MG – massa de gordura. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

6. ARTIGO CIENTÍFICO 5

Novas equações fáceis de aplicar para predição da gordura corporal por antropometria em adolescentes do sexo feminino

Matheus S. Cerqueira^{1,2}, Paulo R. S. Amorim¹, Irismar G. A. Encarnação³, Francisco Z. Werneck⁴, Manuel S. Quintana⁵, Diego A. S. Silva⁶, João C. B. Marins¹

19. Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

20. Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil.

21. Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia. Bragança, Portugal.

22. Escola de Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

23. Faculty of Sciences of Physical Activity and Sports, Polytechnic University of Madrid, Madrid, Spain.

24. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

DECLARAÇÃO: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

ORCID:

Matheus S. Cerqueira ID: <http://orcid.org/0000-0001-6723-6083>

Paulo R. S. Amorim ID: <http://orcid.org/0000-0002-9607-5538>

Irismar G. A. Encarnação ID: <http://orcid.org/0000-0001-5712-8353>

Francisco Z. Werneck ID: <https://orcid.org/0000-0003-1966-8820>

Manuel Sillero-Quintana ID: <http://orcid.org/0000-0002-9806-2925>

Diego A. S. Silva ID: <http://orcid.org/0000-0002-0489-7906>

João C. B. Marins ID: <http://orcid.org/0000-0003-0727-3450>

Contribuições dos autores:

Conceituação: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Preparo dos dados: Matheus S. Cerqueira, Francisco Z. Werneck, João C. B. Marins

Análise formal: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Metodologia: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Francisco Z. Werneck, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – versão original: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Escrita – revisão e edição: Matheus S. Cerqueira, Paulo R. S. Amorim, Irismar G. A. Encarnação, Francisco Z. Werneck, Manuel Sillero-Quintana, Diego A. S. Silva, João C. B. Marins

Autor Correspondente

Matheus Santos Cerqueira

mserqueira.if@gmail.com

Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs, s/n Campus Universitário, Viçosa - Minas Gerais, CEP: 36570-000

Resumo

Introdução: a mensuração da gordura corporal (GC) em adolescentes pode ser realizada de forma prática e precisa utilizando métodos antropométricos. Entretanto, como as equações são dependentes da população, existe necessidade de desenvolver modelos específicos de acordo com as características do país.

Objetivo: desenvolver e validar modelos antropométricos para predição da massa de gordura (MG) e percentual de gordura corporal (%GC) em adolescentes do sexo feminino, utilizando a DXA como método de referência, especialmente do sexo feminino.

Métodos: a amostra foi composta por um total de 204 avaliadas aparentemente saudáveis entre 15 e 19 anos, divididas em dois grupos. O primeiro grupo para o desenvolvimento dos modelos de regressão (n = 153) e segundo grupo de validação cruzada (n = 51). A partir de um total de 45 medidas antropométricas, foram selecionadas as medidas que apresentaram correlação de $r \geq 0,5$ com a MG e %GC. Utilizaram-se diferentes combinações de medidas antropométricas nas análises estatísticas de regressão linear múltipla, com o método manual de entrada forçada e métodos automáticos *Forward* e *Backward*.

Resultados: Foram desenvolvidas 12 equações para a MG e 12 para o %GC, utilizando diferentes combinações de medidas antropométricas. Dessas, 13 atenderam os critérios de validade propostos. Dentre essas equações, uma para predição da MG e uma para o %GC apresentando as mesmas variáveis predictoras são sugeridas como modelos muito simples de serem utilizados: $MG \text{ (kg)} = -1,517 + (0,494 * \text{Massa corporal}) - (0,176 * \text{Estatura}) + (0,278 * \text{Perímetro do abdômen})$: R^2 0,895; EPE 2,27%; $\%GC = 35,805 + (0,256 * \text{Massa corporal}) - (0,307 * \text{Estatura}) + (0,426 * \text{Perímetro do abdômen})$: R^2 0,658; EPE 4,10%.

Conclusão: Foi possível desenvolver e validar modelos antropométricos para predição tanto da MG, como para o %GC tomando como base a massa corporal, estatura perímetro abdominal, voltado para especificamente para jovens adolescentes brasileiras do sexo feminino.

Palavras-chave: Cineantropometria. Jovens. Análise de regressão. Composição corporal. Absorciometria de Fóton.

Introdução

Nas últimas décadas vem ocorrendo aumento da prevalência global da obesidade (NCD-Risk, 2017), o que torna necessário a realização de monitoramento constante deste quadro, tanto em nível epidemiológico quanto de forma individual. A obesidade especificamente em mulheres tende a ser elevada, mesmo já na idade de adolescentes tanto em países desenvolvidos (Skinner et al., 2016) como no Brasil (Simões et al., 2018) requerendo uma atenção especial. Métodos simples, rápidos e de baixo custo são importantes para diagnóstico do excesso de peso e acompanhamento de seu tratamento de forma prática. Para atender essa demanda, métodos antropométricos são uma opção muito interessante (Machado et al., 2017), permitindo um rápido diagnóstico sobre a gordura corporal (GC), o que pode ser realizado tanto por profissionais da área médica, nutricional e educador físico.

O desenvolvimento de equações a partir de medidas antropométricas para mensuração da GC de crianças e adolescentes teve como uma das primeiras publicações o trabalho de Parízková (1961) com crianças e adolescentes da Europa. Ao longo dessas seis décadas de pesquisas, dezenas de estudos foram publicados, com equações desenvolvidas para jovens saudáveis (Wendel et al., 2017) ou com doenças ou deficiências específicas (González-Agüero et al., 2017; Lima et al., 2017). Contudo, o uso atualmente de equações baseadas em medidas antropométricas desenvolvidas há algumas décadas (Parízková, 1961; Seltzer et al., 1965; Durnin e Rahaman, 1967) deve ser visto com cautela, pois os padrões antropométricos atuais de crianças e adolescentes podem comprometer a validade das equações, bem como os critérios de referência utilizados e de tratamento estatísticos empregados hoje são mais elaborados aos empregados anteriormente.

Para o desenvolvimento de equações, um método de referência deve ser utilizado para a validação. O modelo 4 componentes, obtido pela combinação de várias técnicas, é citado pela literatura científica como o principal método para mensuração da GC (Wells et al., 2010). Entretanto, em décadas de publicações de equações para crianças e adolescentes, apenas o estudo de Slaughter et al. (1988) utilizou esse método (Silva et al., 2013), demonstrando a dificuldade a seu acesso. Embora seja o método mais indicado, existem limitações econômicas e metodológicas desse modelo, além de não ser perfeito e livre de erros e limitações (Wickramasinghe et al., 2008). Uma opção interessante é a absorciometria por dupla emissão de raios X (DXA), que é um método de referência rápido, prático e atualmente mais utilizado

para o desenvolvimento de equações antropométricas (Lozano-Berges et al., 2019; Vásquez, 2020).

No Brasil, algumas equações para predição da GC foram desenvolvidas para adolescentes do sexo feminino, sendo que a maioria delas são para populações com condição específica, como para hiperplasia adrenal congênita (Gonçalves et al., 2013), obesidade (Camarneiro et al., 2013) e HIV+ (Lima et al., 2017). Apenas o artigo de Machado et al. (2017) propôs equação a partir de medidas de dobras cutânea para amostra de brasileiras com faixa etária incluindo adolescentes. Entretanto, a amostra representou ampla faixa etária (7 a 17 anos) que traz a limitação de incluir em uma mesma estimativa jovens de diferentes estágios maturacionais. O desenvolvimento de equações mais simples, com medidas de massa corporal, estatura e perímetros torna mais acessível e prática a avaliação da GC, especialmente para estudos populacionais ou avaliação de escolares.

Dentro desse contexto, o objetivo do presente estudo é desenvolver e validar equações antropométricas para determinação da GC de adolescentes do sexo feminino, utilizando a DXA como método de referência.

Métodos

Tipo de estudo

O estudo compreendeu uma abordagem transversal, replicando modelos de outros trabalhos nessa temática como por exemplo Machado et al. (2017), incluindo jovens do sexo feminino entre 7 e 17 anos. A pesquisa foi realizada no período de outubro de 2018 a outubro de 2019.

Amostra

Amostra por conveniência foi utilizada para selecionar estudantes de ensino médio de escolas públicas e privadas da cidade de Viçosa, estado de Minas Gerais, localizada na região sudeste do Brasil. Foram incluídas meninas sem diagnóstico de doença ou deficiência e sem uso de medicamento regular. Grávidas foram excluídas da participação na pesquisa.

Um total de 229 estudantes adolescentes do sexo feminino entre 15 e 19 anos iniciaram a pesquisa. Desse total, duas foram excluídas por apresentaram medidas de dobras cutâneas maiores que a amplitude máxima do equipamento (67mm) e 23

não completaram as avaliações. Dessa forma, a amostra final compreendeu um total de 204 avaliadas.

Após explicação verbal da pesquisa, foi encaminhado aos pais ou responsáveis das voluntárias menores de idade um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a participação na pesquisa e as voluntárias assinaram um termo de assentimento livre e esclarecido concordando em participar da pesquisa. As voluntárias com idade de 18 ou 19 anos assinaram o próprio consentimento informado. O projeto de pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil e aprovado sob parecer CAAE 99311418.0.0000.5153, aprovado conforme a legislação brasileira de estudos com seres humanos, conforme a resolução 466/2012.

Procedimentos

O estudo incluiu avaliação antropométrica e medida da composição corporal por DXA. As medidas antropométricas foram realizadas em sala reservada, com a presença somente das avaliadas e equipe de pesquisa (antropometrista e anotadora), todas do sexo feminino. As voluntárias foram previamente informadas da data e hora da avaliação e foram instruídas a usarem short e top para as avaliações. Finalizada a avaliação antropométrica, as voluntárias foram conduzidas por pesquisadores até a Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV) para a mensuração da composição corporal por DXA. Os horários de participação no estudo foram aleatórios em função da disponibilidade das avaliadas.

Coleta dos dados

A avaliação antropométrica constou das 42 medidas propostas pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) em sua versão de 2011 (modelo vigente à época da pesquisa) (Stewart et al., 2011), além da dobra cutânea do peito (Jackson e Pollock, 1985), perímetro abdominal ao nível da cicatriz umbilical (Mukherjee e Roche, 1984) e perímetro abdominal ao nível da crista ilíaca (Woolcoot e Bergman, 2018).

As medidas antropométricas foram divididas em cinco grupos: 4 medidas básicas (massa corporal, estatura, altura sentada e envergadura), 9 dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa, perna e peito), 15 perímetros (cabeça, pescoço, braço relaxado, braço contraído, antebraço, punho, tórax, cintura, abdômen ao nível do umbigo, abdômen ao nível da crista ilíaca,

quadril, coxa proximal, coxa média, perna e tornozelo), oito comprimentos e alturas (comprimento do braço, comprimento do antebraço, comprimento do mão, altura da espinha ilíaca, altura do trocânter, comprimento do fêmur, altura da tibia, comprimento da tibia) e nove diâmetros (biacromial, abdomen antero-posterior, biliocrystal, comprimento do pé, tórax transverso, tórax antero-posterior, biepicondiliano do úmero, bi-estilóide, biepicondiliano do fêmur). A descrição detalhada de cada medida antropométrica está no material suplementar (quadros S1 e S2).

Todas as medidas foram realizadas em duplicata, registrando o valor médio. Caso a diferenças entre as duas medidas fosse maior que 5% para dobras cutâneas e 1% para as demais medidas, uma terceira medição era realizada, passando a ser registrado a mediana das medidas. As medidas antropométricas apresentaram alta precisão, todas com resultado de coeficiente de correlação intraclasse (CCI) > 0,95 (Ulijaszek e Kerr, 1999).

Para mensuração das dobras cutâneas, foi utilizado um equipamento com pouco uso da marca Lange® (Maryland, Estados Unidos). Previamente ao início das coletas dos dados foi verificada a calibração do adipômetro utilizando um bloco aferidor com medidas padrão com precisão de 10mm, variando de 10 a 50mm. A massa corporal foi mensurada com uma balança digital (Welmy® w 200/5, Santa Bárbara d'Oeste, Brasil) com precisão de 0,05 kg. Para os outros grupos de medidas, os seguintes equipamentos foram utilizados: comprimentos e alturas (segmômetro), perímetros (trena antropométrica) e diâmetros (paquímetro), todos com precisão de 0,1cm e da mesma marca (Cescorf®, Porto Alegre, Brasil). A estatura foi mensurada com um estadiômetro portátil (Sanny®, São Bernardo do Campo, Brasil) com precisão de 0,1cm.

Avaliadores

As mensurações foram realizadas por pesquisadores com treinamento em antropometria, realizado por um antropometrista com formação na ISAK nível 3 (instrutor), seguindo as recomendações da ISAK. Foram selecionadas apenas avaliadores do sexo feminino para realizarem as mensurações. As antropometristas apresentaram qualificação na padronização das medidas, com erro técnico de medida avaliado previamente à coleta dos dados, abaixo dos limites determinados pela ISAK para um antropometrista nível 2 (Silva e Vieira, 2020).

DXA

Foi utilizado um equipamento (GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance DXA System, versão do software: 13,31) disponível na Divisão de Saúde da UFV. Para a realização dos exames de composição corporal, as voluntárias foram orientadas a removerem objetos metálicos do corpo. O exame tem duração média de seis minutos, realizados por técnicos de radiologia treinados para manuseio do equipamento. A fim de garantir a qualidade dos exames, o equipamento foi calibrado diariamente com *phantom* específico, seguindo as recomendações do fabricante. Finalizados os exames, um único pesquisador foi responsável por gerar todos os relatórios, ajustando as regiões de interesse (ROI) nas referências anatômicas padronizadas no manual do equipamento. Para medir a precisão dos exames de MG e %GC pela DXA, foi selecionada uma amostra de adolescentes e adultos (n = 28) que realizaram o exame em duplicata da seguinte forma: realizavam o primeiro exame, saíam do equipamento, retornavam imediatamente e se posicionavam para o segundo exame. A partir dos resultados do primeiro e do segundo exame, foi calculado o CCI, com resultado para o %GC de 0,998 e para a MG de 0,999. Esses resultados confirmam a elevada precisão dos exames.

Estatística

Para caracterização da amostra realizou-se a estatística descritiva utilizando a média, desvio padrão, valor mínimo e máximo para cada variável coletada. A análise da distribuição dos dados foi aferida analisando os valores de assimetria e curtose, adotando como valores de normalidade entre -2 e +2 (George e Mallery, 2020).

O tamanho da amostra foi calculado considerando um $\alpha = 5\%$, $\beta = 95\%$, tamanho do efeito moderado ($f^2 = 0,15$) e número de variáveis de 1 a 5, que foram o número de variáveis das equações. O cálculo foi realizado utilizando o software G * Power® (Faul et al., 2009), que indicou uma amostra mínima variando de 89 a 138 indivíduos, de acordo com o número de variáveis da equação. A análise do poder estatístico das equações foi calculada considerando um $\alpha = 5\%$, tamanho do efeito moderado ($f^2 = 0,15$), tamanho de amostra de 153 indivíduos e número de variáveis de 1 a 5, resultando em poder estatístico para todas equações $> 0,95$.

Para o desenvolvimento de novas equações para predição da MG e %GC, a amostra total foi dividida randomicamente em dois grupos. O primeiro compreendendo $\frac{3}{4}$ do total de voluntárias para gerar os modelos de regressão (n = 153). Já o segundo

grupo ¼ das voluntárias (n = 51) para a validação cruzada dos modelos. Foi realizado teste t para amostras independentes comparando as medidas antropométricas e GC entre o grupo de desenvolvimento e de validação cruzada. Não houve diferença significativa entre os grupos de modo que ambas são oriundas da mesma população. As variáveis dependentes foram a MG (kg) e a GC (%) medidas por DXA enquanto as medidas antropométricas foram utilizadas como variáveis independentes.

Como variáveis independentes, de um total de 45 medidas antropométricas coletadas, foram selecionadas as que apresentaram correlação com a MG ou %GC de $r \geq 0,5$ (material suplementar – quadro S3), que é classificada como correlação moderada (Ferguson, 2009), ou seja, apresentam razão teórica para serem analisadas em um modelo de predição da GC. Com o %GC, 24 medidas atenderam esse critério e 29 medidas com a MG.

Para o %GC, atenderam esse critério:

- a) medida de massa corporal
- b) nove dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, crista ilíaca, supraespinal, abdominal, coxa, perna e peito)
- c) doze perímetros (pescoço, braço relaxado, braço contraído, antebraço, tórax, cintura, abdômen ao nível do umbigo, abdômen ao nível da crista ilíaca, quadril, coxa proximal, coxa média, perna)
- d) dois diâmetros (ântero-posterior do abdômen e ântero-posterior do tórax).

Com a MG, além das mesmas medidas com o %GC, também foram incluídos outros dois perímetros (punho e tornozelo) e três diâmetros (tórax transverso, biilíaco, biepicondiliano do fêmur).

Além de selecionar as variáveis com correlação $r \geq 0,5$, também foi analisada a literatura a fim de identificar as variáveis que apresentam melhor correlação com a GC ou medidas simples com alta relação com a GC. Entre as medidas de DC, a supraespinal apresenta mais alta correlação com o %GC em adolescentes com síndrome de Down (González-Agüero et al., 2017) e a segunda mais alta correlação entre diversas medidas antropométricas com a densidade corporal em mulheres atletas (Withers et al., 1987). Entre os perímetros, o do abdômen é relatado como apresentando alta relação com a GC (Daniels et al., 2000). A massa corporal, além de apresentar forte relação com a GC em crianças e adolescentes do sexo feminino (Chan et al., 1998; Lohman et al., 2000; Kerruish et al., 2002), é uma medida muito simples e que pode ter importante contribuição para os modelos de regressão. Além

dessas, de DC do tríceps é uma medida importante pois foi observado em um estudo adotando um modelo de metanálise de correlações de DC com a densidade corporal, que a DC do tríceps foi identificada como de validade generalizável para meninas (Patterson, 1992). Essas medidas foram utilizadas como variáveis independentes como aquelas com as principais razões teóricas para prever o modelo.

Para o desenvolvimento dos modelos, foram seguidas as recomendações estatísticas de regressão linear múltipla descrito por Field (2009). O autor afirma que, apesar do software gerar muitos cálculos complexos, o controle das variáveis inseridas deve ser do pesquisador.

Foram analisadas combinações de medidas antropométricas citadas na literatura com forte relação com a GC com as demais medidas. Para o desenvolvimento de modelos práticos e simples, foram feitas combinações das medidas citadas pela literatura (massa corporal, dobra cutânea supraespinal ou tríceps e perímetro do abdômen); medidas de massa corporal e estatura; índice de massa corporal (IMC); dobras cutâneas tríceps e subescapular (forma muito citada na literatura); somatório de seis dobras cutâneas (tríceps, subescapular, supraespinal, abdominal, coxa e perna), utilizada em atletas como medida de espessura total, sem conversão para GC (Pons et al., 2015). Também foram testados modelos utilizando apenas a combinação da massa corporal com dobras cutâneas e combinação das medidas sem as DC, a fim de desenvolver modelos que possam ser aplicados em locais com o mínimo recurso material para mensuração antropométrica.

A partir dessa base teórica de conhecimentos, diferentes combinações de variáveis independentes foram manualmente testadas, utilizando os seguintes métodos de regressão:

1. Hierárquico: em um primeiro bloco, foram inseridas as medidas com relevância na literatura como de importante relação com a GC em adolescentes (massa corporal, DC supraespinal e perímetro abdominal ao nível da crista íliaca) utilizando o método de entrada forçada. Uma outra opção testada no primeiro bloco foi substituir a DC supraespinal pela DC do tríceps. No segundo bloco foram inseridas as demais medidas antropométricas, em diferentes combinações, utilizando o método *Forward*.
2. Método entrada forçada: seleção de diferentes combinações de variáveis independentes. Após a inclusão das medidas, a partir do modelo gerado, foram retiradas as variáveis independentes sem significância estatística para o

modelo ($p < 0,05$). O procedimento se repetiu até restarem apenas variáveis com significância estatística para o modelo.

3. Método *Forward*: seleção de medidas idêntica ao item anterior. Porém, aqui o modelo foi automaticamente gerado pelo software da seguinte forma: as variáveis independentes foram inseridas uma a uma no modelo e se contribuíssem de forma significativa ($p > 0,05$), eram mantidas; caso contrário, eram retiradas do modelo e outra variável era testada.
4. Método *Backward*: seleção de medidas idêntica ao item anterior. Aqui o modelo também foi automaticamente gerado pelo software, porém de forma diferente: todas as variáveis foram introduzidas nos modelos e aquelas que apresentaram uma baixa correlação parcial com a variável dependente ($p > 0,10$) foram excluídas.

