



UNIVERSIDADE da MADEIRA

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO

**AVALIAÇÃO DA PERCENTAGEM DE MASSA GORDA NUMA
POPULAÇÃO PEDIÁTRICA:
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DXA E ANTROPOMETRIA**

**Sara Isabel de Olim Andrade Cunha
2008**



UNIVERSIDADE da MADEIRA

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO

**AVALIAÇÃO DA PERCENTAGEM DE MASSA GORDA NUMA POPULAÇÃO
PEDIÁTRICA:
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DXA E ANTROPOMETRIA**

Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de Mestre
em Educação Física e Desporto

Sara Isabel de Olim Andrade Cunha

Orientadora: Professora Doutora Analiza Mónica L. A. Silva

Julho de 2008

AGRADECIMENTOS

- À Professora Doutora Analiza Silva, pela enorme ajuda, tolerância, orientação e incentivo à conclusão com êxito desta dissertação de Mestrado;
- Ao Professor Doutor Luís Sardinha e em especial ao Mestre Rui Ornelas, pela oportunidade de trabalhar neste grande Projecto Europeu, o “European Youth Heart Study” – Projecto SAFEJ (Saúde, Actividade Física e Exercício no Jovem).
- A todos os colegas do Departamento de Educação Física e Desporto da Universidade da Madeira e, em particular, aos seus Directores, Professor Doutor Hélder Lopes e Professor Doutor João Prudente, pela forma amigável e empenhada com que sempre me incentivaram à conclusão deste trabalho.
- Às minhas colegas de Mestrado e amigas, Kikas e Ana, pela ajuda e pelo apoio que sempre me proporcionaram quando precisei da sua ajuda.
- À minha família e aos meus amigos, pelo suporte que foram, durante esta fase árdua, mas recompensadora da minha vida académica.
- Ao Rui Pedro e ao Henrique, pela compreensão e paciência.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	v
ABSTRACT	vii
RESUMÉ	ix
<i>CAPÍTULO I</i>	1
APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	1
INTRODUÇÃO	1
DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	5
ÂMBITO DO ESTUDO	6
PERTINÊNCIA DO ESTUDO	7
<i>CAPÍTULO II</i>	8
REVISÃO DA LITERATURA	8
INTRODUÇÃO	8
MODELOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	9
DENSITOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA (DXA)	11
ANTROPOMETRIA	18
<i>CAPÍTULO III</i>	22
METODOLOGIA	22
INTRODUÇÃO	22
AMOSTRA	23
INSTRUMENTOS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	24
ORGANIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS	26
PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	27
<i>CAPÍTULO IV</i>	29
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	29
INTRODUÇÃO	29
RESULTADOS	30
DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES	38
<i>CAPÍTULO V</i>	39
BIBLIOGRAFIA	39

ÍNDICE QUADROS

QUADRO 1 - Características das crianças em estudo, expressa em média \pm desvio padrão (DP)	23
QUADRO 2 - Equações Preditivas da %MG pelas pregas adiposas subcutâneas (Slaughter et al., 1988)	25
QUADRO 3 - Percentagem de massa gorda obtida pelos dois métodos (Antropometria e DXA), expressa em média \pm desvio padrão (DP)	30
QUADRO 4 - Resultados da regressão: declive (β), intercepção, coeficiente de correlação (r), erro padrão de estimação (EPE) e concordância (média da diferença, limites e correlação) entre a %MG do método de referência e a %MG obtida pelas SKF através da equação de Slaughter e col., (1988)	31

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1 - Os cinco níveis da composição corporal humana	9
FIGURA 2 - Regressão da %MG _{SKF} (equação de Slaughter) estimada, utilizando o método de referência (%MG _{DXA})	31
FIGURA 3 - Níveis de concordância entre o método de referência (%MG _{DXA}) e %MG _{SKF} (equação de Slaughter). A linha sólida representa a média da diferença entre os métodos. As linhas tracejadas representam os limites de concordância a 95% de confiança ($\pm 1,96$ DP). A recta de regressão representa a associação entre a diferença e a média dos dois métodos	32

RESUMO

Objetivo: Proceder à validação da equação de Slaughter e col., (1988), na estimação da percentagem de massa gorda (%MG), em crianças com 9 anos de idade, tendo a DXA como método de referência.

Metodologia: A avaliação da composição corporal foi realizada em 450 crianças, das quais 219 eram raparigas (idade: 9.74 ± 0.33 anos; altura: 136.88 ± 6.8 cm; peso: 33.77 ± 8.16 kg; índice de massa corporal (IMC): 17.85 ± 3.16 kg/m²) e 231 eram rapazes (idade: 9.75 ± 0.33 anos; altura: 137.17 ± 6.97 cm; peso: 34.3 ± 8.09 kg; IMC: 18.09 ± 3.17 kg/m²), pela DXA (QDR – 1500: Hologic, Waltham, MA, pencil beam mode, software version 5.67 enhanced whole body analysis) e pelas pregas adiposas subcutâneas, cujo os valores das pregas adiposas tricípital e geminal foram utilizados na equação desenvolvida por Slaughter e col., (1988). Na análise estatística, foram utilizadas a comparação de médias, a regressão linear e a concordância entre os métodos.