Os modelos gerados foram analisados pelos resultados estatísticos pelo coeficiente de correlação de Pearson (r), coeficiente de determinação (R^2), R^2 ajustado (representa a generalização do modelo) e o erro padrão de estimativa (EPE). O critério para seleção dos modelos de regressão, foi determinado pelo: a) maior R^2 ; b) menor erro padrão de estimativa (EPE); c) menor número de variáveis independentes (parcimônia) (Ripka et al., 2017).

Os modelos gerados foram testados de acordo com as seguintes hipóteses:

- a) a Multicolinearidade foi testada pela avaliação do fator de inflação da variância (FIV), com valores adequados < 10 ;
- b) Independência dos erros pelo teste de Durbin-Watson, com valores adequados variando entre 1 e 3;
- c) Homocedasticidade e Linearidade pela análise gráfica de resíduos padronizados, analisando o histograma e o diagrama de probabilidade normais;
- d) diagnóstico de casos pela análise dos resíduos padronizados considerando adequado 95% dos casos entre ± 2 dp; 99% dos casos entre $\pm 2,5$ dp; nenhum caso acima de ± 3 dp; caso essas hipóteses fossem violadas, uma investigação adicional da estatística de influência pelo método da distância de Cook era realizada, adotando como valor de referência de adequação < 1 .

A validação das equações foi analisada em uma amostra selecionada aleatoriamente e originalmente removida da população total do estudo ($\frac{1}{4}$ da amostra), que não foi considerada no desenvolvimento da equação. A associação e a

diferença média entre a GC estimada pelas equações e medidas pela DXA foram verificadas pelo coeficiente de correlação de Pearson e pelo teste t pareado, respectivamente. Na validação, foram calculados os seguintes métodos com os respectivos valores adotados para validação: coeficiente de correlação intraclass (CCI) usado para verificar a associação entre os dados $> 0,8$ (Lee et al., 2017); índice Kappa $> 0,61$ e critério de diferença aceitável entre as equações e o método de referência $\pm 3,5\%$ de GC, seguindo publicações anteriores (Doran et al., 2014; Bottaro et al., 2002). Para as equações que estimam a MG (kg), foi feito um cálculo proporcional, que resultou em limites de $\pm 1,9$ kg de MG. Considerando que dados com distribuição normal incluem dentro da variação de ± 1 DP de sua média aproximadamente 68% dos valores, foi considerado adequado para esse item as equações com $\geq 68\%$ de indivíduos dentro das faixas estabelecidas. Como critério de validade, cada equação deve contemplar os três critérios determinados. Adicionalmente, foi realizada a análise gráfica de concordância de Bland-Altman (Bland e Altman, 1986).

As análises estatísticas foram realizadas pelos programas estatísticos IBM SPSS Statistics for Windows, versão 23 (IBM Corp., Armonk, N.Y., USA) e MedCalc versão 19.3.1 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium), adotando nível de significância de 5%.

Resultados

A tabela 1 apresenta o perfil antropométrico e os resultados de MG e %CG medidos pela DXA nos 204 adolescentes participantes do estudo, separados por grupo de regressão e de validação.

Tabela 1. Características antropométricas e de GC determinada por DXA de adolescentes.

Medidas antropométricas	Grupo Regressão (n = 153)		Grupo Validação (n = 51)		ETM	
	média ± dp	Min – Max	média ± dp	Min – Max	Absol.	%
Idade (anos)	16,5 ± 1,0	15,0 – 19,7	16,3 ± 0,9	15,2 – 18,4	–	–
IMC (kg/m ²)	21,2 ± 3,2	15,8 – 32,8	20,7 ± 3,0	14,4 – 28,3	–	–
BA Massa Corporal (kg)	56,3 ± 9,4	40,6 – 96,0	55,0 ± 9,3	36,8 – 84,0	–	–
BA Estatura (cm)	162,9 ± 5,6	147,0 – 178,3	162,9 ± 5,7	148,6 – 173,4	0,2	0,1
BA Altura Sentada (cm)	86,4 ± 2,8	78,2 – 93,4	85,7 ± 3,3	77,7 – 91,7	0,2	0,3
BA Envergadura (mm)	162,9 ± 6,8	145,8 – 182,9	164,7 ± 6,3	145,8 – 179,6	0,4	0,2
DC Triceps (mm)	19,4 ± 5,5	8,0 – 37,5	18,9 ± 6,0	7,5 – 34,0	0,5	2,6
DC Subescapular (mm)	16,1 ± 7,8	6,0 – 55,0	16,7 ± 7,4	7,0 – 33,5	0,5	3,3
DC Bíceps (mm)	9,4 ± 4,3	3,0 – 28,5	9,0 ± 4,4	3,0 – 19,5	0,4	4,7
DC Crista ilíaca (mm)	24,1 ± 7,8	11,0 – 59,0	24,1 ± 8,9	7,0 – 43,0	0,8	3,2
DC Supraespinal (mm)	15,1 ± 6,4	5,0 – 38,0	14,6 ± 6,5	5,0 – 30,0	0,7	4,4
DC Abdominal (mm)	21,1 ± 7,5	7,0 – 44,0	22,4 ± 7,7	9,5 – 40,5	0,8	3,9
DC Coxa (mm)	26,8 ± 7,4	11,8 – 59,5	25,9 ± 7,6	11,5 – 45,5	0,7	2,6
DC Perna (mm)	18,7 ± 5,8	5,0 – 40,5	17,3 ± 5,7	5,5 – 30,5	0,6	3,4
DC Peito (mm)	10,4 ± 4,9	3,0 – 25,0	10,9 ± 4,6	4,0 – 21,0	0,6	5,9
PE Cabeça (cm)	54,8 ± 1,5	51,1 – 58,8	54,8 ± 1,8	50,4 – 58,8	0,2	0,4
PE Pescoço (cm)	30,9 ± 1,7	26,1 – 35,6	30,8 ± 1,9	27,0 – 36,5	0,2	0,5
PE Braço relaxado (cm)	25,7 ± 3,2	20,2 – 37,2	25,1 ± 2,9	18,5 – 31,4	0,1	0,6
PE Braço contraído (cm)	26,3 ± 2,7	21,1 – 36,1	25,9 ± 2,5	19,2 – 32,8	0,1	0,5
PE Antebraço (cm)	22,9 ± 1,7	19,7 – 28,4	22,5 ± 1,6	19,0 – 26,5	0,1	0,4
PE Punho (cm)	14,5 ± 0,8	13,0 – 18,0	14,4 ± 0,8	12,5 – 16,0	0,1	0,6
PE Tórax (cm)	83,8 ± 6,2	72,8 – 111,7	83,2 ± 5,7	72,5 – 102,0	0,4	0,5
PE Cintura (cm)	68,3 ± 7,0	56,8 – 98,8	67,8 ± 7,1	56,0 – 91,2	0,4	0,5
PE Abdômen no umbigo (cm)	75,5 ± 8,2	60,1 – 114,1	74,5 ± 8,8	59,3 – 101,2	0,6	0,8
PE Abdômen na crista ilíaca (cm)	77,2 ± 8,4	62,0 – 115,2	76,1 ± 8,0	61,0 – 101,0	0,4	0,5
PE Quadril (cm)	94,4 ± 6,8	79,4 – 118,3	93,6 ± 7,5	80,4 – 117,0	0,5	0,5
PE Coxa proximal (cm)	55,5 ± 5,5	44,9 – 72,5	54,5 ± 5,4	43,1 – 66,9	0,3	0,6
PE Coxa média (cm)	49,3 ± 5,0	39,5 – 65,6	48,0 ± 4,9	37,1 – 57,3	0,2	0,5
PE Perna (cm)	33,9 ± 2,6	28,2 – 42,0	33,3 ± 2,6	27,2 – 37,5	0,1	0,3
PE Tornozelo (cm)	20,8 ± 1,3	17,4 – 25,3	20,3 ± 1,2	17,4 – 22,0	0,1	0,5
C Braço (cm)	31,2 ± 1,6	27,4 – 35,2	31,4 ± 1,5	27,4 – 35,5	0,2	0,6
C Antebraço (cm)	24,0 ± 1,4	20,4 – 28,5	24,4 ± 1,3	21,7 – 27,2	0,2	0,8
C Mão (cm)	18,3 ± 0,8	16,3 – 20,6	18,6 ± 0,9	16,4 – 20,5	0,1	0,6
A Espinha ilíaca (cm)	90,7 ± 4,3	79,3 – 102,4	91,5 ± 3,9	82,4 – 99,5	0,4	0,4
A Trocânter (cm)	86,2 ± 4,1	75,4 – 97,9	86,1 ± 4,1	78,1 – 93,9	0,4	0,4
C Fêmur (cm)	43,7 ± 2,8	38,0 – 51,9	43,4 ± 2,6	38,2 – 49,3	0,3	0,6
A Tíbia (cm)	43,1 ± 2,2	37,0 – 49,8	43,6 ± 2,2	39,2 – 47,2	0,2	0,4
C Tíbia (cm)	37,2 ± 2,1	31,7 – 43,5	37,7 ± 1,9	33,6 – 41,1	0,2	0,4
DI Biacromial (cm)	33,5 ± 1,8	28,9 – 39,0	33,5 ± 1,9	28,5 – 38,2	0,4	1,2
DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	17,3 ± 2,6	13,1 – 27,4	17,4 ± 2,7	11,9 – 27,2	0,2	1,3
DI Biliíaco (cm)	25,0 ± 1,7	21,6 – 33,4	24,6 ± 1,4	20,5 – 28,5	0,3	1,1
Pé (cm)	23,1 ± 1,1	20,5 – 26,5	23,3 ± 1,2	20,2 – 26,4	0,1	0,5
DI Tórax transverso (cm)	23,4 ± 1,6	19,4 – 30,0	23,3 ± 1,4	19,7 – 27,6	0,2	1,0
DI Tórax ântero-posterior (cm)	15,8 ± 1,6	12,0 – 21,2	15,8 ± 1,7	12,0 – 20,2	0,2	1,2
DI Biepicondiliano do úmero (cm)	6,0 ± 0,3	5,2 – 7,0	6,0 ± 0,3	5,3 – 6,7	0,1	1,1
DI Biestilóide (cm)	4,9 ± 0,2	4,3 – 5,6	4,9 ± 0,3	4,3 – 5,5	0,1	1,1
DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	8,7 ± 0,5	7,5 – 10,2	8,6 ± 0,4	7,3 – 9,3	0,1	0,7
GC Total (%)	33,2 ± 6,9	17,9 – 56,9	32,3 ± 6,9	14,4 – 50,4	–	–
MG Total (kg)	19,0 ± 7,0	7,8 – 48,3	18,1 ± 6,5	6,7 – 35,0	–	–

ETM – erro técnico de medida; Absol. – absoluto (na unidade de medida da variável); BA – básica; DC – dobra cutânea; PE – perímetro; C – comprimento; A – altura; DI – diâmetro; Ant-post – antero-posterior. GC – gordura corporal; MG – massa de gordura.

Os resultados de correlação das equações com a GC por DXA na amostra de validação cruzada tiveram valor de r variando de 0,824 a 0,968 para as equações de predição da MG e 0,782 a 0,917 para as equações de predição do %GC, todas altamente significantes ($p < 0,001$). Nenhuma das 24 equações apresentou diferença significativa para a GC por DXA (tabela 3).

Para critérios de validação, 13 das 24 equações atenderam os três critérios estabelecidos e são consideradas válidas, sendo oito para predição da MG e cinco para predição do %GC (tabela 4). Das 24 equações geradas, 14 incluíram medidas

de dobras cutâneas e apenas seis atenderam os critérios de validade. Sete equações, baseadas em medidas simples de massa corporal, estatura, IMC e perímetros corporais foram válidas.

A figura 1 apresenta os gráficos de Bland-Altman apenas para as equações válidas para predição da MG e a figura 2 para as equações válidas para predição do %GC.

Os resultados de correlação das equações com a GC por DXA tiveram valor de r variando de 0,895 a 0,968 para as equações de predição da MG e 0,786 a 0,912 para as equações de predição do %GC, que geraram valores de coeficiente de determinação (R^2) com poder de explicação da variável dependente pelo modelo linear de 80,0 a 93,7% para a MG e 61,8 a 83,1% para o %GC. O R^2 ajustado, apresentou resultados muito próximos ao R^2 , com diferença variando de 1 a 7 milésimos. O EPE variou de 1,77 a 3,12 kg para a MG e 2,90 a 4,32% para o %GC, com os valores mais baixos para equações incluindo medidas de massa corporal, dobras cutâneas e perímetros e mais altos para aquelas baseadas na massa corporal e estatura para a MG e somatório de seis dobras cutâneas para o %GC (tabela 2).

Tabela 2. Descrição das equações antropométricas de estimativa da GC

Eq	Estrutura da equação	r	R ²	R ² Aj	EPE	Equação
Massa de Gordura (KG)						
1	Todas as medidas	0,968	0,937	0,935	1,77	-21,215+(0,32*MC)+(0,276*DC Sp)+(0,231*DC Pe)+(0,247*Per Cx P)
2	MC + DC Sp + Per Ab CI	0,956	0,913	0,912	2,07	-20,165+(0,366*MC)+(0,342*DC Sp)+(0,174*Per Ab CI)
3	MC + DC Tr + Per Ab CI	0,952	0,906	0,904	2,15	-26,411+(0,326*MC)+(0,312*DC Tr)+(0,273*Per Ab CI)
4	MC + Dobras Cutâneas	0,966	0,934	0,932	1,84	-14,41+(0,406*MC)+(0,129*DC Tr)+(0,261*DC Sp)+(0,221*DC Pe)
5	MC + Perímetros	0,952	0,907	0,904	2,15	-18,745+(0,317*MC)-(0,752*Per Pc)+(0,76*Per Br R)+(0,305*Per Ab CI)
6	MC + Estatura	0,937	0,878	0,877	2,44	18,881+(0,735*MC)-(0,253*Est)
7	MC + Estatura + Per Abdômen	0,946	0,895	0,893	2,27	-1,517+(0,494*MC)-(0,176*Est)+(0,278*Per Ab CI)
8	IMC	0,912	0,832	0,831	2,86	-22,553+(1,96*IMC)
9	IMC + Per Abdômen	0,940	0,884	0,883	2,38	-34,214+(1,024*IMC)+(0,408*Per Ab CI)
10	Soma 6 Dobras	0,895	0,800	0,799	3,12	-1,324+(0,174*DC Tr+Sub+Sp+Ab+Cx+Pe)
11	MC + Soma 6 Dobras	0,962	0,926	0,925	1,91	-14,812+(0,416*MC)+(0,089*DC Tr+Sub+Sp+Ab+Cx+Pe)
12	MC + DC Tr + DC Sub	0,948	0,899	0,897	2,23	-13,768+(0,443*MC)+(0,221*DC Tr+Sub)
Gordura Corporal (%)						
13	Todas as medidas	0,912	0,831	0,825	2,90	-8,353-(0,256*MC)+(0,384*DC Sp)+(0,409*DC Pe)+(0,556*Per Br R)+(0,508*Per Cx P)
14	MC + DC Sp + Per Ab CI	0,850	0,722	0,716	3,70	4,208+(0,033*MC)+(0,621*DC Sp)+(0,23*Per Ab CI)
15	MC + DC Tr + Ab CI	0,844	0,713	0,707	3,76	-6,345-(0,048*MC)+(0,614*DC Tr)+(0,393*Per Ab CI)
16	MC + Dobras	0,900	0,811	0,804	3,07	12,203+(0,036*MC)+(0,224*DC Tr)+(0,24*DC Bi)+(0,369*DC Sp)+(0,363*DC Pe)
17	MC + Perímetros	0,852	0,725	0,718	3,69	-36,753-(0,457*MC)+(0,882*Per Br R)+(0,42*Per Ab CI)+(0,731*Per Cx P)
18	MC + Estatura	0,786	0,618	0,613	4,32	67,119+(0,626*MC)-(0,425*Est)
19	MC + Estatura + Per Ab CI	0,811	0,658	0,651	4,10	35,805+(0,256*MC)-(0,307*Est)+(0,426*Per Ab CI)
20	IMC	0,792	0,627	0,625	4,26	-2,895+(1,701*IMC)
21	IMC + Per Ab CI	0,811	0,658	0,654	4,09	-11,905+(0,978*IMC)+(0,315*Per Ab CI)
22	Soma 6 Dobras	0,873	0,762	0,761	3,40	13,346+(0,169*DC Tr+Sub+Sp+Ab+Cx+Pe)
23	MC + Soma 6 Dobras	0,876	0,767	0,764	3,38	10,852+(0,154*DC Tr+Sub+Sp+Ab+Cx+Pe)+(0,077*MC)
24	MC + DC Tr + DC Sub	0,824	0,679	0,674	3,96	12,467+(0,375*DC Tr+Sub)+(0,132*MC)

Eq: equação; MG: massa de gordura; GC: gordura corporal; MC: massa corporal; Est: estatura; Per: perímetro; Ab CI: abdômen ao nível da crista ilíaca; Br R: braço relaxado; Pc: pescoço; Cx: coxa Proximal; IMC: índice de massa corporal; DC: dobra cutânea; CI: crista ilíaca; Ab: abdominal; Cx: coxa; Tr: tríceps; Bi: bíceps; Pe: perna; SE: subescapular; SI: suprailíaca;

Tabela 3. Análises estatísticas de validação de equações antropométricas para predição da MG e %GC em adolescentes de 15 a 19 anos.

Equação	r	p	CCI (r _i)	Classificação %GC		Kappa (95% IC)	Bland-Altman			> 68% dentro limite de erro
				Normal	Alto		Viés (95% IC)	LoA Inf. (95% IC)	LoA Sup. (95% IC)	
Massa de Gordura (kg)										
DXA				21	30					
Equação 1	,968	,313	0,968 (0,945 a 0,982)	21	30	0,68 (0,47 a 0,88)	0,2 (-0,2 a 0,7)	-3,0 (-3,8 a -2,2)	3,5 (2,7 a 4,3)	72,5
Equação 2	,960	,737	0,960 (0,932 a 0,977)	22	29	0,72 (0,53 a 0,91)	-0,1 (-0,6 a 0,4)	-3,7 (-4,6 a -2,8)	3,6 (2,7 a 4,5)	70,6
Equação 3	,955	,735	0,955 (0,923 a 0,974)	18	33	0,63 (0,41 a 0,85)	-0,1 (-0,7 a 0,5)	-4,0 (-4,9 a -3,0)	3,8 (2,8 a 4,7)	70,6
Equação 4	,957	,689	0,957 (0,926 a 0,975)	23	28	0,60 (0,38 a 0,82)	0,1 (-0,4 a 0,7)	-3,7 (-4,6 a -2,8)	3,9 (3,0 a 4,9)	70,6
Equação 5	,956	,394	0,956 (0,925 a 0,975)	18	33	0,63 (0,41 a 0,85)	-0,2 (-0,3 a 0,8)	-3,5 (-4,4 a -2,6)	4,0 (3,0 a 4,9)	70,6
Equação 6	,941	,970	0,941 (0,900 a 0,966)	17	34	0,75 (0,56 a 0,94)	0,0 (-0,6 a 0,6)	-4,3 (-5,3 a -3,2)	4,3 (3,2 a 5,4)	74,5
Equação 7	,956	,896	0,956 (0,925 a 0,975)	17	34	0,75 (0,56 a 0,94)	0,0 (-0,6 a 0,5)	-3,8 (-4,7 a -2,9)	3,7 (2,8 a 4,7)	76,5
Equação 8	,917	,673	0,914 (0,855 a 0,950)	15	36	0,75 (0,56 a 0,93)	0,2 (-0,6 a 0,9)	-4,9 (-6,1 a -3,7)	5,2 (4,0 a 6,4)	58,8
Equação 9	,953	,736	0,953 (0,919 a 0,973)	17	34	0,67 (0,46 a 0,88)	0,1 (-0,5 a 0,7)	-3,8 (-4,7 a -2,8)	4,0 (3,0 a 4,9)	70,6
Equação 10	,824	,184	0,822 (0,709 a 0,894)	20	31	0,55 (0,32 a 0,78)	-0,7 (-1,8 a 0,4)	-8,2 (-10,0 a -6,3)	6,8 (4,9 a 8,6)	47,1
Equação 11	,948	,354	0,948 (0,910 a 0,970)	21	30	0,68 (0,47 a 0,88)	-0,3 (-0,9 a 0,3)	-4,4 (-5,5 a -3,4)	3,9 (2,9 a 4,9)	70,6
Equação 12	,927	,300	0,927 (0,876 a 0,958)	19	32	0,51 (0,27 a 0,75)	-0,4 (-1,1 a 0,3)	-5,2 (-6,4 a -4,0)	4,5 (3,3 a 5,6)	60,8
% de Gordura Corporal										
Equação 13	,917	,360	0,911 (0,850 a 0,948)	24	27	0,80 (0,64 a 0,97)	0,4 (-0,4 a 1,1)	-5,0 (-6,4 a -3,7)	5,8 (4,4 a 7,1)	80,4
Equação 14	,870	,513	0,862 (0,770 a 0,919)	21	30	0,68 (0,47 a 0,88)	-0,3 (-1,3 a 0,6)	-7,0 (-8,6 a -5,3)	6,4 (4,7 a 8,0)	74,5
Equação 15	,863	,580	0,856 (0,761 a 0,915)	17	34	0,58 (0,36 a 0,81)	-0,3 (-1,3 a 0,7)	-7,1 (-8,8 a -5,4)	6,6 (4,9 a 8,2)	72,5
Equação 16	,869	,965	0,869 (0,782 a 0,923)	24	27	0,64 (0,43 a 0,85)	0,0 (-1,0 a 1,0)	-6,7 (08,4 a -5,0)	6,8 (5,1 a 8,4)	64,7
Equação 17	,886	,670	0,871 (0,785 a 0,925)	15	36	0,66 (0,45 a 0,87)	0,2 (-0,7 a 1,1)	-6,1 (-7,7 a -4,6)	6,5 (5,0 a 8,1)	72,5
Equação 18	,817	,936	0,783 (0,648 a 0,870)	15	36	0,75 (0,56 a 0,93)	0,0 (-1,2 a 1,1)	-7,9 (-9,9 a -6,0)	7,8 (5,9 a 9,8)	76,5
Equação 19	,860	,956	0,837 (0,730 a 0,903)	16	35	0,71 (0,51 a 0,90)	0,0 (-1,0 a 1,0)	-7,0 (-8,8 a -5,3)	7,0 (5,2 a 8,7)	74,5
Equação 20	,824	,997	0,791 (0,661 a 0,875)	16	35	0,71 (0,51 a 0,90)	0,0 (-1,1 a 1,1)	-7,8 (-9,7 a -5,8)	7,6 (5,8 a 9,7)	78,4
Equação 21	,855	,969	0,834 (0,726 a 0,902)	20	31	0,80 (0,63 a 0,97)	0,0 (-1,0 a 1,0)	-7,1 (-8,9 a -5,4)	7,1 (5,3 a 8,8)	70,6
Equação 22	,840	,221	0,834 (0,727 a 0,901)	20	31	0,71 (0,52 a 0,91)	-0,7 (-1,7 a 0,4)	-8,1 (-9,9 a -6,2)	6,8 (4,9 a 8,6)	60,8
Equação 23	,855	,191	0,849 (0,750 a 0,911)	21	30	0,68 (0,47 a 0,88)	-0,7 (-1,7 a 0,3)	-7,7 (-9,5 a -6,0)	6,4 (4,6 a 8,1)	60,8
Equação 24	,782	,178	0,766 (0,624 a 0,859)	19	32	0,51 (0,27 a 0,75)	-0,8 (-2,0 a 0,4)	-9,3 (-11,4 a -7,2)	7,6 (5,6 a 9,7)	60,8

r: correlação de Pearson; CCI: coeficiente de correlação intraclass; 95% IC: intervalo de confiança; LoA: limits of agreement (limites de concordância); Inf: inferior; Sup: superior;

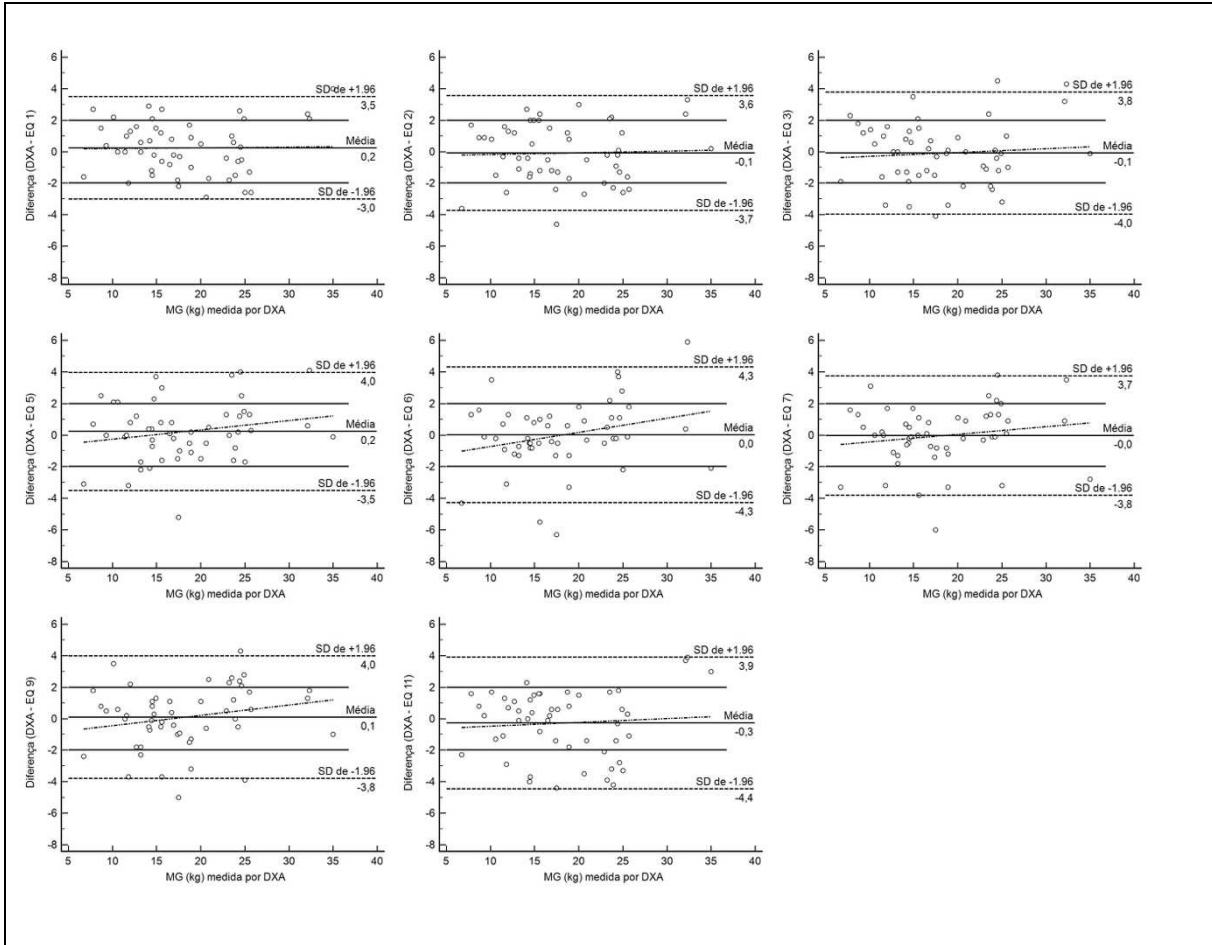


Figura 1. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição da MG (kg) que atenderam os critérios de validade.

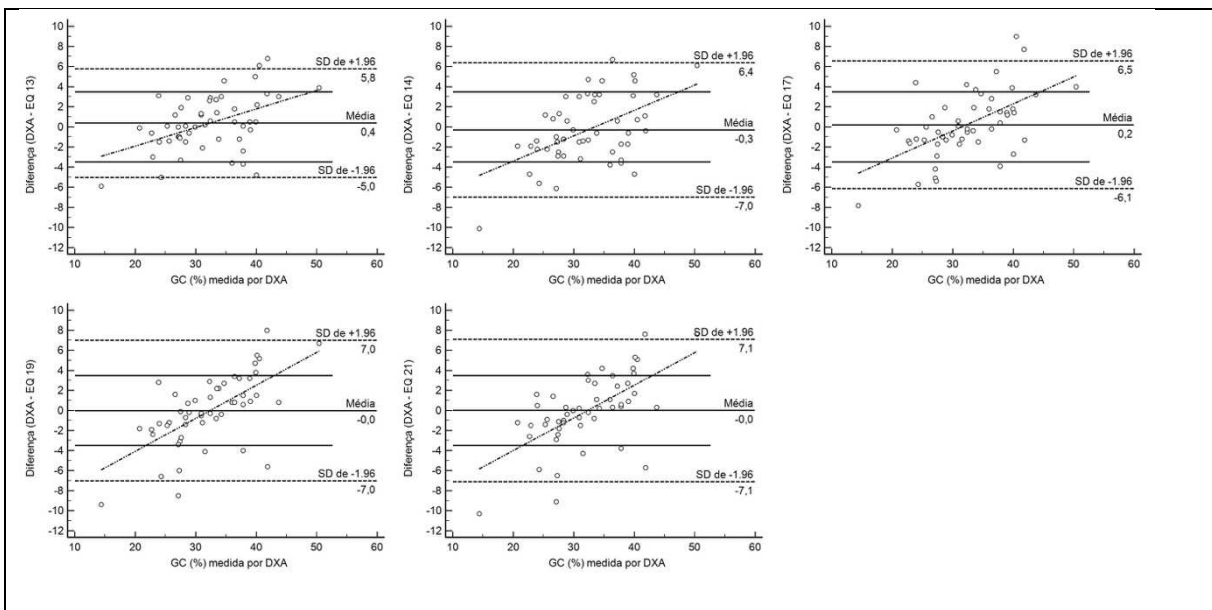


Figura 2. Gráficos de Bland-Altman para as equações de predição do %GC que atenderam os critérios de validade.

Tabela 4. Relação dos critérios estatísticos alcançados por cada equação.

Equação	> 68% dentro limite de erro	CCC Lin	Kappa
MG (tolerância 2,0 kg)			
Equação 1	OK	OK	OK
Equação 2	OK	OK	OK
Equação 3	OK	OK	OK
Equação 4	OK	OK	–
Equação 5	OK	OK	OK
Equação 6	OK	OK	OK
Equação 7	OK	OK	OK
Equação 8	–	OK	OK
Equação 9	OK	OK	OK
Equação 10	–	OK	–
Equação 11	OK	OK	OK
Equação 12	–	OK	–
%GC (tolerância 3,5%)			
Equação 13	OK	OK	OK
Equação 14	OK	OK	OK
Equação 15	OK	OK	–
Equação 16	–	OK	OK
Equação 17	OK	OK	OK
Equação 18	OK	–	OK
Equação 19	OK	OK	OK
Equação 20	OK	–	OK
Equação 21	OK	OK	OK
Equação 22	–	OK	OK
Equação 23	–	OK	OK
Equação 24	–	–	–

Equações válidas para predição da MG: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 e 11.

Equações válidas para predição do %GC: 13, 14, 17, 19 e 21.

Discussão

O objetivo do estudo foi desenvolver equações de predição da MG e %GC para adolescentes do sexo feminino. Foram desenvolvidas 24 equações utilizando diferentes combinações de medidas e 13 dessas equações atenderam os critérios de validade estabelecidos. As equações válidas incluem principalmente medidas de massa corporal, estatura, IMC e perímetro do abdômen, medidas simples e fáceis, tornando essas equações acessíveis e qualquer ambiente. A combinação de medidas de massa corporal, dobras cutâneas e perímetros apresentou os melhores resultados nos testes de concordância.

Análises estatísticas das equações

Em comparação com equações semelhantes com outros estudos sul-americanos em adolescentes do sexo feminino, as equações do presente estudo apresentaram menor EPE e maior R^2 que o observado com amostra de chilenas (Cossio-Bolaños et al., 2017) e brasileiras (Machado et al., 2017). Assim, as equações do presente estudo pode ser alternativas válidas para as estimativas de GC. As equações apresentadas na presente pesquisa tiveram resultados melhores para a predição da MG em comparação com o %GC, que são consistentes ao observado em outros estudos com adolescentes do sexo feminino (Fazah et al., 2010; Pietrobelli et al., 1998; Flavel et al., 2012).

Validação das equações

Das 13 equações válidas, sete (equações 5, 6, 7, 9, 17, 19 e 21) incluem somente medidas simples como massa corporal, estatura e perímetros, o que faz com que esse estudo seja convergente com outras pesquisas que propuseram equações para predição de GC utilizando medidas antropométricas simples como a massa corporal (Huang et al., 2003), massa corporal e perímetro do abdômen (Pallaro et al., 2011), massa corporal e estatura (Ellis et al., 1997) com capacidade preditiva próximo ou superior a 70%.

Nenhuma equação foi válida utilizando somente medidas de dobras cutâneas. Isso de certa forma surpreende, pois existem muitas equações propostas em outros países empregando somente dobras cutâneas, como por exemplo, em adolescentes australianas (Kagawa et al., 2009) ou japonesas (Watanabe et al., 1993). Uma equação utilizando o somatório de seis dobras cutâneas só foi válida com a inclusão da medida de massa corporal (equação 11). Outras cinco equações foram válidas combinando medidas de dobras cutâneas com massa corporal e/ou perímetros, que demonstra que a inclusão de diferentes grupos de medidas antropométricas melhora muito a predição da GC. Resultados nessa direção foram também observados nas equações de Machado et al. (2017) em adolescentes brasileiras e Stevens et al. (2014) em adolescentes do sexo feminino norte americanas.

Equações geradas que não atenderam os critérios de validade

Em 14 das 24 equações desenvolvidas estava presente pelo menos uma medida de dobra cutânea, mas apenas seis delas (1, 2, 3, 11, 13 e 14) foram válidas.

Apesar desse grupo de medidas ser muito frequente em equações antropométricas ou como medida isolada para avaliação do estado nutricional, no presente estudo essa capacidade preditiva não foi muito evidente, confirmando achados de estudos anteriores com adolescentes do sexo feminino (Huang et al., 2003; Dugdale e Griffiths, 1979). Por outro lado, as outras três equações não válidas (8, 18 e 20) foram baseadas na massa corporal, estatura ou IMC e com a simples inclusão do perímetro do abdômen, as equações tornaram-se válidas (equações 9, 19 e 21).

Esses achados reforçam as recomendações de Huang et al. (2003) sobre a importância de medidas mais simples como a massa corporal e perímetros (principalmente do abdômen) para predição da GC de adolescentes do sexo feminino.

Sugestão de novos estudos

Levando-se em consideração que equações desenvolvidas com amostras de um país podem ser válidas em amostras de outros países (Matín-Matillas et al., 2020), é sugerido a realização de estudos de validação das equações desenvolvidas, a fim de garantir a generalização para outras populações, ampliando as possibilidades de sua utilização e expandindo os benefícios de equações válidas, práticas e acessíveis para avaliação do estado nutricional. Mesmo considerando que a idade e maturação sexual tem influência na relação entre medidas antropométricas e GC, é interessante a realização de estudos que verifiquem sua validade em outras faixas etárias, especialmente em países da América Latina.

Pontos fortes

Foram desenvolvidos modelos de regressão a partir de diferentes combinações de medidas antropométricas, incluindo modelo com medidas simples de massa corporal e estatura. A considerar a população brasileira de adolescentes do sexo feminino entre 15 e 19 anos de aproximadamente 8 milhões de pessoas (IBGE, 2020) e prevalência de sobrepeso e obesidade nessa população estimada em 23,5% (Simões et al., 2018), as equações tem potencial de identificar cerca de 1,8 milhões de adolescentes brasileiras com estado nutricional inadequado por sobrepeso, representando importante contribuição para a saúde pública brasileira.

Limitações

A principal limitação do estudo foi a utilização da DXA como método de referência, que embora seja amplamente utilizado em pesquisas desse tipo (Machado et al., 2017; Kerruish et al., 2002), não são livres de crítica. O método indicado como “*gold standard*” é o modelo multicomponente, composto pela junção dos métodos de pesagem hidrostática ou pletismografia, DXA e diluição de isótopos, mas que como limitações o alto custo dos equipamentos e dos exames, o que o torna pouco prático e acessível, com apenas o estudo de Slaughter et al., (1988) sendo realizado para esse fim em crianças e adolescentes em décadas de estudo nessa área.

Implicações Práticas

Tendo em vista as limitações de acesso a instrumentos de alta qualidade como o DEXA em um país com as dimensões continentais do Brasil, e recursos econômicos escassos para a saúde pública, o presente estudo apresenta a possibilidade de se empregar duas equações extremamente simples para uso em: a) estudos de base populacional; b) em atendimento e acompanhamento médico ao público juvenil; c) em ambiente escolar, como forma de diagnóstico precoce de estado de excesso de peso. As equações propostas são para o cálculo da massa gorda MG (kg) = $-1,517+(0,494*MC)-(0,176*Est)+(0,278*Per\ Ab\ CI)$; enquanto que para o cálculo do %GC = $35,805+(0,256*MC)-(0,307*Est)+(0,426*Per\ Ab\ CI)$.

Conclusão

Foram desenvolvidas 24 equações e 13 dessas foram válidas para prever a MG e %GC. As equações apresentaram baixo erro e elevada capacidade de predição. Dentre os modelos desenvolvidos, recomenda-se aqueles que incluem medidas mais simples e práticas de serem mensuradas, sendo elas: MG (kg) = $-1,517+(0,494*MC)-(0,176*Est)+(0,278*Per\ Ab\ CI)$; %GC = $35,805+(0,256*MC)-(0,307*Est)+(0,426*Per\ Ab\ CI)$.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Campus Rio Pomba e ao Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais pelo apoio e disponibilização de recursos para a realização da pesquisa.

Referências:

1. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1986;1:307-310.
2. Bottaro MF, Heyward VH, Bezerra RFA, Vagner DR. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *J Exp Physiol* 2002;5:11–18.
3. Camarneiro JM, Júnior JS, Ciampo LAD, Navarro AM, Antonucci GA, Monteiro JP. Body composition estimatives by anthropometry, bioelectrical impedance and deuterium oxide dilution in obese adolescents. *Food and Nutrition Sciences*. 2013;4(10): 9-17.
4. Chan YL, Leung SS, Lam WW, Peng XH, Metreweli C. Body fat estimation in children by magnetic resonance imaging, bioelectrical impedance, skinfold and body mass index: a pilot study. *J Paediatr Child Health*. 1998;34(1):22-28.
5. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Sulla Torres J, Urrea Albornoz C, Gómez Campos R. Development of equations and proposed reference values to estimate body fat mass among Chilean children and adolescents. *Arch Argent Pediatr*. 2017;115:453-61.
6. Daniels SR, Houry PR, Morrison JA. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. *Am J Epidemiol*. 2000;152(12):1179-1184.
7. Doran DA, Mc Geever S, Collins KD, Quinn C, McElhone R, Scott M. The validity of commonly used adipose tissue body composition equations relative to dual energy X-ray absorptiometry (DXA) in gaelic games players. *Int J Sports Med*. 2014 Feb;35(2):95-100.
8. Dugdale AE, Griffiths M. Estimating fat body mass from anthropometric data. *Am J Clin Nutr*. 1979;32:2400–3.
9. Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr*. 1967;21(3):681-689.
10. Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW. Body composition of a young, multiethnic female population. *Am J Clin Nutr*. 1997;65:724–31.
11. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behav Res Methods*. 2009;41(4):1149-1160.
12. Fazah A, Jacob C, El-Hage R, Delamarche P, Moussa E. Body mass index and body fat in Lebanese female adolescents. *J Med Liban*. 2010;58(2):97-100.

13. Ferguson CJ. An effect size primer: A guide for clinicians and researchers. *Professional Psychology: Research and Practice*. 2009;40(5):532-538.
14. Field A. *Descobrimos a estatística utilizando o SPSS*. Porto Alegre: Artmed, 2009.
15. Flavel NA, Olds TS, Buckley JD, Haren MT, Petkov J. Anthropometric estimates of total and regional body fat in children aged 6-17 years. *Acta Paediatr* [Internet]. 2012;101:1253–9.
16. George D, Mallery P. *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. 16a edition. New York: Routledge, 2020.
17. Gonçalves EM, Silva AM, Matias CN, Lemos-Marini SH, Santos AO, Guerra-Júnior G. Estimation of percent body fat based on anthropometric measurements in children and adolescents with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Clin Nutr*. 2013;32(1):45-50.
18. González-Agüero A, Matute-Llorente Á, Gómez-Cabello A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Percentage of body fat in adolescents with Down syndrome: Estimation from skinfolds. *Disabil Health J*. 2017;10(1):100-104.
19. Huang TT-K, Watkins MP, Goran MI. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. *Obes Res*. 2003;11:1192-9.
20. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> Pesquisa realizada em 01 de outubro de 2020.
21. Jackson AS, Pollock ML. Practical Assessment of Body Composition. *Phys Sportsmed*. 1985 May;13(5):76-90.
22. Kagawa M, Byrne NM, King NA, Pal S, Hills AP. Ethnic differences in body composition and anthropometric characteristics in Australian Caucasian and urban Indigenous children. *Br J Nutr*. 2009;102:938–46.
23. Kerruish KP, O'Connor J, Humphries IR, et al. Body composition in adolescents with anorexia nervosa. *Am J Clin Nutr*. 2002;75(1):31-37.
24. Lee LW, Liao YS, Lu HK, Hsiao PL, Chen YY, Chi CC, Hsieh KC. Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS One*. 2017 Feb 3;12(2):e0171568.