Resultados: A %MG obtida por ambos os métodos apresentou diferenças significativas ($p < 0.05$) entre os géneros, sendo as raparigas as que apresentam, em média, maiores valores de gordura corporal. Tanto para os rapazes como para as raparigas a %MG_{DXA} é superior à %MG_{SKF}. Na predição dos valores de %MG, a equação de Slaughter e col., (1988) tem para ambos os sexos (raparigas: $r=0.94$; EPE=3.2 e rapazes: $r=0.96$; EPE=2.7) uma correlação elevada com reduzido erro padrão de estimação com a DXA. Na análise de concordância entre os métodos, os rapazes parecem apresentar uma maior concordância entre o método alternativo e o método de referência, com os limites de concordância a variarem entre -9.26 e 1.57, enquanto nas raparigas variam entre -11.19 e 3.16. Em ambos os sexos é visível a subestimação, em valor médio, do método de referência, com uma média da diferença a situar-se nos -3.8% e -4.0%, respectivamente para rapazes e raparigas.

Discussão: A equação de Slaughter e col., (1988) explica, para as raparigas, 87.5% da variância do método de referência, enquanto nos rapazes, 91.3% da variância é explicada.

A diferença entre os métodos alternativo e de referência está dependente do nível de adiposidade, sendo que o método alternativo tende a sobrestimar a %MG nas crianças mais magras e a subestimar nas mais gordas. A equação de Slaughter e col., (1988) apresentou uma validade aceitável na avaliação da composição corporal num grupo de crianças, constituindo uma alternativa rápida na estimação da composição corporal numa avaliação inicial em escolas, clubes e estudos de larga escala. Contudo a sua utilidade, para uma correcta intervenção na saúde da criança, pode apresentar uma validade limitada, pelo que pode ser justificada a utilização de um método mais válido em termos clínicos, como a DXA.

ABSTRACT

Objective: To validate the equation of Slaughter *et al* (1988) as to the estimated percentage of body fat (% MG) in children aged 9 years, using DXA as the unit of reference.

Method: The estimate of body composition was taken from 450 children, of which 219 were girls (age: 9.4 ± 0.33 years; height: 136.88 ± 6.8 cm ; weight 33.77 ± 8.16 kg; body mass index (BMI) : 17.85 ± 3.1 kg/m²) and 231 were boys (age: 9.75 ± 0.33 years; height: 137.17 ± 6.97 cm; weight: 34.3 ± 8.09 kg; BMI: 18.09 ± 3.17 kg/m²), using DXA (QDR - 1500: Hologic, Waltham MA, pencil beam mode software version 5.67 enhanced whole body analysis) and for skinfolds, when triceps and calf skinfolds were used in the equation developed by Slaughter *et al* (1988). They were used in the statistical analysis to compare averages, linear regression and the concordance of the two methods.

Results: The %BF obtained using both methods showed significant differences ($p < 0.05$) between the sexes, girls on average showing greater amounts of body fat. The %BF_{DXA} was greater than the %BF_{SKF} in both girls and boys. In the predictions of values of %BF, the equation of Slaughter *et al* (1988) shows that for both sexes (girls : $r = 0.94$; EPE = 3.2 and boys: $r = 0.96$; EPE = 2.7) a higher correlation with standard error estimation with DXA is seen. In the analysis of agreement between the methods, girls appear to show a greater concordance between the alternative method and the reference method, with the limits of concordance varying between -9.26 and 1.57, while in boys they vary between -11.19 and 3.6. In both sexes the underestimation of the reference method is perceptible, with the mean estimate of difference being positioned between -3.8 and -4.0 respectively for both boys and girls.

Discussion: The Slaughter *et al* (1988) equation accounts for the 87.5% of variance in the reference mode for girls, while in boys 91.3% variance is accounted for. The difference between alternative and reference methods is dependent on the level of adiposity, since the alternative method tends to overestimate the %BF in thinner children

and to underestimate it in those who are fatter. Slaughter *et al*'s equation (1988) presented a validity acceptable in the assessment of body mass in a group of children, establishing a faster alternative in the estimation of body fat during an initial assessment in schools, clubs and large-scale studies. Although its usefulness, by appropriate intervention in child health, may present a limited validity, it can also justify the use of more valid methods in clinical terms, by means of DXA.

RESUMÉ

Objectif : Procéder la validation de l'équation de Slaughter et al. (1988), en ce qui concerne l'évaluation du pourcentage de la masse grasse (%MG) des enfants, qui ont l'âge de 9 ans, d'après la DXA, comme méthodologie de référence.