25. Lima LRA, Martins PC, Junior CASA, Castro JAC, Silva DAS, Petroski EL. Are traditional body fat equations and anthropometry valid to estimate body fat in children and adolescents living with HIV?. *Braz J Infect Dis.* 2017;21(4):448-456.
26. Lohman TG, Caballero B, Himes JH, et al. Estimation of body fat from anthropometry and bioelectrical impedance in Native American children. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24(8):982-988.
27. Lozano-Berges G, Matute-Llorente Á, Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA. Accurate Prediction Equation to Assess Body Fat in Male and Female Adolescent Football Players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019 May 1;29(3):297-302.
28. Machado D, Silva A, Gobbo L, Elias P, de Paula FJA, Ramos N. Anthropometric multicompartamental model to predict body composition In Brazilian girls. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2017;9:23.
29. Martín-Matillas M, Mora-Gonzalez J, Migueles JH, Ubago-Guisado E, Gracia-Marco L, Ortega FB. Validity of Slaughter Equations and Bioelectrical Impedance Against Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Children. *Obesity (Silver Spring).* 2020 Apr;28(4):803-812.
30. Mukherjee D, Roche AF. The estimation of percent body fat, body density and total body fat by maximum R2 regression equations. *Hum Biol.* 1984;56(1):79-109.
31. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet.* 2017;16;390(10113):2627-2642.
32. Pallaro A, Vidueiros S, Morea G, Paganini A, Bardach A, Fernandez I, et al. Validation of body fat mass prediction models for Argentinian children using anthropometry. *Ann Nutr Metab.* 2011. p. 356–7.
33. Patterson P. The validity generalization of skinfolds as measures of body density. *Am J Hum Biol.* 1992;4(1):115-124.
34. Parízková J. Total body fat and skinfold thickness in children. *Metabolism.* 1961;10:794-807.
35. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr.* 1998;132(2):204-210.

36. Pons V, Riera J, Galilea PA, Drobic F, Banquells M, Ruiz O. Características antropométricas, composición corporal y somatotipo por deportes. Datos de referencia del CAR de San Cugat, 1989-2013. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 50(186), 65-72, 2015.
37. Ripka WL, Ulbricht L, Gewehr PM. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. *PLoS One*. 2017;12(9):e0184854.
38. Seltzer CC, Goldman RF, Mayer J. The triceps skinfold as a predictive measure of body density and body fat in obese adolescent girls. *Pediatrics*. 1965;36:212-218.
39. Silva AM, Fields DA, Sardinha LB. A PRISMA-driven systematic review of predictive equations for assessing fat and fat-free mass in healthy children and adolescents using multicomponent molecular models as the reference method. *J Obes*. 2013;2013:148696.
40. Silva VS, Vieira F. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) Global: international accreditation scheme of the competent anthropometrist. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2020, 22:e70517.
41. Simões CF, Lopes WA, Remor JM, Locateli JC, Lima FB, Santos TLC dos et al. Prevalence of weight excess in Brazilian children and adolescents: a systematic review. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum*. 2018; 20(4): 517-531.
42. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988;60(5):709-723.
43. Skinner AC, Perrin EM, Skelton JA. Prevalence of obesity and severe obesity in US children, 1999-2014. *Obesity (Silver Spring)* 2016;24(5):1116-23.
44. Stevens J, Ou F-S, Cai J, Heymsfield SB, Truesdale KP. Prediction of percent body fat measurements in Americans 8 years and older. *Int J Obes*. 2016;40:587-94.
45. Stewart AD, Marfell-Jones MJ, Olds T, De Ridder JH. International standards for anthropometric assessment. 2011.
46. Ulijaszek SJ, Kerr DA. Anthropometric measurement error and the assessment of nutritional status [published correction appears in *Br J Nutr* 2000 Jan;83(1):95]. *Br J Nutr*. 1999;82(3):165-177.
47. Vásquez F, Corvalán C, Gahagan S, Uauy R, Kain J. Predictive anthropometric models of total and truncal body fat in Chilean children [published online ahead of print, 2020 Mar 12]. *Nutrition*. 2020;77:110803.

48. Watanabe K, Nakadomo F, Tanaka K, Miyake M, Maeda K. Assessment of Body Composition by the Skinfold Thickness Method in Junior High School Boys and Girls. *Jpn J Phys Fitness Sports Med.* 1993;42:164–72.
49. Wells JC, Williams JE, Chomtho S, et al. Pediatric reference data for lean tissue properties: density and hydration from age 5 to 20 y. *Am J Clin Nutr.* 2010;91(3):610-618.
50. Wendel D, Weber D, Leonard MB, et al. Body composition estimation using skinfolds in children with and without health conditions affecting growth and body composition. *Ann Hum Biol.* 2017;44(2):108-120.
51. Wickramasinghe VP, Lamabadusuriya SP, Cleghorn GJ, Davies PSW. Assessment of body composition in Sri Lankan children: validation of a skin fold thickness equation. *Ceylon Medical Journal*, 53(3). (2008).
52. Withers RT, Whittingham NO, Norton KI, La Forgia J, Ellis MW, Crockett A. Relative body fat and anthropometric prediction of body density of female athletes [published correction appears in *Eur J Appl Physiol* 1987;56(5):615]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56(2):169-180.
53. Woolcott OO, Bergman RN. Relative Fat Mass (RFM) as a New Estimator of Whole-Body Fat Percentage – A Cross-Sectional Study in American Adult Individuals. *Sci Rep.* 2018 Jul 20;8(1):10980.

Material Suplementar

Quadro S1. Descrição das medidas antropométricas conforme padronizado pela ISAK.

Medidas básicas
<p>Massa corporal – com o mínimo de roupas, o sujeito fica no centro da balança, sem apoio e com o peso distribuído uniformemente nos dois pés.</p>
<p>Estatura – o método de estatura com extensão exige que o sujeito fique em pé, com os calcanhares unidos, e os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas em contato com a escala. A cabeça, quando posicionada no plano de Frankfort, não precisa tocar a escala. O antropometrista reorienta os polegares posteriormente na direção das orelhas do sujeito, suficientemente longe da linha da mandíbula do sujeito, para assegurar que a pressão para cima, quando aplicada, seja transferida através dos processos mastoides. O sujeito é, então, instruído a realizar e manter uma inspiração profunda; e, enquanto mantém a cabeça no plano de Frankfort, o avaliador aplica uma suave pressão para cima nos processos mastoides. O anotador manuseia o esquadro com firmeza e posiciona-o no Vertex do crânio, pressionando o cabelo o máximo possível. O anotador também ajuda a manter os calcanhares no chão e a posição da cabeça no plano de Frankfort. A medição é realizada antes que o sujeito expire.</p>
<p>Altura sentada – O sujeito senta-se em um banco antropométrico ou plataforma elevada. As mãos devem repousar sobre as coxas. O sujeito é instruído a realizar e manter uma inspiração profunda; e, enquanto mantém a cabeça no plano de Frankfort, o antropometrista aplica uma suave pressão para cima através dos processos mastoides. O anotador desloca o esquadro com firmeza e posiciona-o sobre o Vertex do crânio, pressionando o cabelo o máximo possível. Deve-se ter cuidado para evitar que o sujeito contraia os músculos glúteos ou empurre o banco com as pernas.</p>
<p>Envergadura – o sujeito fica em pé contra a parede, com os pés unidos, de frente para o antropometrista e com os cotovelos estendidos horizontalmente. Os calcanhares, glúteos e a parte superior das costas, assim como a parte posterior dos braços, ficam em contato com a parede. O sujeito inspira ao máximo, e os cotovelos são estendidos ao máximo. O anotador ajuda assegurando que seja mantido o contato entre o dactylion (ponta do dedo médio) e o canto da parede em toda a medição. O antropometrista assegura que os cotovelos permaneçam estendidos ao máximo e horizontalmente, observando o dactylion contralateral em contato com a lâmina do segmômetro (se utilizado) enquanto a leitura é realizada.</p>
Dobras Cutâneas
<p>Tríceps – marcado na face posterior do braço, na linha média, no nível do ponto acromiale-radiale médio marcado.</p>
<p>Subescapular – marcado 2 cm abaixo do ponto Subscapulare, ao longo de uma linha que se estende lateral e obliquamente em um ângulo de 45°.</p>
<p>Bíceps – marcado na face anterior do braço, na linha média, no nível do ponto acromiale-radiale médio marcado.</p>
<p>Crista ilíaca – imediatamente acima da marcação do ponto Iliocristale, o ponto mais superior da crista ilíaca.</p>

Supraespinal – o ponto resultante da intersecção de duas linhas: (1) a linha desde o local de marcação do Iliospinale até a margem axilar anterior e (2) a linha horizontal no nível do local de marcação do Iliocristal.
Abdominal – o ponto marcado 5 cm horizontalmente à direita do ponto médio do umbigo.
Coxa – o ponto médio de uma linha entre os pontos Patellare e Inguinal.
Perna Medial – o ponto na face mais medial da panturrilha no nível do perímetro máximo.
Perímetros
Cabeça – obtida no plano de Frankfort, imediatamente acima da Glabela e perpendicular ao eixo longitudinal da cabeça.
Pescoço – medida imediatamente superior à cartilagem tireóide (pomo de Adão) e perpendicular ao eixo longitudinal do pescoço.
Braço – medida ao nível do ponto acromiale-radiale médio, perpendicular ao eixo longitudinal do braço.
Braço flexionado e tensionado – perpendicular ao eixo longitudinal do braço no nível do maior volume do bíceps braquial contraído, quando o braço está elevado anteriormente e na horizontal.
Antebraço – medida na circunferência máxima do antebraço perpendicular ao seu eixo longitudinal, distal aos epicôndilos do úmero.
Punho – medida na circunferência mínima do punho perpendicular ao eixo longitudinal do antebraço, distal aos processos estiloides.
Tórax – medida perpendicular ao eixo longitudinal do tórax no nível do local do Mesosternale, o ponto médio do esterno no nível do centro da articulação da quarta costela com o esterno (articulação condroesternal).
Cintura – na região do abdômen em seu ponto mais estreito entre a margem costal inferior (10" costela) e a parte superior da crista ílaca, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco.
Quadril – na região glútea, no nível da sua maior protuberância posterior, perpendicular ao eixo longitudinal do tronco.
Coxa (1cm abaixo da dobra glútea) – medida a 1cm do local do sulco infraglúteo, perpendicular ao seu eixo longitudinal.
Coxa Média – no nível do local do trochanterion-tibiale laterale médio, perpendicular ao seu eixo longitudinal.
Perna – no nível do local da dobra da Perna Medial, perpendicular ao eixo longitudinal da coxa.
Tornozelo – menor medida da região superior do tornozelo até o maléolo medial, perpendicular ao eixo longitudinal da perna.
Alturas e comprimentos
Acromiale-radiale – representa o comprimento do braço. É a distância linear entre os pontos marcados Acromiale e Radiale.
Radiale-stylian – representa o comprimento do antebraço. É a distância linear entre o ponto marcados Radiale e Stylian.

Styilion médio-dactylion – r representa o comprimento da mão. É a distância linear entre o ponto marcados Midstyilion e Dactylion.
Altura lleoespinal – a distância vertical entre o local do Iliospinale e a superfície de apoio dos pés.
Altura Trocantérica – a distância vertical entre o local do Trochanterion e a superfície de apoio dos pés.
Trochanterion-tibiale laterale – representa o comprimento da coxa. A distância linear entre os locais do Trochanterion e do Tibiale laterale.
Tibiale laterale – representa o comprimento da perna. The height from the Tibiale laterale to the floor. A distância vertical entre o local do Tibiale laterale e a superfície de apoio dos pés.
Tibiale mediale-sphyrion tibiale – representa o comprimento da tíbia. A distância linear entre os locais do Tibiale mediale e do Sphyrion tibiale.
Diâmetros
Biacromial – a distância linear entre as faces mais laterais dos acrômios.
Abdomen anterior-posterior – a distância linear horizontal no plano sagital entre o ponto na superfície da pele do abdome imediatamente inferior ao umbigo, com o tronco ereto, e a correspondente face dorsal do tronco.
Biiliocristal – a distância linear entre os pontos mais laterais da crista íliaca.
Comprimento do pé – a distância linear entre os planos frontais do Pternion e do Akropodion.
Tórax Transverso – a medida do diâmetro do tórax quando o paquímetro está em um plano inclinado que inclui o Mesostemale e as hastes em ângulo de 30" para baixo em uma posição posterior.
Tórax Antero-posterior – a profundidade do tórax perpendicular ao seu eixo longitudinal no nível do Mesosternale.
Biepicondilar do Úmero – a distância linear entre a borda mais lateral do epicôndilo lateral do úmero e a borda mais medial do epicôndilo medial do úmero.
Biestilóide – a distância linear entre a face lateral do processo estiloide do rádio e a face medial do processo estiloide da ulna.
Biepicondilar do Fêmur – a distância linear entre a borda mais lateral do epicôndilo lateral do fêmur e a borda mais medial do epicôndilo medial do fêmur.

Quadro S2. Descrição de medidas antropométricas padronizadas por diferentes autores

Dobra cutânea do peito – uma dobra cutânea diagonal na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo nos homens e a um terço da distância entre a linha axilar anterior o mamilo nas mulheres (Jackson e Pollock, 1985).
Perímetro abdominal ao nível da crista íliaca – medida em um plano horizontal ao nível da borda mais lateral do ílio direito, estando o indivíduo de pé, ao final de uma expiração (Woolcott e Bergman, 2018).
Perímetro abdominal ao nível do umbigo – medida em um plano horizontal ao nível do umbigo (Mukherjee e Roche, 1984).

Quadro S3. Correlações de medidas antropométricas com a MG e %GC em meninas

Medida	MG	Medida	%GC
r ≥ 0,5		r ≥ 0,5	
PE Abdômen ao nível da crista ilíaca (cm)	,921**	DC Supraespinal (mm)	,825**
BA Massa Corporal (kg)	,920**	PE Coxa proximal (cm)	,806**
PE Abdômen ao nível do umbigo (cm)	,917**	PE Abdômen ao nível do umbigo (cm)	,802**
PE Cintura (cm)	,911**	PE Abdômen ao nível da crista ilíaca (cm)	,801**
PE Quadril (cm)	,910**	DC Perna (mm)	,797**
PE Braço relaxado (cm)	,903**	PE Braço relaxado (cm)	,793**
PE Coxa proximal (cm)	,899**	PE Quadril (cm)	,788**
PE Coxa média (cm)	,875**	DC Tríceps (mm)	,782**
DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	,864**	PE Coxa média (cm)	,774**
PE Braço contraído (cm)	,854**	PE Cintura (cm)	,772**
PE Tórax (cm)	,851**	DC Coxa (mm)	,770**
DC Supraespinal (mm)	,848**	DI Ântero-posterior do abdômen (cm)	,749**
DC Subescapular (mm)	,807**	DC Bíceps (mm)	,748**
PE Perna (cm)	,799**	BA Massa Corporal (kg)	,733**
DC Tríceps (mm)	,789**	DC Subescapular (mm)	,730**
PE Antebraço (cm)	,769**	DC Abdominal (mm)	,730**
DC Perna (mm)	,767**	PE Braço contraído (cm)	,717**
DC Coxa (mm)	,764**	PE Tórax (cm)	,690**
DC Bíceps (mm)	,740**	DC Crista ilíaca (mm)	,686**
DC Crista ilíaca (mm)	,725**	PE Perna (cm)	,658**
PE Pescoço (cm)	,720**	DC Peito (mm)	,653**
DC Abdominal (mm)	,716**	PE Antebraço (cm)	,604**
DC Peito (mm)	,644**	PE Pescoço (cm)	,542**
DI Tórax ântero-posterior (cm)	,622**	DI Tórax ântero-posterior (cm)	,508**
DI Bilíaco (cm)	,613**	r < 0,5	
PE Punho (cm)	,606**	PE Tornozelo (cm)	,478**
PE Tornozelo (cm)	,606**	DI Tórax transverso (cm)	,440**
DI Tórax transverso (cm)	,594**	DI Bilíaco (cm)	,437**
DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	,535**	PE Punho (cm)	,416**
r < 0,5		DI Biepicondiliano do fêmur (cm)	,371**
DI Biacromial (cm)	,388**	DI Biacromial (cm)	,247**
DI Biepicondiliano do úmero (cm)	,384**	PE Cabeça (cm)	,245**
PE Cabeça (cm)	,365**	DI Biepicondiliano do úmero (cm)	,179*
Pé (cm)	,295**	Pé (cm)	,141*
A Trocânter (cm)	,275**	C Tíbia (cm)	,133
C Tíbia (cm)	,259**	C Fêmur (cm)	,119
C Braço (cm)	,258**	A Trocânter (cm)	,118
A Tíbia (cm)	,248**	A Tíbia (cm)	,099
C Fêmur (cm)	,240**	C Braço (cm)	,095
BA Envergadura (mm)	,223**	C Antebraço (cm)	,073
A Espinha ilíaca (cm)	,217**	A Espinha ilíaca (cm)	,048
BA Estatura (cm)	,205**	BA Altura Sentada (cm)	,033
C Antebraço (cm)	,202**	BA Envergadura (mm)	,029
BA Altura Sentada (cm)	,193**	BA Estatura (cm)	,017
C Mão (cm)	,190**	C Mão (cm)	,008
DI Biestilóide (cm)	,138*	DI Biestilóide (cm)	-,055

BA – básica; DC – dobra cutânea; PE – perímetro; C – comprimento; A – altura; DI – diâmetro; GC – gordura corporal; MG – massa de gordura. * p < 0,05; ** p < 0,01.

7. CONCLUSÃO GERAL

A base para o desenvolvimento dessa pesquisa está centrada no entendimento da relação de medidas antropométricas com a GC em adolescentes e a partir dessa compreensão, como as medidas antropométricas podem ser utilizadas como previsores para predição da GC de forma prática e precisa. Os conhecimentos produzidos podem ser utilizados na área de saúde pública, nutrição, crescimento e desenvolvimento, aptidão física e saúde e desempenho esportivo.

Para uma compreensão geral, inicialmente foi realizado um estudo de revisão de escopo que mapeou e identificou as lacunas no conhecimento sobre equações antropométricas para predição da GC de crianças e adolescentes. Esse estudo apresentou o “estado da arte” do conhecimento nessa área de pesquisa. A partir dessa compreensão foi elaborado um desenho de pesquisa para contribuir com a construção do conhecimento da área, avançando especialmente nas limitações metodológicas identificadas.

Na sequência do estudo, o artigo original 1 verificou a relação de um grande número de medidas antropométricas (45) com a MG e %GC medidos por um método de referência (DXA) em adolescentes. A partir desses resultados foi possível identificar a força da relação das medidas antropométricas e quais apresentam maior potencial como previsores da GC. Essas informações serviram de base para selecionar as medidas antropométricas, baseando-se em análises estatísticas, como previsores para a GC, de forma específica por sexo e para a MG e %GC.

Aproveitando o mapeamento de equações da revisão de escopo, o artigo original 2 selecionou algumas que atendiam as especificidades de característica da amostra do presente estudo, publicadas recentemente ou há algumas décadas, a fim de verificar a validade. Esse artigo apresentou originalidade, pois algumas equações, incluindo as desenvolvidas com amostras de brasileiros, ainda não haviam sido validadas. Uma vez que as equações não se mostraram válidas, os resultados apontaram a necessidade de proposição de equações para essa população.

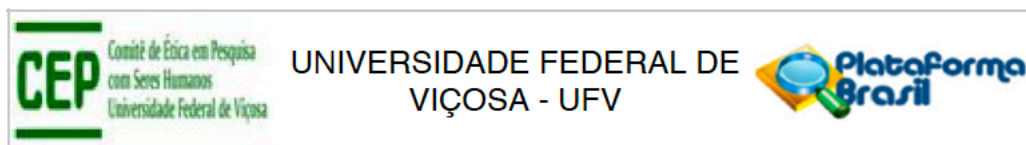
Os artigos originais 3 e 4, baseando nas informações obtidas nos artigos anteriores, ao identificar as lacunas do conhecimento da área, as medidas antropométricas com melhor relação com a GC e apropriando-se dos critérios estatísticos bem estabelecidos no artigo de validade, desenvolveu e validou equações antropométricas simples e práticas para estimativa da MG e %GC em adolescentes

do sexo masculino e feminino. Em adolescentes brasileiros aparentemente saudáveis, não foi encontrado equações para meninas para predição do %GC, e todas as equações para ambos os sexos incluem medidas de dobras cutâneas, que necessitam equipamento nem sempre disponível em muitos ambientes, como escolas. A proposição de equações avança no conhecimento da área, apresentando como originalidade a proposição de diversas equações para a MG e %GC para cada sexo, incluindo equações a partir de medidas simples, como massa corporal, estatura e perímetros corporais. As equações propostas tornam a mensuração da GC acessível em qualquer ambiente, possibilitando o uso tanto na prática clínica quanto em estudos populacionais e epidemiológicos.

Para os meninos, dentre as diversas equações desenvolvidas e validadas, é indicada como mais prática para predição da MG (kg) a seguinte: são indicadas: $MG (kg) = -57,430 + (0,640 * \text{perímetro do abdômen}) - (0,174 * \text{massa corporal}) + (0,561 * \text{perímetro da coxa proximal})$; e para predição do %GC = $-29,019 - (0,129 * \text{massa corporal}) + (0,586 * \text{perímetro do abdômen}) + (0,796 * \text{dobra cutânea do tríceps})$. Para as meninas, as seguintes equações: $MG (kg) = -1,517 + (0,494 * \text{Massa corporal}) - (0,176 * \text{Estatura}) + (0,278 * \text{Perímetro do abdômen})$; $\%GC = 35,805 + (0,256 * \text{Massa corporal}) - (0,307 * \text{Estatura}) + (0,426 * \text{Perímetro do abdômen})$.

Como sugestão de pesquisas futuras, é indicado a realização com estrutura semelhante à deste estudo em outras faixas etárias, desde o mapeamento de equações por meio de revisão de escopo para identificar as lacunas do conhecimento até a proposição de equações simples e práticas. Outra sugestão é de verificação da validade das equações propostas no presente estudo em outras amostras e populações.

ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO ANTROPOMÉTRICO PARA ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ADOLESCENTES E JOVENS ADULTOS

Pesquisador: JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 99311418.0.0000.5153

Instituição Proponente:

Patrocinador Principal: Universidade Federal de Viçosa

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.957.046

Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à Área Temática: Ciências da Saúde

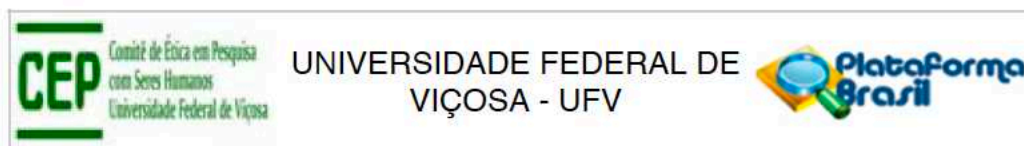
Conforme resumo apresentado no formulário online da Plataforma: Equações para estimativa da gordura corporal a partir de medidas antropométricas devem ser validadas a partir de um método padrão-ouro e ser específica para uma população. No Brasil, equações desenvolvidas para crianças e adolescentes não abrangem todas as faixas etárias e apresentam limitações metodológicas que podem comprometer sua validade externa. Dessa forma, o objetivo do presente estudo é verificar a validade de equações antropométricas e propor uma equação para adolescentes. Métodos: serão avaliados 400 indivíduos entre 15 e 19 anos (200 de cada sexo) estudantes do ensino médio de duas escolas de Viçosa – MG. Serão mensuradas 42 medidas antropométricas seguindo as padronizações propostas pela ISAK. A DXA será utilizada como método padrão-ouro para validação das equações. Dois terços da amostra será utilizado para o desenvolvimento das equações e um terço para validação cruzada das equações.

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com os pesquisadores,

Objetivo primário: Desenvolver e validar uma equação de regressão usando a idade, sexo, maturação óssea ou pico de velocidade de crescimento e medidas antropométricas para estimativa

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos de ambos os sexos.

Objetivo secundário:

- 1) Verificar a validade de métodos antropométricos desenvolvidos para a avaliação da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos de ambos os sexos, utilizando a DXA como método de referência.
- 2) Identificar padrões de acúmulo regional de gordura corporal por meio da DXA e propor uma forma de classificação desses padrões, estabelecendo pontos de corte.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os pesquisadores apresentam no formulário online da Plataforma os seguintes Riscos:

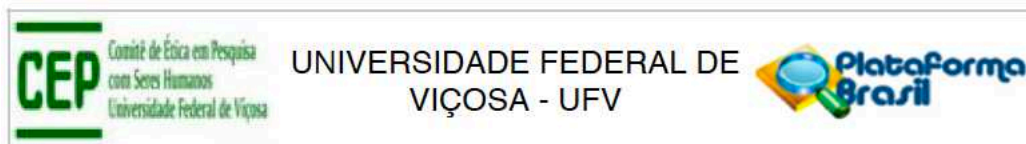
As medidas antropométricas, apresentarem um baixo risco físico ao avaliado. O compasso de dobra cutânea pode provocar em pessoas de cor clara um vermelhão, que logo desaparece naturalmente. Pessoas sensíveis podem sentir a compressão das hastes do compasso, porém sem risco de hematomas. O processo antropométrico também pode gerar algum tipo de constrangimento pela exposição do corpo. Caso isto ocorra, o voluntário tem a liberdade de não se submeter a tal condição. A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica será realizada em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, que serão treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa. O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, não havendo desconfortos previstos nos exames.

e os seguintes Benefícios:

O voluntário irá receber um relatório com os resultados das suas medidas antropométricas e gordura corporal por um método preciso, o que permite um diagnóstico do seu estado nutricional. Caso o estado nutricional seja diagnosticado dentro das faixas de risco à saúde, ele receberá informações sobre mudanças no estilo de vida que promovam a saúde e reduzam os fatores de risco. Em caso do estado nutricional apresentar risco elevado

será fornecido encaminhamento para um profissional específico para acompanhamento. A instituição de ensino receberá os resultados globais da pesquisa, com um diagnóstico da situação encontrada no grupo de alunos. A produção do conhecimento científico a partir dos dados obtidos podem gerar novos métodos de avaliação da composição corporal que poderão ser adotados tanto em estudos populacionais, quanto na prática clínica de forma a identificar de forma mais precisa o

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

estado nutricional em jovens adultos.

Avaliação: Os riscos e os benefícios estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos baseados na Resolução 466/12 do CNS

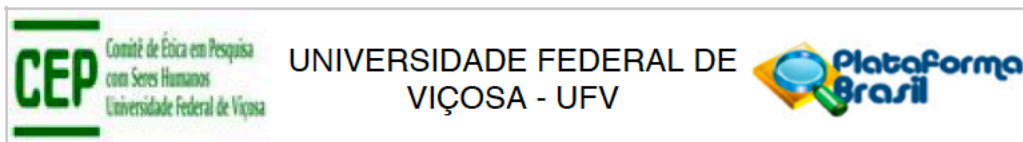
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores propõe desenvolver e validar uma equação de regressão usando a idade, sexo, maturação óssea ou pico de velocidade de crescimento e medidas antropométricas para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos de ambos os sexos, para isso pretendem realizar um estudo do tipo transversal com 600 estudantes (300 de cada sexo) com idade entre 15 e 30 anos, saudáveis e selecionados por meio de amostragem aleatória simples originários de três escolas públicas, duas no município de Viçosa e outro de Rio Pomba todas em MG (jovens adolescentes), além de estudantes da UFV (jovens adultos). Inicialmente será realizado um estudo piloto em uma sub-amostra da pesquisa para calcular o ETM, visando identificar nos avaliadores as medidas com maior % de erro e corrigir as técnicas de medidas dos avaliadores que apresentarem erro elevado. Desta forma o estudo constará de três etapas: (1) Recrutamento dos voluntários; (2) Levantamento antropométrico; (3) Composição corporal pelo DXA. O levantamento antropométrico será realizado por meio do perfil completo de acordo com o padrão proposto pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2011). Esse perfil consta de 42 medidas divididas em: massa corporal, estatura, altura sentado envergadura, circunferências corporais, dobras cutâneas e alturas corporais e diâmetros ósseos, feito em sala reservada no Laboratório de Performance Humana, por Educadores Físicos treinados para tal função. As medidas de composição corporal pelo método referência serão determinadas por DXA, que apresenta duração média de sete minutos. Os testes serão realizados por um técnico habilitado em radiologia médica utilizando um densitômetro (GE Healthcare®, Lunar Prodigy Advance DXA System, versão do software: 13,31). Para garantir a qualidade das mensurações, o equipamento será calibrado diariamente, conforme as especificações do fabricante. As avaliações com DXA serão realizadas na Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. Após a finalização da coleta, os dados serão digitados no programa Avaesporte® (Esporte Sistemas, MG – Brasil) onde cada avaliado terá acesso aos próprios dados com resultados das mensurações e com um relatório elaborado explicando cada resultado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Considerações sobre os documentos apresentados pelo pesquisador:

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes	
Bairro: Campus Universitário	CEP: 36.570-900
UF: MG	Município: VICOSA
Telefone: (31)3899-2492	E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

Os termos de apresentação obrigatória estão de acordo com as recomendações sobre pesquisas com seres humanos baseados na Resolução 466/12 do CNS

Recomendações:

Quando da coleta de dados, o TCLE deve ser elaborado em duas vias, rubricado em todas as suas páginas e assinado, ao seu término, pelo convidado a participar da pesquisa ou responsável legal, bem como pelo pesquisador responsável, ou pessoa(s) por ele delegada(s), devendo todas as assinaturas constar na mesma folha.

Não é necessário apresentar os TCLEs assinados ao CEP/UFV. Uma via deve ser mantida em arquivo pelo pesquisador e a outra é do participante da pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

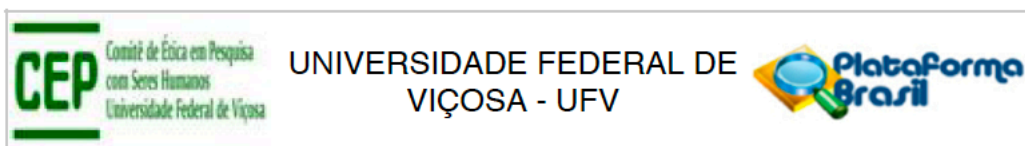
Ao término da pesquisa é necessário apresentar, via notificação, o Relatório Final (modelo disponível no site www.cep.ufv.br). Após ser emitido o Parecer Consubstanciado de aprovação do Relatório Final, deve ser encaminhado, via notificação, o Comunicado de Término dos Estudos para encerramento de todo o protocolo na Plataforma Brasil.

Projeto aprovado autorizando o início da coleta de dados com os seres humanos a partir da data de emissão deste parecer.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1219775.pdf	20/09/2018 15:58:02		Aceito
Folha de Rosto	FOLHAROSTO.pdf	20/09/2018 15:57:22	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	INFRAESTRURURA.pdf	20/09/2018 06:41:51	JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AutorizacaoUFV.pdf	17/09/2018 11:41:26	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e	ESCOLA3RioPomba.pdf	17/09/2018 11:41:08	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 2.957.046

Infraestrutura	ESCOLA3RioPomba.pdf	17/09/2018 11:41:08	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ESCOLA2Effie.pdf	17/09/2018 11:40:14	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ESCOLA1COLUNI.pdf	17/09/2018 11:38:49	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Outros	ANEXO5.pdf	17/09/2018 11:37:05	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Outros	ANEXO4.pdf	17/09/2018 11:36:42	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE3.pdf	17/09/2018 11:35:20	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf	17/09/2018 11:35:01	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1.pdf	17/09/2018 11:34:45	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODR.pdf	17/09/2018 11:25:11	JOAO CARLOS BOUZAS MARINS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

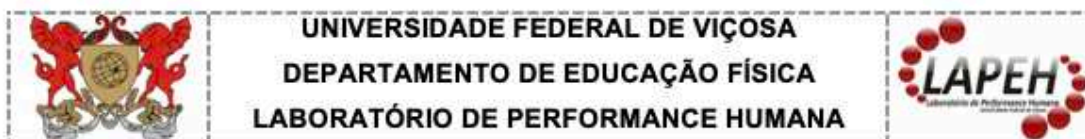
Não

VICOSA, 11 de Outubro de 2018

Assinado por:
HELEN HERMANA MIRANDA HERMSDORFF
(Coordenador(a))

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-900
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – voluntários maiores de idade



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos

Pesquisador responsável: Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Departamento de Educação Física – UFV Tel.: 31 3899-2076 – jcbouzas@ufv.br

Equipe de trabalho: Matheus Santos Cerqueira

Departamento de Educação Física – UFV Tel.: 22 98808-0868 mscerqueira.if@gmail.com

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos**. O propósito da pesquisa é determinar sua composição corporal, por métodos antropométricos (medidas corporais), por um método por imagem (DXA). Essa pesquisa é importante para conhecer o padrão de medidas corporais de adolescentes e jovens adultos brasileiros e propor métodos antropométricos para medir a gordura corporal que sejam baseados em indivíduos da nossa população.

Sua participação neste estudo é **MUITO IMPORTANTE**, mas a decisão de participar é **VOLUNTÁRIA**, o que significa que você terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar de participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento, sem acarretar qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador.

Garantimos que será mantida a **CONFIDENCIALIDADE** das informações e o **ANONIMATO**. Ou seja, meu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral dessa investigação, prof. João Carlos Bouzas Marins.

A dinâmica do estudo que será submetido corresponderá à mensuração de medidas corporais, como estatura, peso corporal, circunferências e medidas ósseas com duração de aproximadamente 60 minutos. Os dados serão coletados no ambiente escolar ou no Laboratório de Performance Humana da UFV, em uma sala reservada, estando somente o avaliado, o avaliador e um auxiliar. Posteriormente, na Divisão de Saúde da UFV, será realizado um exame de imagem chamado DXA para avaliar a quantidade de gordura e massa óssea do corpo, para identificar qual a quantidade de cada um desses componentes tem no corpo. Compreender a quantidade desses componentes é importante para o desenvolvimento de vida saudável. Este último exame é realizado em um tempo não superior a sete minutos. Ao concluir todas as etapas, você receberá, caso solicite, um relatório individual contendo as informações obtidas com a avaliação, bem como orientações sobre caso seja observado problemas relacionados ao baixo peso ou peso excessivo.

Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

Como benefícios da sua participação, você irá receber um relatório com os resultados das suas medidas antropométricas e gordura corporal por um método preciso, o que permite um diagnóstico do seu estado nutricional. Caso o estado nutricional seja diagnosticado dentro das faixas de risco à saúde, você receberá informações sobre mudanças no estilo de vida que promovam a saúde e reduzam os fatores de risco. Em caso de estado nutricional apresentar risco elevado será fornecido encaminhamento para um profissional específico para acompanhamento. A instituição de ensino receberá os resultados globais da pesquisa, com um diagnóstico da situação

encontrada no grupo de alunos. A produção do conhecimento científico a partir dos dados obtidos podem gerar novos métodos de avaliação da composição corporal que poderão ser adotados tanto em estudos populacionais, quanto na prática clínica de forma a identificar de forma mais precisa o estado nutricional em jovens adultos.

Quanto aos riscos de participação do estudo, as medidas antropométricas, apesar de não apresentarem riscos físicos ao avaliado, podem gerar algum tipo de constrangimento pela exposição do corpo. Caso isto ocorra, você tem a liberdade de não se submeter a tal condição. A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica será realizada em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, que serão treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa. O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, não havendo desconfortos previstos nos exames.

Em caso de dúvida o senhor poderá entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P. H. Hofls| s/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH), pelo telefone (31) 3899-2076 ou no e-mail: jcbouzas@ufv.br.

Para que possamos manter contato posteriormente, enviando informações sobre seus resultados, solicitamos, caso tenha interesse, o preenchimento dos seguintes dados:

Não tenho interesse de receber os resultados. Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: _____ Data de nascimento: ____/____/____

Sexo: _____ Nacionalidade: _____ Telefone: (____) _____

e-mail: _____ Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: ____ CEP: _____

Eu....., declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto aos objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar a participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar a exclusão posteriormente. Também fui esclarecido de todas as dúvidas e sei que este projeto busca seguir integralmente a legislação brasileira com seres humanos, lei 466/12. Consinto por minha livre e espontânea vontade participar nesta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Para dúvida ou queixa sobre os aspectos éticos deste estudo poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Prédio Arthur Bernardes, pelo e-mail cep@ufv.br, pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) 3899 2492.

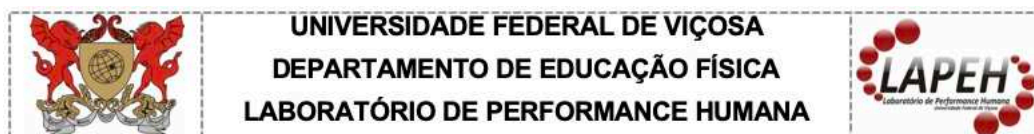
Matheus Santos Cerqueira
(Doutorando em Educação Física da UFV)

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins
(Coordenador do Projeto)

(Assinatura do voluntário)

Viçosa, ____ de _____ de 2019.

**ANEXO C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – autorização pelos pais
ou responsáveis**



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO: RESPONSÁVEL

TÍTULO DO PROJETO: Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos

Pesquisador responsável: Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Departamento de Educação Física – UFV. Tel.: 31 3899-2076 – jcbouzas@ufv.br

Equipe de Trabalho: Matheus Santos Cerqueira

Departamento de Educação Física – UFV. Tel.: 22 98808-0868 – mscerqueira.if@gmail.com

O(A) participante sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos**. O propósito da pesquisa é determinar a composição corporal do(a) voluntário(a), por quem sou responsável, por métodos antropométricos (medidas corporais) e por um método por imagem (DXA). Essa pesquisa é importante para conhecer o padrão de medidas corporais de adolescentes e jovens adultos brasileiros e propor métodos antropométricos para medir a gordura corporal que sejam baseados em indivíduos da nossa população.

A participação neste estudo do(a) voluntário(a) sob sua responsabilidade é importante, mas a decisão de participar é VOLUNTÁRIA, o que significa que você terá o direito de decidir se autoriza ou não a participação, ou mesmo recusar a participação em alguma parte do estudo em especial. Também poderá retirar a autorização para participação do estudo em qualquer momento, sem acarretar qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador.

Garantimos que será mantida a CONFIDENCIALIDADE das informações e o ANONIMATO. Ou seja, o nome do(a) voluntário(a) por quem é responsável não será mencionado em qualquer hipótese, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral dessa investigação, prof. João Carlos Bouzas Marins.

A dinâmica do estudo que o(a) voluntário(a) sob sua responsabilidade será submetido corresponderá à mensuração de medidas corporais, como estatura, peso corporal, circunferências e medidas ósseas com duração de aproximadamente 60 minutos. Os dados serão coletados no ambiente escolar ou no Laboratório de Performance Humana da UFV, em uma sala reservada, estando somente o avaliado, o avaliador e um auxiliar. Posteriormente, na Divisão de Saúde da UFV o(a) voluntário(a) fará um exame de imagem chamado DXA para avaliar a quantidade de gordura e massa óssea do corpo, para identificar qual a quantidade de cada um desses componentes tem no corpo. Compreender a quantidade desses componentes é importante para o desenvolvimento de vida saudável. Estes dois últimos exames são realizados em um tempo não superior aos sete minutos cada um. Ao concluir todas as etapas, você receberá, caso solicite neste formulário, um relatório individual contendo as informações obtidas com a avaliação, bem como orientações sobre caso seja observado que o(a) voluntário (a) sob sua responsabilidade possua problemas relacionados ao baixo peso ou peso excessivo.

Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

Como benefícios da participação, o(a) voluntário(a) irá receber um relatório com os resultados das suas medidas antropométricas e gordura corporal por um método preciso, o que permite um diagnóstico do seu estado nutricional. Caso o estado nutricional seja diagnosticado dentro das faixas de risco à saúde, o(a) voluntário(a) receberá informações sobre mudanças no

estilo de vida que promovam a saúde e reduzam os fatores de risco. A instituição de ensino envolvida receberá os resultados globais da pesquisa, com um diagnóstico da situação do grupo de alunos. A produção do conhecimento científico a partir dos dados obtidos podem gerar novos métodos de avaliação da composição corporal que poderão ser adotados tanto em estudos populacionais, quanto na prática clínica para identificar de forma mais precisa o estado nutricional de adolescentes.

Quanto aos riscos de participação do estudo, as medidas antropométricas, apesar de não apresentarem riscos físicos aos avaliados, podem gerar algum tipo de constrangimento pela exposição do corpo. Caso isto ocorra o(a) voluntário(a) tem a liberdade de não se submeter a tal condição. A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica será realizada em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, que serão treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa. O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, e que não há desconfortos nas avaliações.

Em caso de dúvida o senhor poderá entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P. H. Hoff, s/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH), pelo telefone (31) 3899-2076 ou no e-mail: jcbouzas@ufv.br

Para que possamos manter contato posteriormente, mandando informações sobre os resultados, gostaríamos caso tenha interesse em preencher os seguintes dados:

Não tenho interesse de receber os resultados. Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: _____ Data de nascimento: ___/___/_____

Sexo: _____ Nacionalidade: _____ Telefone: (____) _____

e-mail: _____ Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: ___ CEP: _____

Eu....., declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto aos objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de retirar a autorização de participação parcial do estudo do(a) voluntário(a) sob minha responsabilidade, ou mesmo solicitar a sua exclusão posteriormente. Também fui esclarecido de todas as dúvidas sei que este projeto busca seguir integralmente a legislação brasileira com seres humanos, lei 466/12. Consinto por minha livre e espontânea vontade que o(a) voluntário(a) sob minha responsabilidade participe desta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Para dúvida ou queixa sobre os aspectos éticos deste estudo poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Prédio Arthur Bernardes, pelo e-mail cep@ufv.br, pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) 3899 2492.

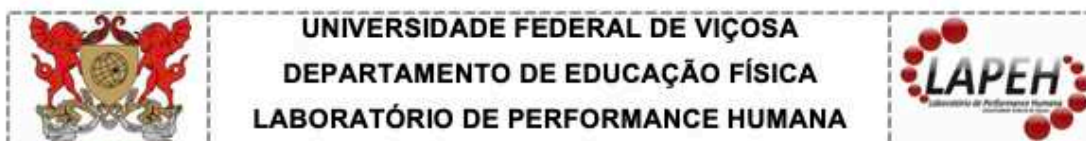
Matheus Santos Cerqueira
(Doutorando em Educação Física da UFV)

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins
(Assinatura do pesquisador responsável)

(Assinatura do responsável)

Viçosa, _____ de _____ de 2019.

ANEXO D – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos

Pesquisador responsável: Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Departamento de Educação Física – UFV Tel.: 31 3899-2076 – jcbouzas@ufv.br

Equipe de trabalho: Matheus Santos Cerqueira

Departamento de Educação Física – UFV Tel.: 22 98808-0868 mscerqueira.if@gmail.com

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa **Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e jovens adultos**. O propósito da pesquisa é determinar sua composição corporal, por métodos antropométricos (medidas corporais), por um método por imagem (DXA). Essa pesquisa é importante para conhecer o padrão de medidas corporais de adolescentes e jovens adultos brasileiros e propor métodos antropométricos para medir a gordura corporal que sejam baseados em indivíduos da nossa população.

Sua participação neste estudo é **MUITO IMPORTANTE**, mas a decisão de participar é **VOLUNTÁRIA**, o que significa que você terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar de participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento, sem acarretar qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador.

Garantimos que será mantida a **CONFIDENCIALIDADE** das informações e o **ANONIMATO**. Ou seja, seu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral dessa investigação, prof. João Carlos Bouzas Marins.

A dinâmica do estudo que será submetido corresponderá à mensuração de medidas corporais, como estatura, peso corporal, circunferências e medidas ósseas com duração de aproximadamente 60 minutos. Os dados serão coletados no ambiente escolar ou no Laboratório de Performance Humana da UFV, em uma sala reservada, estando somente o avaliado, o avaliador e um auxiliar. Posteriormente, na Divisão de Saúde da UFV, será realizado um exame de imagem chamado DXA para avaliar a quantidade de gordura e massa óssea do corpo, para identificar qual a quantidade de cada um desses componentes tem no corpo. Compreender a quantidade desses componentes é importante para o desenvolvimento de vida saudável. Este último exame é realizado em um tempo não superior a sete minutos. Ao concluir todas as etapas, você receberá, caso solicite, um relatório individual contendo as informações obtidas com a avaliação, bem como orientações sobre caso seja observado problemas relacionados ao baixo peso ou peso excessivo.

Para participar deste estudo, seu responsável legal deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

Como benefícios de sua participação, você irá receber um relatório com os resultados das suas medidas antropométricas e gordura corporal por um método preciso, o que permite um diagnóstico do seu estado nutricional. Caso o estado nutricional seja diagnosticado dentro das faixas de risco à saúde, você receberá informações sobre mudanças no estilo de vida que promovam a saúde e reduzam os fatores de risco. A instituição de ensino receberá os resultados globais da pesquisa, com um diagnóstico da situação encontrada no grupo de alunos. A produção

do conhecimento científico a partir dos dados obtidos podem gerar novos métodos de avaliação da composição corporal que poderão ser adotados tanto em estudos populacionais, quanto na prática clínica de forma a identificar de forma mais precisa o estado nutricional em jovens adultos.

Quanto aos riscos de participação do estudo, as medidas antropométricas, apesar de não apresentarem riscos físicos ao avaliado, podem gerar algum tipo de constrangimento pela exposição do corpo. Caso isto ocorra, você tem a liberdade de não se submeter a tal condição. A fim de minimizar qualquer problema de constrangimento, a avaliação antropométrica será realizada em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e um auxiliar, que serão treinados para trabalhar de forma discreta e respeitosa. O exame de imagem por DXA emite radiação, porém em doses mínimas e aceitáveis, não havendo desconfortos previstos nos exames.

Em caso de dúvida você ou o responsável poderão entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P. H. Hofls, s/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH), pelo telefone (31) 3899-2076 ou no e-mail: jcbouzas@ufv.br.

Para que possamos manter contato posteriormente, enviando informações sobre seus resultados, solicitamos, caso tenha interesse, o preenchimento dos seguintes dados:

Não tenho interesse de receber os resultados. Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: _____ Data de nascimento: ____/____/____

Sexo: _____ Nacionalidade: _____ Telefone: () _____

e-mail: _____ Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: ____ CEP: _____

Eu....., declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto aos objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar a participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar a exclusão posteriormente. Também fui esclarecido de todas as dúvidas e sei que este projeto busca seguir integralmente a legislação brasileira com seres humanos, lei 466/12. Consinto por minha livre e espontânea vontade participar nesta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Para dúvida ou queixa sobre os aspectos éticos deste estudo poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Prédio Arthur Bernardes, pelo e-mail cep@ufv.br, pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) 3899 2492.

Matheus Santos Cerqueira
(Doutorando em Educação Física da UFV)

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins
(Coordenador do Projeto)

(Assinatura do voluntário)

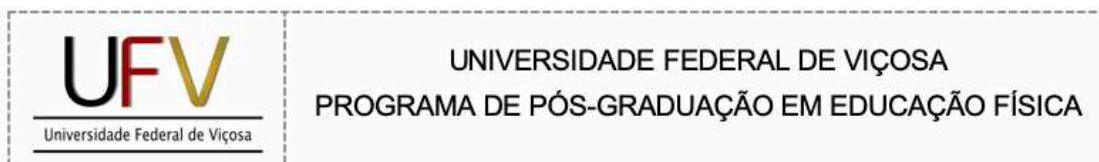
Viçosa, ____ de _____ de 2019.

ANEXO E – Ficha para coleta de Medidas antropométricas

Ficha de Medidas Antropométricas

Nome: _____ Sexo: _____ Instituição: _____ Série: _____ Turma: _____
 Faz uso de algum medicamento regularmente? () Sim; () Não. Qual? _____ Está grávida? () Sim; () Não.
 Avaliador/Anotador: _____ Data de nascimento: ____/____/____ Data: ____/____/____

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 1	Medida 2	Medida 3
Medidas Básicas						
Massa Corporal				Perímetros		
Estatura				Quadril		
Altura Sentado				Coxa proximal		
Envergadura				Coxa Média		
				Panturrilha		
				Tornozelo		
Dobras Cutâneas						
Tríceps				Comprimentos e Alturas Corporais		
Subescapular				Acromiale-radiale		
Bíceps				Radiale-styilion		
Crista Iliaca				Midstyilion-dactyilion		
Supra espinhal				Altura Iliospinale		
Abdominal				Altura Trochanterion		
Coxa				Trochanterion-tibiale laterale		
Perna				Altura Tibiale laterale		
Peitoral				Tibiale mediale-sphyrion tibiale		
Perímetros						
Diâmetros ósseos						
Cabeça				Biacromial		
Pescoço				Abdomen Antero-Posterior		
Braço relaxado				Biiliocristal		
Braço flexionado e contraído				Comprimento do pé		
Antebraço				Peito transverso		
Punho				Peito Antero-Posterior		
Peito				Biepicondiliano do Úmero		
Cintura				Bi-estilóide		
Abdômen (umbigo)				Biepicondiliano do Fêmur		
Abdômen (crista iliaca)						

ANEXO F – Carta convite às escolas para participação na pesquisa

Eu, Matheus Santos Cerqueira, estudante do Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, objetivando realizar um estudo para identificar o perfil antropométrico e composição corporal de estudantes da Colégio Nossa Senhora do Carmo, juntamente com meu orientador Professor Dr. João Carlos Bouzas Marins, solicitamos a autorização da direção geral para a realização da pesquisa intitulada "DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MÉTODO ANTROPOMÉTRICO PARA ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ADOLESCENTES E JOVENS ADULTOS".

Eu, _____, diretor(a) da instituição supracitada, portadora de RG nº _____, estou ciente das informações recebidas e de acordo com a coleta de dados da pesquisa e que certa que não haverá nenhum risco causado pela liberação do estudo. Ainda, estou consciente de que os resultados serão usados apenas para fins científicos, não havendo nenhuma despesa ou gratificação para participação da referida pesquisa, e de que terei acesso aos resultados publicados em periódicos científicos.

Diretor(a) do Colégio Nossa Senhora do Carmo

Matheus Santos Cerqueira
Pesquisador

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins
Orientador

ANEXO G – Relatório entregue aos voluntários da pesquisa



Universidade Federal de Viçosa
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Projeto de Pesquisa: Desenvolvimento e validação
 de um método antropométrico para estimativa da
 gordura corporal de adolescentes e adultos jovens.



COORDENADOR DA PESQUISA: Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Tel.: 31 3899-2076 – jcbouzas@ufv.br

EQUIPE DE TRABALHO: Matheus Santos Cerqueira – aluno de doutorado

Tel.: 22 98808-0868 – mserqueira.if@gmail.com

Relatório de Avaliação antropométrica e composição corporal

Avaliado:

Data da Avaliação: 10/12/2018

Medidas Básicas

Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	Altura Sentado (cm)	Envergadura (cm)
173,4	56,50	88,7	187,9

Dobras Cutâneas (mm)

Tríceps	Subescapular	Bíceps	Crista Iliaca	Sup. espinhal	Abdômen	Coxa	Perna	Peitoral
6,5	8,0	13,5	8,0	5,0	10,0	9,5	5,0	3,5

Perímetros (cm)

Cabeça	Pescoço	Braço	Contraído	Antebraço	Punho	Peito	Abdômen	Cintura
57,4	32,9	23,2	24,8	24,8	14,5	85,7	69,4	67,2
Quadril	Coxa Proximal		Coxa Média		Perna	Tornozelo		
87,0	51,0		46,6		32,8	21,0		

Comprimentos e alturas (cm)

Comp. Braço	Comprimento Antebraço	Comp. Mão	Altura Ileoespinal	Altura Trocântérica	Comp. Fêmur	Altura Tibial	Comprimento Tíbia
33,1	25,0	19,0	98,8	92,5	45,5	46,6	39,4

Diâmetros (cm)

Biacromial	Antero-Post. Abdômen	Bi-ilíaco	Comprimento Pé	Transverso Tórax	A-P Tórax	Diâmetro Úmero	Diâmetro Punho	Diam. Fêmur
39,7	17,7	25,0	25,3	25,9	19,4	6,9	5,2	9,0



Universidade Federal de Viçosa
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Projeto de Pesquisa: Desenvolvimento e validação de um método antropométrico para estimativa da gordura corporal de adolescentes e adultos jovens.



Avaliação do estado nutricional

Circunferência abdominal: (avalia o nível de obesidade na região abdominal e seu risco à saúde)	69,4	< 88 cm	– Baixo Risco
		88 a 101,4 cm	– Risco Nível I
		≥ 101,5 cm	– Risco Nível II

Você apresenta baixo risco de doenças associadas ao excesso de gordura abdominal. Tenha comportamentos de vida saudáveis, como praticar exercícios físicos e alimentação equilibrada visando a manutenção da boa saúde.

Índice de Massa Corporal (IMC): é calculado a partir do peso (massa corporal) dividido pela altura (estatura) elevada ao quadrado. Avalia o estado nutricional do avaliado.

Índice de Massa Livre de Gordura (IMLG): De forma semelhante ao IMC, porém dividindo apenas a MLG (kg) pela estatura ao quadrado. Avalia o nível de massa muscular do indivíduo relativo à sua estatura.

Índice de Massa de Gordura (IMG): De forma semelhante ao IMC, porém dividindo apenas a MG (kg) pela estatura ao quadrado. Avalia o nível de gordura do indivíduo relativo à sua estatura.

Resultados

IMC (kg/m²)	18,8	IMLG (kg/m²)	16,7	IMG (kg/m²)	2,1
-------------------------------	------	--------------------------------	------	-------------------------------	-----

Tabela de classificação do IMC, IMLG e IMG

	Baixo Peso	Normal	Sobrepeso	Obesidade
Categoria do IMC (kg/m ²)	≤ 18,5	18,5 – 24,9	25 – 29,9	≥ 30
Categoria do IMLG (kg/m ²)	Baixo	Normal	Alto	Muito alto
Categoria do IMG (kg/m ²)	≤ 14,3	14,4 – 19,2	19,3 – 22,4	≥ 22,5
	≤ 2,7	2,8 – 6,8	6,9 – 12,8	≥ 12,9

IMC:	Sua massa corporal relativa à sua estatura está dentro de uma faixa adequada.
IMLG:	Sua massa muscular relativa à sua estatura está dentro de uma faixa adequada.
IMG:	Você apresenta baixa gordura corporal relativo à sua estatura.



Universidade Federal de Viçosa
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Projeto de Pesquisa: Desenvolvimento e validação
 de um método antropométrico para estimativa da
 gordura corporal de adolescentes e adultos jovens.



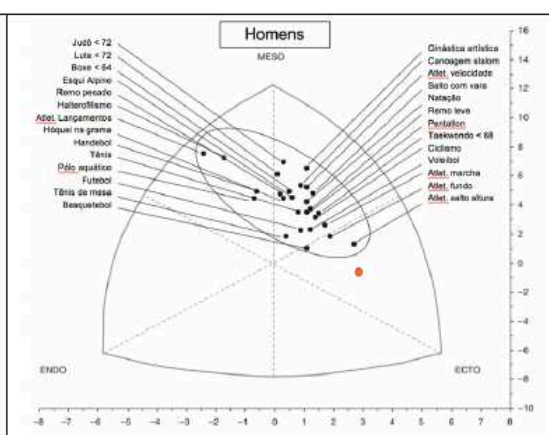
Somatotipo

Somatotipo é uma forma de classificação do biotipo corporal, quantificando a forma e composição atual do corpo humano. Está expressado por meio de três componentes: Endomorfo (representa a adiposidade relativa), Mesomorfo (representa a magnitude muscular relativa) e Ectomorfo (representa a linearidade relativa ou magreza de um físico).

Endomorfia															
1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Baixa adiposidade relativa pouca gordura subcutânea; contornos musculares e ósseos visíveis.				Moderada adiposidade relativa a gordura subcutânea cobre os contornos musculares e ósseos; aparência mais branda.				Alta adiposidade relativa; gordura subcutânea abundante; redondeza no tronco e extremidades; maior acúmulo de gordura no abdômen.				Extremadamente alta adiposidade relativa; gordura subcutânea muito abundante; grandes quantidades de gordura abdominal no tronco; concentração proximal de gordura em extremidades.			
Mesomorfia															
1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Baixo desenvolvimento muscular relativo; diâmetros ósseos pequenos; baixo volume muscular; pequenas articulações das extremidades.				Moderado desenvolvimento muscular relativo; maior volume muscular, ossos e articulações de maiores dimensões.				Alto desenvolvimento muscular relativo; diâmetros ósseos grandes; músculos de grande volume; articulações grandes.				Extremadamente alto desenvolvimento muscular relativo; músculos muito volumosos; esqueleto e articulações muito grandes.			
Ectomorfia															
1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
Linearidade relativa grande volume por unidade de altura; "redondo" como uma "bola"; extremidades relativamente volumosas.				Linearidade relativa moderada; menos volume por unidade de altura; mais estirado.				Linearidade relativa elevada; pouco volume por unidade de altura.				Linearidade relativa extremamente alta; muito estirado; fino como um lápis; volume mínimo por unidade de altura.			

Componente	Resultado	Classificação
Endomorfia	1,8	Baixo
Mesomorfia	2,9	Moderado
Ectomorfia	4,5	Moderado

* Sua posição (bola vermelha) em comparação com atletas de diferentes modalidades.





Universidade Federal de Viçosa
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Projeto de Pesquisa: Desenvolvimento e validação
 de um método antropométrico para estimativa da
 gordura corporal de adolescentes e adultos jovens.



Universidade Federal de Viçosa
 Pro Reitoria de Assuntos Comunitários, Divisão de Saúde
DXA Morphometry Report: quinta-feira, 10 de outubro de 2019

Dr (a),

O Paciente realizou o exame de morfometria em 10/12/2018 no densitômetro Lunar Prodigy Advance DXA System (analysis version: 13.31) fabricado por GE Healthcare. Abaixo segue o resultado de nossa análise.

BIOGRAFIA DO PACIENTE:

Nome:
 Paciente ID: (não especificado) Data de Nascimento: 10/12/2018 Altura: 173,4 cm
 Sexo: Masculino Data do Exame: 10/12/2018 Peso: 56,5 kg
 Indicações: Fraturas: Tratamentos:

RESULTADOS:

Imagem	Região	BMC g	Massa de Gordura	Massa de Tecido	Massa livre Gordura	Massa Magra	Massa Total	Taxa de Magreza	Tecido % Gordura	Região % Gordura
	Tonco	705,3 g	2.970 g	25.120 g	22.856 g	22.150 g	25,83 kg	85,8%	11,8%	11,5%
	Tronco Direito	364,3 g	1.479 g	12.510 g	11.395 g	11.030 g	12,87 kg	85,7%	11,8%	11,5%
	Tronco Esquerdo	340,9 g	1.491 g	12.611 g	11.461 g	11.120 g	12,95 kg	85,9%	11,8%	11,5%
	Braços	340,4 g	396 g	5.949 g	5.893 g	5.553 g	6,29 kg	88,3%	6,7%	6,3%
	Braço Direito	171,9 g	201 g	2.943 g	2.976 g	2.804 g	3,18 kg	88,3%	6,7%	6,3%
	Braço Esquerdo	168,5 g	195 g	3.005 g	2.917 g	2.749 g	3,11 kg	88,3%	6,6%	6,3%
	Pernas	937,2 g	3.112 g	19.056 g	16.881 g	15.943 g	19,99 kg	79,7%	16,3%	15,6%
	Perna Direita	473,1 g	1.567 g	9.599 g	8.505 g	8.032 g	10,07 kg	79,7%	16,3%	15,6%
	Perna Esquerda	464,1 g	1.546 g	9.457 g	8.505 g	7.911 g	9,92 kg	79,7%	16,3%	15,6%
	Androide	48,6 g	335 g	3.302 g	3.015 g	2.966 g	3,35 kg	88,5%	10,2%	10,0%
	Ginoide	237,3 g	1.837 g	8.951 g	7.351 g	7.114 g	9,19 kg	77,4%	20,5%	20,0%
	Direito Total	1.251,5 g	3.421 g	26.993 g	24.824 g	23.573 g	28,24 kg	83,5%	12,7%	12,1%
	Esquerdo Total	1.222,8 g	3.427 g	27.134 g	24.929 g	23.707 g	28,36 kg	83,6%	12,6%	12,1%
Corpo Total	2.474,3 g	6.848 g	54.127 g	49.754 g	47.279 g	56,60 kg	83,5%	12,7%	12,1%	

O índice T-Score é calculado em relação a indivíduos jovens normais do mesmo sexo, peso e etnia do(a) paciente. Considerando-se a BMD e o desvio padrão, a pontuação de T é de N/D

O índice Z-Score é calculado em relação a indivíduos da mesma idade, sexo, peso e etnia. Em relações aos dados do paciente a pontuação é de Z-score = -0,3.

A massa corporal total é de 56,60 kg e encontra-se assim distribuída :

Tecido Gorduroso = 6.848 g (12,1%)

Tecido magro = 47.279 g

Tecido ósseo = 2.474,3 g

Tabela de Classificação da gordura corporal de acordo com o sexo em adolescentes.

Classificação	Meninos	Meninas
Muito Baixo	< 6%	< 12%
Baixo	6% a 10%	12% a 15%
Ótimo	> 10% a 20%	> 15% a 25%
Moderadamente alto	> 20% a 25%	> 25% a 30%
Alto	> 25% a 31%	> 30% a 35%
Muito alto	> 31%	> 35%

ANEXO H – Relatório do exame de composição corporal por DXA

Universidade Federal de Vicosa
Pro Reitoria de Assuntos Comunitarios, Divisao de Saude
DXA Morphometry Report: quinta-feira, 10 de outubro de 2019

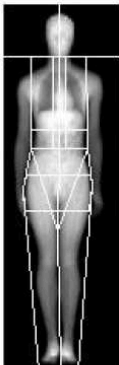
Dr (a).

O Paciente realizou o exame de morfometria em 10/12/2018 no densitômetro **Lunar Prodigy Advance DXA System** (analysis version: 13.31) fabricado por **GE Healthcare**. Abaixo segue o resultado de nossa análise.

BIOGRAFIA DO PACIENTE:

Nome:
Paciente ID: (não especificado) **Data de Nascimento:** **Altura:** 173,4 cm
Sexo: Masculino **Data do Exame:** 10/12/2018 **Peso:** 56,5 kg
Indicações: **Fraturas:** **Tratamentos:**

RESULTADOS:

Imagem	Região	BMC g	Massa de Gordura	Massa de Tecido	Massa livre Gordura	Massa Magra	Massa Total	Taxa de Magreza	Tecido % Gordura	Região % Gordura
	Tonco	705,3 g	2.970 g	25.120 g	22.856 g	22.150 g	25,83 kg	85,8%	11,8%	11,5%
	Tronco Direito	364,3 g	1.479 g	12.510 g	11.395 g	11.030 g	12,87 kg	85,7%	11,8%	11,5%
	Tronco Esquerdo	340,9 g	1.491 g	12.611 g	11.461 g	11.120 g	12,95 kg	85,9%	11,8%	11,5%
	Braços	340,4 g	396 g	5.949 g	5.893 g	5.553 g	6,29 kg	88,3%	6,7%	6,3%
	Braço Direito	171,9 g	201 g	2.943 g	2.976 g	2.804 g	3,18 kg	88,3%	6,7%	6,3%
	Braço Esquerdo	168,5 g	195 g	3.005 g	2.917 g	2.749 g	3,11 kg	88,3%	6,6%	6,3%
	Pernas	937,2 g	3.112 g	19.056 g	16.881 g	15.943 g	19,99 kg	79,7%	16,3%	15,6%
	Perna Direita	473,1 g	1.567 g	9.599 g	8.505 g	8.032 g	10,07 kg	79,7%	16,3%	15,6%
	Perna Esquerda	464,1 g	1.546 g	9.457 g	8.505 g	7.911 g	9,92 kg	79,7%	16,3%	15,6%
	Androide	48,6 g	335 g	3.302 g	3.015 g	2.966 g	3,35 kg	88,5%	10,2%	10,0%
	Ginoide	237,3 g	1.837 g	8.951 g	7.351 g	7.114 g	9,19 kg	77,4%	20,5%	20,0%
	Direito Total	1.251,5 g	3.421 g	26.993 g	24.824 g	23.573 g	28,24 kg	83,5%	12,7%	12,1%
	Esquerdo Total	1.222,8 g	3.427 g	27.134 g	24.929 g	23.707 g	28,36 kg	83,6%	12,6%	12,1%
	Corpo Total	2.474,3 g	6.848 g	54.127 g	49.754 g	47.279 g	56,60 kg	83,5%	12,7%	12,1%

O índice T-Score é calculado em relação a indivíduos jovens normais do mesmo sexo, peso e etnia do(a) paciente. Considerando-se a BMD e o desvio padrão, a pontuação de T é de N/D

O índice Z-Score é calculado em relação a indivíduos da mesma idade, sexo, peso e etnia. Em relações aos dados do paciente a pontuação é de Z-score = -0,3.

A massa corporal total é de 56,60 kg e encontra-se assim distribuída :

Tecido Gorduroso = 6.848 g (12,1%)

Tecido magro = 47.279 g

Tecido ósseo = 2.474,3 g

ANEXO I – Publicação realizada durante o período do doutorado relacionada à área de pesquisa

REVIEW



Validity of the Body Adiposity Index in Predicting Body Fat in Adults: A Systematic Review

Matheus Santos Cerqueira,^{1,2} Carolina Araújo dos Santos,³ Diego Augusto Santos Silva,⁴ Paulo Roberto dos Santos Amorim,² João Carlos Bouzas Marins,² and Sylvia do Carmo Castro Franceschini³

¹Academic Department of Education, Federal Institute for Education, Sciences, and Technology Southeast of Minas Gerais, Rio Pomba, Minas Gerais, Brazil; Departments of ²Physical Education and ³Nutrition and Health, Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil; and ⁴Department of Physical Education, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

ABSTRACT

The Body Adiposity Index (BAI) is a practical anthropometric method used to measure body fat (BF) percentage (BF%). Recently developed, the validity and precision of BAI has been studied with adult samples of men and women, populations from different countries and ethnicities, varying amounts of BF, and sensitivity to detecting change over time. However, it is still necessary to determine its potential use in clinical practice and epidemiologic studies. Thus, our objective was to verify, through a systematic review, the validity of the BAI in predicting BF% in adults. Two independent researchers performed a search using PubMed, Web of Science, Science Direct, and Scopus databases. In order to be included, the studies had to use dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) as a reference method. We excluded studies with samples from individuals with diseases or syndromes that alter the regional distribution of BF%. We included 19 studies with samples on individuals from different continents, varied ethnicities, both sexes, and a wide age range (18–83 y). The concordance of the BAI with DXA assessed by Lin's concordance correlation coefficient showed results classified as poor ($p_c < 0.90$). Bland-Altman plots showed that the BAI produced large individual errors when predicting BF% in all studies using this analysis. The studies were consistent in affirming that the BAI showed limited capacity to estimate BF% in adults. The BAI shows wide individual errors, in agreement with the reference method, and a lack of sensitivity in detecting change in BF% over time. The method presents a systematic error of BF% overestimation in individuals with $\leq 20\%$ of BF, and underestimation in individuals with $> 30\%$ of BF, regardless of sex, age, and ethnicity. The results of this systematic review show enough evidence that the BAI does not present satisfying results, and its use is not recommended for BF% determination in adults. *Adv Nutr* 2018;9:617–624.

Keywords: aged, male, female, body composition, anthropometry, DXA

Introduction

In 2011, an index based on anthropometric measures was proposed for assessing body fat (BF) percentage (BF%) in adults (1). The method, called the Body Adiposity Index (BAI), uses hip circumference and stature measurements in a simple mathematical equation [BAI = hip circumference (cm)/height (m)^{1.5} – 18], and has proven to be practical, easy, fast, and low cost. The advantages of the method make it an interesting alternative to laboratory methods for evaluating body composition in epidemiologic studies or clinical practice, especially for identifying overweight or obesity in individuals, which is currently one of the most serious public health problems in the world. It is also worth noting that, in a short period of time, an article entitled

“A better index of body adiposity” became the subject of a number of studies aiming to assess the validity of this method (2–5).

Although it has been validated in a sample of adults, the BAI has already been used in children and adolescents (6, 7). As a method of BF% evaluation, its ability to predict cardiovascular disease risk factors and metabolic syndrome has been verified in Chinese adults (8–10). The method was also used in individuals diagnosed with diseases and with some type of syndrome, such as familial partial lipodystrophy (11), HIV (12), amyotrophic lateral sclerosis (13), chronic kidney disease (14), and Down syndrome (15).

The method was developed with the use of a sample of Mexican Americans and validated in African Americans. According to the ethnicity of the sample, the authors believed that the method could be extrapolated to populations in Central and South America (1). They also reported evidence that the BAI might be useful in whites. However, the authors

The authors reported no funding received for this work.
 Author disclosures: MSC, CAoS, DAAS, PAdSA, JCBM, and SdCCF, no conflicts of interest.
 Address correspondence to MSC (e-mail: msquerqueira.if@gmail.com).
 Abbreviations used: BAI, Body Adiposity Index; BF, body fat; BF%, body fat percentage.

TABLE 1 Description of the PIRO¹

Component	Description
Population	Adults
Index	BAI
Reference	DXA
Outcome	Validity in the prediction of body fat percentage

¹BAI, Body Adiposity Index; PIRO, population, index test, reference standard, outcomes.

emphasized the need to study the validity of the method in these ethnic groups as well as in Asians, in order to verify its generalizability. Thus, 7 y after its publication and with >100 published articles related to the method, there is enough evidence to confirm or reject the initial hypotheses of the authors.

Within this context it becomes of interest to know the ability of the method to predict BF%. Therefore, the objective of this study was to verify, through a systematic review, the validity of the BAI in predicting BF in adults and in people of different ethnicities by using DXA as the reference method. At this time, to our knowledge, this is the first systematic review involving this method.

Methods

For the development of this work, we followed the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) methodology (16). The acronym PIRO (“P” = population; “I” = index test; “R” = reference standard; “O” = outcomes) was used to describe the inclusion criteria (Table 1), as indicated for diagnostic research questions (17).

The inclusion criteria were defined to follow the same procedures used for the BAI proposal (1): adult samples and DXA as the reference method. Another criterion for inclusion was that the statistical analysis should have a concordance method. We excluded studies with samples from individuals diagnosed with diseases or some type of syndrome that alters the regional distribution of BF, such as those diagnosed with HIV/AIDS, lipodystrophy, or Down syndrome.

Search strategy

Four databases—PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), Web of Science (www.webofknowledge.com/), Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>), and Science Direct (<https://www.sciencedirect.com>)—were consulted until January 2018. The following keywords were applied in combination: “body adiposity index” AND (DXA OR DEXA OR Dual-Energy X-Ray Absorptiometry). In addition, the reference lists of the selected articles were analyzed (reverse search) to make the search as complete as possible.

After the definition of keywords and databases to be researched, 2 researchers independently searched for these, starting the screening by reading the title and abstract and selecting articles with potential relevance to compose the research. The selected articles were finally screened by a complete reading to verify if they met all of the inclusion criteria. After finalizing the selection of articles

to be included, the searches were compared by a third reviewer to determine any inconsistencies. We assessed the methodologic quality of the selected articles by using the Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies tool (18).

Results

Study selection

The initial search in the 4 databases totaled 162 articles. After the exclusion of duplicate articles, the screening was performed as shown in Figure 1 (19). The methodologic quality of the articles showed few cases of high risk of bias or applicability. Among 7 items assessed, 5 presented >75% low risk and in the 2 items that had a lower percentage (Flow and Reference Pattern), this was caused by lack of information, which led to classification of the items as “unclear” (Figure 2).

Sample characteristics

Of the 19 selected studies, 8 had samples of only women and 11 included both sexes, totaling 5967 men and 10,942 women (Table 2). There were identified studies conducted in South (Brazil and Colombia), Central (Costa Rica) and North (United States and Canada) America, Europe (Norway and Poland), and Asia (China) involving Latin Americans, Asians, African descendants, and whites. The sample profile included athletes, healthy individuals, individuals with overweight and obesity, and pre- and postmenopausal women.

Statistical results

From the selected studies, the results of the total sample and/or stratified by sex or ethnicity are presented, totaling 40 analyses (Table 2). The statistical difference between the means of BF% determined by DXA and estimated by BAI was tested in 20 analyses, and only 2 analyses showed no significant difference. The correlation coefficient is a measure of association between 2 variables, in which zero (value) indicates no linear relation between the variables and value 1 or -1 indicates a perfect relation between them. Correlation coefficients were calculated in 36 analyses, in which the r values varied between 0.28 and 0.86, of which only 5 analyses had an $r \geq 0.80$. Lin’s concordance correlation coefficient evaluates the agreement between 2 results from the same sample by measuring the variation from the 45° line through the origin (the concordance line). The closer to the line, the more perfect the agreement between the methods and the result is closer to 1. Lin’s concordance correlation coefficient was performed in 15 analyses and they were all classified as poor ($p_c \geq 0.90$), according to the McBride (34) classification. The Bland-Altman technique is used when intending to evaluate the agreement between 2 methods that are proposed to measure the same item, presenting limits of agreement that may or not be clinically acceptable. When the limit of agreement is very large, it represents poor agreement among the methods. Analyses showed a mean difference between 0.3 and 9.2 BF%, with concordance limits being cited in 15

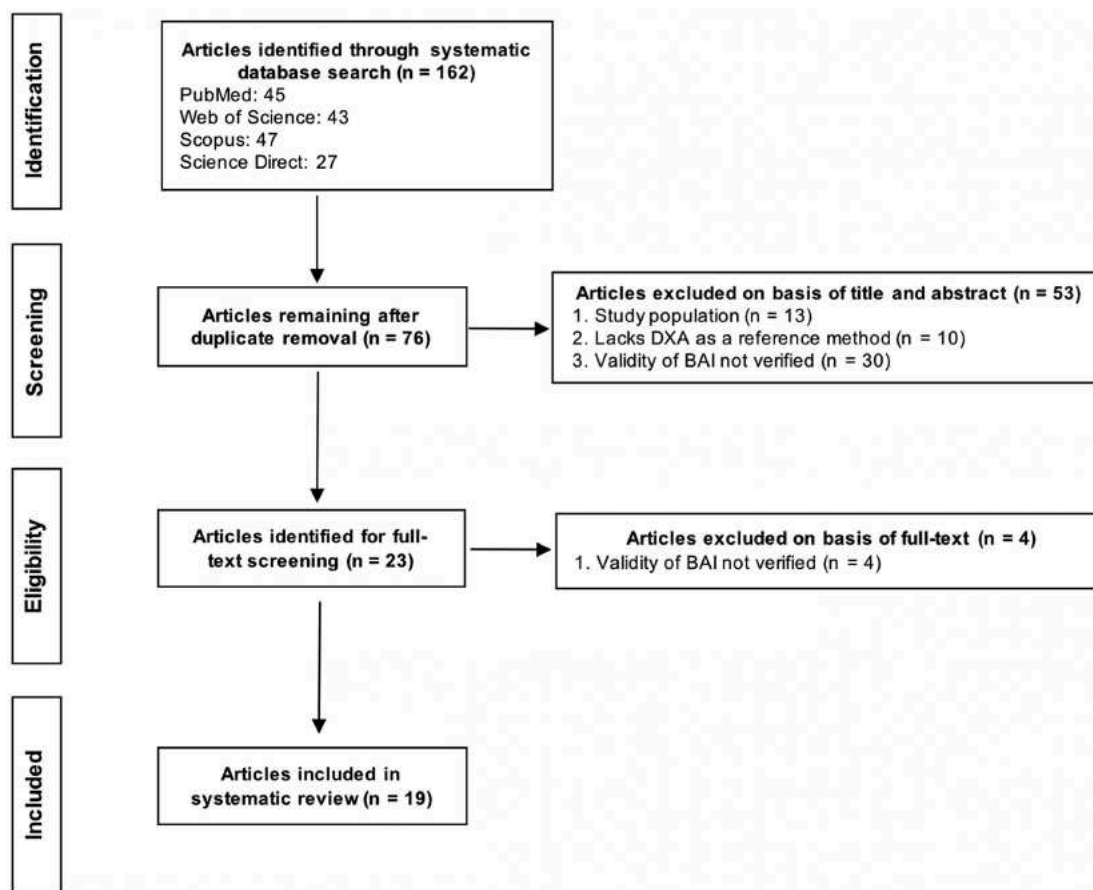


FIGURE 1 Flowchart summarizing the selection of studies for inclusion in the systematic review. BAI, Body Adiposity Index.

analyses, and in all cases the limits of concordance produced large individual errors.

Discussion

In this systematic review, the objective was to summarize the evidence on the BAI validity in estimating the BF% of adults. The literature until January 2018 was examined, and a total of 19 articles that met the eligibility criteria were selected. We conclude that the method presents many limitations from the equation formulation to the statistical analyses and shows limited concordance with the reference method for BF% estimation.

In the BAI formulation, the authors assessed the relation between BF% measured by DXA with age and anthropometric measurements of adult individuals analyzed in a single group, regardless of sex. Measurements of stature and hip circumference were those that showed the highest correlation with the BF measured by DXA and with no correlation with each other, contributing independently to the prediction of BF% in the equation that would be developed, thus being selected to compose the BAI equation (1). The fact that

they used men and women together to compose the same equation, without considering sex differences, was discussed in several studies (21, 28–30), given that men and women present biological differences in BF distribution, stature, and hip circumference. Therefore, the use of such measures to predict BF without stratification by sex may result in distortions related to BF and consequently generate errors in an equation proposed in this manner. The correlation of BF% by DXA with anthropometric measurements presents very different results when analyzed together or separated by sex. In general, when the results of both sexes were analyzed together, the results of other studies were consistent with the findings by Bergman et al. (1) in the BAI formulation. However, when the analyses were conducted by sex, stature correlations are close to zero, body mass is strongly correlated, and the circumference of the abdomen in men is generally larger than the circumference of the hip, whereas for women the opposite occurs (30). On the basis of the data presented, a prediction equation of BF% by anthropometric measurements should be developed specifically by sex.

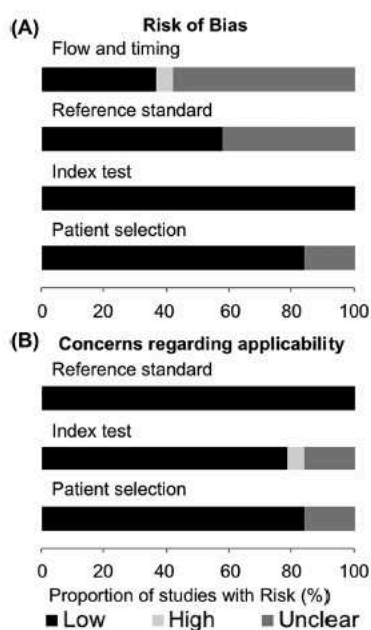


FIGURE 2 (A, B) Graphical display of the results of the methodologic analysis of the quality of included studies using the QUADAS-2 checklist. QUADAS-2, Quality Assessment tool for Diagnostic Accuracy Studies.

Relying on the knowledge of patterns of sex-specific anthropometric characteristics, called sexual dimorphism, Schulze and Stefan (35) did a critical analysis of the BAI in a Letter to the Editor, even before other publications on the method had been published and confirmed by the evidence cited above. Thus, on the basis of the basic premises of sexual dimorphism, a method of BF% estimation should not be developed in a single equation for both sexes. Because women show a better hip circumference correlation with the BF, and considering that the BAI proposal sample had a higher percentage of women, this factor may have favored hip circumference having a better correlation with DXA (35), which shows yet another limitation in the method's development. This superiority of women in the sample also resulted in the BAI showing a better correlation in women than in men (29), as shown in Table 2, in which all studies that presented correlation values with DXA in both sexes resulted in higher values for women than for men.

The statistical results of the BAI proposal were analyzed critically by some studies. The use of the bias correction factor is not a complete measure of concordance between 2 variables and is not the best measure to verify the concordance between methods (2, 22). In addition, although the limits of agreement in the BAI proposal have not been reported, it is possible to visually identify in the graph that these limits are approximately $\pm 10\%$, which represents a poor and clinically unacceptable agreement (2, 25). The information presented in the articles that verified the validity

of this index showed limited validity in the BF prediction. It was shown that there was a significant difference between the BF% determined by the BAI and DXA (2–4, 20, 22, 23, 26, 32, 33). Only 2 studies did not show this difference; however, the Bland-Altman analyses showed limited agreement between the methods (27, 31). Lin's concordance correlation coefficient showed an unsatisfactory result in all studies (2, 4, 20, 22, 28, 32, 33). Similarly, the Bland-Altman limits of agreement showed limited concordance between the methods (3, 5, 20, 23–25, 27, 32, 33).

The method also incurs a systematic error of overestimating BF% in individuals with low BF% and underestimating BF% in individuals with high BF%. Two studies analyzed the differences between BF% estimated by the BAI and that determined by DXA separated by BF% ranges, and showed similar results. In the first study, the BAI overestimated the value determined by DXA in individuals with $\leq 25\%$ BF. In addition, the BAI overestimated BF values by more than double in individuals with $\leq 10\%$ BF (DXA compared with BAI: 9.1% compared with 19.5%). For BF values between 25% and 30%, there was no significant difference between the methods, and from 30% of BF, the BAI underestimated the true value (2).

In the second study, for BF values of 20–30%, there was no difference between the BAI and DXA; at $>30\%$ of BF, the BAI underestimated the value determined by DXA in both men and women (33). These findings are consistent with the validation study of the method in which the authors reported that the BAI shows better results from 20% of BF and that below these values BF% is highly overestimated (1). The results presented were consistent in individuals of all age groups, both sexes analyzed together and separately, and in different ethnicities, highlighting that the main factor for the systematic error of BAI is the amount of BF%. Other studies, although they did not statistically determine the difference between the methods, showed that at $<20\%$ of BF determined by DXA, the BAI shows much higher averages; and at $>30\%$ of BF, the BAI shows much lower averages (4, 5, 29). It was also determined that for individuals grouped in the same ranges of BF% as determined by DXA, the mean BF% estimated by BAI was similar regardless of sex or ethnicity (4). This result confirms the findings of other studies (2, 33) that showed that the higher the BF%, the greater the underestimation of the BAI in relation to DXA.

In clinical practice and epidemiologic studies, systematic errors presented by BAI may represent a risk. Taking into consideration the proposal of BF% classification for men and women suggested by Heo et al. (36), the best BAI range performance (20–30%) is exactly the lowest health risk range, in which individuals are generally classified for BF% as appropriate. BAI overestimation for BF of $<20\%$ would inappropriately classify low-BF individuals as adequate, resulting in false-negative errors in individuals who may be at risk of malnutrition. However, the greatest public health risk is the underestimation that BAI generates for those with BF $>30\%$, which may lead to nondetection of overweight or obese individuals (false-negative results for high BF%),

TABLE 2 Characteristics of studies that aimed to verify the validity of the BAI in predicting BF in adults and in people of different ethnicities using DXA as the reference method¹

Study (ref) and study sample characteristics	Age, y	Sample, n	BF%		P (t test)	Correlation, r	Lin P _c	Bland-Altman	
			DXA	BAI				Bias	LoA
Bergman et al. (1)									
Mexican Americans (M and F)	35 (18–67) ²	1733 (675 M)	33.2	—	—	0.790	—	NR	NR
African Americans (M and F)	35 (20–50)	223 (97 M)	29.7	—	—	0.849	—	NR	NR
Appelhans et al. (20)									
African Americans (F)	—	156	45.1	35.9	<0.001	0.74	0.39	9.2	–1.4 to 19.8 ^{3,4}
White Americans (F)	—	196	41.4	33.2	<0.001	0.78	0.45	8.2	–2.7 to 19.0 ^{3,4}
Total (F)	50.1 (42–60)	352	43.0	34.4	<0.001	0.77	0.44	8.6	–2.1 to 19.4 ^{3,4}
Johnson et al. (2)									
European Americans (M)	Adults	291	22.2	24.3	<0.001	—	0.559	–1.9	—
European Americans (F)	Adults	332	33.7	31.2	<0.001	—	0.676	2.5	—
European Americans (M and F)	Adults	623	28.3	28.0	<0.001	—	0.752	0.3	—
Freedman et al. (21)									
Multietnic (M)	45 ± 19 ⁵	383	20.5	24.4	—	0.77	—	–3.9	NR
Multietnic (F)	48 ± 19	768	35.0	32.5	—	0.82	—	2.5	NR
Lemacks et al. (22)									
White Americans with overweight and obesity (F)	55.8 ± 3.3	187	45.9	38.3	<0.0001	0.78	0.39	7.6	—
Mazgowski et al. (23)									
White Polish normal-weight (F)	31.5 (22–40)	145	32.1	26.8	<0.01	0.455	—	5.3	–4.7 to 15.2 ⁴
Gellebter et al. (24)									
Multietnic with severe obesity (F)	32.6 ± 7.7	19	58.7	48.9	—	0.42	—	9.8	–10.1 to 29.75 ⁴
Lam et al. (25)									
Chinese (M)	38.8 ± 11.3	53	33.6	29.5	—	0.74	—	3.9	–2.61 to 14.15 ⁴
Chinese (F)	39.9 ± 12.0	52	40.4	32.9	—	0.82	—	7.5	—
Chinese (M and F)	39.3 ± 11.6	105	37.0	31.2	—	0.81	—	5.8	—
Elisha et al. (26)									
Canadians postmenopausal with obesity (F)	57.2 ± 4.7	132	M1, 48.0 M2, 45.5	41.2, 38.5	<0.001, <0.001	0.54, 0.59	—, —	6.8, 7.0	NR, NR
Esko (27)									
American collegiate athletes (F)	20.0 ± 1.3	30	26.7	27.1	0.49	0.28	—	–0.4	–10.2 to 11.8 ⁴
Sun et al. (28)									
White Canadians (M)	39.5 ± 14.4	662	24.5	24.4	—	0.67	—	0.1	—
White Canadians (F)	43.3 ± 12.4	1939	37.3	30.8	—	0.74	—	6.5	—
White Canadians (M and F)	42.3 ± 13.1	2601	34.0	29.2	—	0.78	<0.9	4.8	—
Cerqueira et al. (3)									
Brazilians (F)	60.3 (35–83)	102	36.9	33.6	<0.0001	0.65	—	3.3	–5.9 to 12.5
Vinknes et al. (29)									
White Norwegians (M)	Adults	2204	25.8	24.9	—	0.57	—	0.9	NR
White Norwegians (F)	Adults	2989	38.1	30.0	—	0.72	—	8.1	NR
White Norwegians (M and F)	Adults	5193	32.9	27.9	—	0.78	—	5.0	NR

(Continued)

TABLE 2 Continued

Study (ref) and study sample characteristics	Age, y	Sample, n	BF%		P (t test)	Correlation, r	Lin P _c	Bland-Altman	
			DXA	BAI				Bias	LoA
Chang et al. (4)									
Multiethnic (M)	71.9 ± 9.2	483	29.8	26.8	<0.01	0.55	0.42	3.0	—
Multiethnic (F)	68.9 ± 9.6	471	40.0	32.5	<0.01	0.72	0.43	7.5	—
Multiethnic (M and F)	70.4 ± 9.5	954	34.8	29.6	<0.01	0.74	0.55	5.2	—
Zhang et al. (30)									
Chinese (M)	62.2 (51–77)	680	25.0	25.3	—	0.58	—	0.3	NR
Chinese (F)	59.6 (51–77)	1707	35.6	29.8	—	0.62	—	5.8	NR
Dias et al. (31)									
Brazilians (F)	24.5 ± 2.6	19	28.6	29.1	>0.05	0.627	—	−0.5	NR
Carpio-Rivera et al. (32)									
Costa Rican students (M)	19.2 ± 2.8	106	21.9	24.8	<0.001	0.53	0.35	−2.9	−17.3 to 11.5 ⁴
Costa Rican students (F)	18.6 ± 2.4	93	36.5	29.3	<0.001	0.74	0.36	7.2	−3.8 to 18.2 ⁴
Ramirez-Vélez et al. (33)									
Colombians with overweight and obesity (M)	39.3 ± 6.0	22	34.8	28.8	<0.001	0.677	0.803	6	−0.4 to 12.0 ⁴
Colombians with overweight and obesity (F)	41.0 ± 7.3	26	42.6	37.2	<0.001	0.763	0.882	5.4	−1.0 to 12.0 ⁴
Colombians with overweight and obesity (M and F)	42.3 ± 8.2	48	39.0	33.4	—	0.844	—	5.6	−1.0 to 12.0 ⁴
Segheto et al. (5)									
Brazilians (M)	34.3 ± 11.9	311	24.0	25.0	—	0.72	—	−1	−12.42 to 11.41
Brazilians (F)	37.4 ± 12.4	395	35.5	31.4	—	0.78	—	4.1	−6.77 to 12.82
Brazilians (M and F)	36.0 ± 12.8	706	30.4	28.6	—	—	—	1.8	—

¹n = 19; BAI, Body Adiposity Index; BF, body fat; Lin P_c, Lin's concordance correlation coefficient; LoA, limits of agreement; M1, moment 1; M2, moment 2; NR, not reported; ref, reference.

²Mean; minimum–maximum in parentheses (all such values).

³Calculated from information in the study.

⁴LoA values quoted as BAI – DXA were reversed in DXA – BAI to standardize information.

⁵Mean ± SD (all such values).

hence impairing intervention may worsen obesity effects on an individual's health.

The sensitivity of the BAI to identify changes in BF% was verified in a group of women with obesity after a 6-mo intervention period for weight loss (26). The BF% pre- and postintervention was underestimated by the BAI, whereas the change in BF% was overestimated. This evidence shows a further limitation of the BAI, not only in estimating BF but also because of the low sensitivity in detecting changes after a process of BF% reduction.

Esco (27) verified the accuracy of the BAI in predicting the BF% of university athletes. Although it was the only study that did not show a significant difference between the methods, it was found that there was no significant relation between the methods ($r = 0.28$, $P = 0.14$), and the Bland-Altman analysis resulted in high limits of concordance, which represents very large differences between the methods in the individual analyses.

The validity of the BAI for the populations of Central and South America was suggested by the authors, because the sample selected to develop and validate the equation was composed of African and Mexican Americans, who have characteristics similar to the populations of those countries. The need to verify the validity of the BAI was also stated in whites and Asians. The generalizability of the BAI for other ethnicities can be widely verified in the present study because the articles selected included samples from populations of North (2, 20, 22, 26–28), Central (32), and South (3, 5, 31, 33) America; Europe (23, 29), Asia (25, 30), and multiethnic studies (4, 21, 24); and also included a wide age group and different body compositions. This wide diversity of population samples allows better conclusions on the BAI, because it was observed that in all assessed profiles, the method was limited.

Three studies to optimize the method results for the respective sample examined proposed modifications in the BAI equation. In a sample of European-Americans, the BAI for the Fels Longitudinal Study sample (BAI_{Fels}) was proposed, which, although more robust than the BAI, generated a more complex equation and still remained limited to estimate BF (2). The BAI in the population in the Hordaland Health Study (BAI_{HUSK}) is a derivative form of the BAI for white Europeans, which improved their BF% prediction, especially at higher adiposity levels, presented smaller mean differences in relation to DXA, but still presented some limitations of the BAI (29). In older adults with >40% BF as determined by DXA, the modified BAI was developed, which had better results than the BAI (4). However, this new method is not very effective, because its application is restricted only to individuals with >40% BF. In addition, the authors mention that individuals with a mean of 40% BF had a mean BMI (in kg/m^2) of 31.3, and thus, they would first have to calculate the BMI and, if it was greater than the value mentioned, they could apply the modified BAI. All 3 BAI modification proposals maintained the same premises of the original method, using the same anthropometric measures and developed from the data of men and women together,

changing only the mathematical equation. Therefore, they maintained the same BAI limitations previously discussed, with the same potential for error as the original formula expected.

The main limitation of this systematic review is not to have performed a meta-analysis. However, the articles selected do not present enough information to conduct a meta-analysis. We could conduct a meta-analysis in 2 ways: 1) by the information of the receiver operating characteristic curve of the studies, or 2) by the information from the correlation coefficients. However, the following limits the realization of the meta-analysis: 1) the heterogeneity of the samples (the age range of the surveyed studies was very wide); 2) only 3 studies present information on SEs, which does not allow calculating the information from the meta-analysis; 3) only 1 article used the receiver operating characteristic curve to verify the relation between BAI and DXA.

In conclusion, the articles selected in this systematic review were consistent in determining that the BAI had limitations to predict BF compared with DXA. These results were detected for both sexes and across different ethnicities, age groups, and BF levels. The BAI systematically underestimates BF in individuals with a high BF% and overestimates in individuals with a low BF%. The method presents wide individual errors in agreement with the reference method and lack of sensitivity in detecting change in BF% over time.

Future research aiming to develop new methods for estimating BF% from anthropometric measures should seek to overcome the limitations observed in the BAI, especially concerning sexual dimorphism, by selecting anthropometric measures that have a better association with BF, separated by sex. The proposal for other age groups, such as children and adolescents, is also interesting, considering the rising obesity prevalence in all ages and the need for useful methods for clinical assessment and population studies.

Acknowledgments

All authors read and approved the final manuscript.

References

1. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, Xiang AH, Watanabe RM. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19:1083–9.
2. Johnson W, Chumlea WC, Czerwinski SA, Demerath EW. Concordance of the recently published body adiposity index with measured body fat percent in European-American adults. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20:900–3.
3. Cerqueira M, Amorim P, Magalhães F, Castro E, Franco F, Franceschini S, Cerqueira L, Marins J, Doimo L. Validity of body adiposity index in predicting body fat in a sample of Brazilian women. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:E696–9.
4. Chang H, Simonsick EM, Ferrucci L, Cooper J. Validation study of the body adiposity index as a predictor of percent body fat in older individuals: Findings from the BLSA. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2014;69:1069–75.
5. Segheto W, Coelho FA, da Silva DCG, Hallal PC, Marins JC, Ribeiro AQ, Pessoa MC, Morais SH, Longo GZ. Validity of body adiposity index in predicting body fat in Brazilian adults. *Am J Hum Biol* 2017;29:e22901.

6. Thivel D, O'Malley G, Pereira B, Duché P, Aucouturier J. Comparison of total body and abdominal adiposity indexes to dual X-ray absorptiometry scan in obese adolescents. *Am J Hum Biol* 2015;27:334–8.
7. Zhao D, Zhang Y. Body mass index (BMI) predicts percent body fat better than body adiposity index (BAI) in school children. *Anthropol Anz* 2015;72:257–62.
8. Lam BC, Koh GC, Chen C, Wong MT, Fallows SJ. Comparison of body mass index (BMI), body adiposity index (BAI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore. *PLoS One* 2015;10:e0122985.
9. Chen X, He C, Ma Y, Yang Y, Liu F, Ma X, Li X, Xie X, Chen B. Association of metabolic syndrome with various anthropometric and atherogenic parameters in the Kazakh population in China. *Lipids Health Dis* 2016;15:166.
10. Wang H, Liu A, Zhao T, Gong X, Pang T, Zhou Y, Xiao Y, Yan Y, Fan C, Teng W, et al. Comparison of anthropometric indices for predicting the risk of metabolic syndrome and its components in Chinese adults: a prospective, longitudinal study. *BMJ Open* 2017;7:e016062.
11. Valerio CM, de Almeida JS, Moreira RO, Aguiar LBS, Siciliano PO, Carvalho DP, Godoy-Matos AF. Dipeptidyl peptidase-4 levels are increased and partially related to body fat distribution in patients with familial partial lipodystrophy type 2. *Diabetol Metab Syndr* 2017;9:26.
12. Mialich MS, Dos Santos AP, da Silva BR, de Paula FJ, Jordão AA, Navarro AM. Relationship between adiposity indices, lipodystrophy, and sarcopenia in HIV-positive individuals with and without lipodystrophy. *J Clin Densitom* 2017;20:73–81.
13. Ioannides ZA, Steyn FJ, Henderson RD, McCombe PA, Ngo ST. Anthropometric measures are not accurate predictors of fat mass in ALS. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener* 2017;27:1–6.
14. Silva MI, Vale BS, Lemos CC, Torres MR, Bregman R. Body adiposity index assess body fat with high accuracy in nondialyzed chronic kidney disease patients. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:546–52.
15. Rossato M, Dellagrana RA, de Souza Bezerra E, da Costa RM, Dos Santos JOL, Silva DAS, Diefenthaler F. Comparison of body adiposity index (BAI) and air displacement plethysmograph with estimations of % body fat in adults with Down's syndrome. *Eur J Clin Nutr* 2017;71:1341–4.
16. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *J Clin Epidemiol* 2009;62:1006–12.
17. Yao X, Vella E. How to conduct a high-quality original study on a diagnostic research topic. *Surg Oncol* 2017;26:305–9.
18. Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB, Leeflang MM, Sterne JA, Bossuyt PM; QUADAS-2 Group. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med* 2011;155:529–36.
19. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med* 2009;21(6):e1000100.
20. Appelhans BM, Kazlauskaitė R, Karavolos K, Janssen I, Kravitz HM, Dugan S, Burns JW, Shipp-Johnson K, Powell LH. How well does the body adiposity index capture adiposity change in midlife women? The SWAN fat patterning study. *Am J Hum Biol* 2012;24:866–9.
21. Freedman DS, Thornton JC, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB, Wang J, Pierson RN Jr, Blanck HM, Gallagher D. The body adiposity index (hip circumference / height [1.5]) is not a more accurate measure of adiposity than is BMI, waist circumference, or hip circumference. *Obesity (Silver Spring)* 2012;20:2438–44.
22. Lemacks JL, Liu PY, Shin H, Ralston PA, Illich JZ. Validation of body adiposity index as a measure of obesity in overweight and obese postmenopausal white women and its comparison with body mass index. *Menopause* 2012;19:1277–9.
23. Miazgowski T, Safranow K, Major-Goluch A, Krzyżanowska-Świniarska B. Validation of a new index of body adiposity (BAI) to assess body fat in normal weight premenopausal Caucasian women. *e-SPEN J* 2012;7:e115–8.
24. Gellebter A, Atalayer D, Flancbaum L, Gibson CD. Comparison of body adiposity index (BAI) and BMI with estimations of % body fat in clinically severe obese women. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:493–8.
25. Lam BC, Lim SC, Wong MT, Shum E, Ho CY, Bosco JI, Chen C, Koh GC. A method comparison study to validate a novel parameter of obesity, the body adiposity index, in Chinese subjects. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:E634–9.
26. Elisha B, Rabasa-Lhoret R, Messier V, Abdunour J, Karelis AD. Relationship between the body adiposity index and cardiometabolic risk factors in obese postmenopausal women. *Eur J Nutr* 2013;52:145–51.
27. Escó MR. The accuracy of the body adiposity index for predicting body fat percentage in collegiate female athletes. *J Strength Cond Res* 2013;27:1679–83.
28. Sun G, Cahill F, Gulliver W, Yi Y, Xie Y, Bridger T, Pace D, Zhang H. Concordance of BAI and BMI with DXA in the Newfoundland population. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21:499–503.
29. Vinknes KJ, Elshorbagy AK, Drevon CA, Gjesdal CG, Tell GS, Nygård O, Vollset SE, Refsum H. Evaluation of the body adiposity index in a Caucasian population: the Hordaland Health study. *Am J Epidemiol* 2013;177:586–92.
30. Zhang ZQ, Liu YH, Xu Y, Dai XW, Ling WH, Su YX, Chen YM. The validity of the body adiposity index in predicting percentage body fat and cardiovascular risk factors among Chinese. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2014;81:356–62.
31. Dias J, Avila MD, Damasceno VDO, Goncalves R, Barbosa FP, Lamounier JA, Vianna JM. Applicability of body adiposity index in estimating body fat of young Brazilian women. *Rev Bras Med Esporte* 2014;20:17–20.
32. Carpio-Rivera E, Hernández-Elizondo J, Salicetti-Fonseca A, Solera-Herrera A, Moncada-Jiménez J. Predictive validity of the body adiposity index in Costa Rican students. *Am J Hum Biol* 2016;28:394–7.
33. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, González-Ruiz K, Vivas A, García-Hermoso A, Triana-Reina HR. Predictive validity of the body adiposity index in overweight and obese adults using dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutrients* 2016;8: E737.
34. McBride GB. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's concordance correlation coefficient. 2005. (NIWA Client Report: HAM2005-062.) Hamilton, New Zealand: National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd; 2005.
35. Schulze MB, Stefan N. The body adiposity index and the sexual dimorphism in body fat. *Obesity (Silver Spring)* 2011;19:1729.
36. Heo M, Faith MS, Pietrobelli A, Heymsfield SB. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999–2004. *Am J Clin Nutr* 2012;95:594–602.