Méthodologie : L'évaluation de la composition corporelle a été réalisée dans un ensemble de 450 enfants: 219 filles (Age: 9.74 +/- 0.33 ans; Hauteur: 136.88 +/- 6.8 cm; poids: 33.77 ± 8.16 kg; indice de masse corporelle (IMC): 17.85 ± 3.16 kg/m²) et 231 garçons (Âge : 9.75 ± 0.33 ans; Hauteur: 137.17 ± 6.97cm; poids: 34.3 ± 8.09 kg; IMC: 18.09 ± 3.17 kg/m²), à travers la DXA (QDR – 1500: Hologic, Waltham, MA, modalité d'un crayon faisceau, d'après le software version 5.67 qui permet d'augmenter l'analyse du corps entier) et selon les plissements d'adiposité sous-épidermiques, où les résultats de plis d'adiposité des triceps et ceux de la geminal ont été considérés pour effectuer cette équation de Slaughter et al (1988). Or, la réalisation de cette analyse statistique a été possible d'être effectuée selon la comparaison des moyennes linéaires et aussi selon la concordance entre les méthodologies utilisées.

Résultats : Le %MG obtenu à travers les deux méthodes a présenté de significatives différences ($p < 0.05$) entre les genres. Effectivement, les jeunes filles démontrent, en moyenne, une plus grande valeur de graisse corporelle.

Aussi bien pour les garçons comme pour les filles, le %MG_{DXA} est supérieur à celui de %MG_{SKF}.

En ce qui concerne la prévision des valeurs de %MG, l'équation de Slaughter et al. (1988) révèle pour les deux genres (filles: $r=0.94$; EPE=3.2 et garçons: $r=0.96$; EPE=2.7) une corrélation élevée, avec une erreur de padron assez étroite selon l'estimation de la DXA.

Quant à l'analyse de concordance entre les méthodologies utilisées, on constate que les garçons semblent présenter une plus grande concordance entre la méthodologie alternative et celle de référence, avec quelques limites de concordance qui varient entre

-9.26 et 1.57, tandis que chez les filles on remarque que ces valeurs diversifient entre -11.19 et 3.16.

Ceci dit, chez les deux genres, on peut vérifier ainsi que la sous-estimation de la méthodologie de référence est visible, d'après la moyenne de différence qui est considérée entre les -3.8% et -4.0%, respectivement, aussi bien chez les garçons que chez les filles.

Discussion: L'équation de Slaughter et al. (1988) explique que pour les filles, la variété de la méthodologie de référence est de 87.5%, cependant pour les garçons celle-ci se vérifie en 91.3%.

La différence entre les méthodologies alternatives et celle de référence, qui furent employée pour concrétiser cette étude, dépend du niveau d'adiposité. Étant donné que la première a tendance à surestimer le %MG chez les enfants plus minces et à sous-estimer les résultats des plus gros. L'équation de Slaughter et al. (1988) a démontré une validité acceptable de l'évaluation de la composition corporelle d'un groupe d'enfant, en constituant une alternative de l'estimation de la composition corporelle, à travers d'une évaluation initiale dans les écoles, clubs et études à grande échelle.

Néanmoins, son utilisation, pour une convenable intervention dans le domaine de la santé infantile, peut être représentée sous une validité limitée, ce qui justifie l'application d'une méthodologie plus fiable, en termes cliniques tel comme la DXA.

CAPÍTULO I

APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

INTRODUÇÃO

Existem muitas razões para avaliar a composição corporal. Manter um peso e níveis de gordura saudáveis são a chave para uma vida saudável e longa. A poderosa associação entre obesidade, especialmente a gordura intra-abdominal (visceral) excessiva e o maior risco de doença arterial coronária, de diabetes mellitus tipo II, de hipertensão e de certos tipos de cancro, recebeu especial atenção nos últimos anos. Um nível excessivamente baixo de gordura também é prejudicial, conforme demonstrado pela disfunção fisiológica dos indivíduos cronicamente desnutridos (Fohlin, 1977; Mazess, Barden, & Ohlrich, 1990). Para além disto, a avaliação da composição corporal é importante para estabelecer o peso óptimo para a saúde e o desempenho em atletas, para desenvolver as orientações dietéticas e as prescrições dos exercícios com o objectivo de modificar a composição corporal e avaliar a eficácia, e para controlar as mudanças na composição que ocorrem com o crescimento, a maturação e o envelhecimento a fim de distinguir as modificações normais dos estados patológicos (Going & Davis, 2001).

A obesidade é considerada como uma das grandes epidemias do século XXI, cuja incidência, para além de estar a aumentar rapidamente na população adulta, já começa a afectar idades pediátricas, sendo considerada já um grande problema de saúde pública (WHO, 1998). A obesidade infantil, frequentemente, permanece durante o crescimento e está relacionada com o aumento da morbilidade e mortalidade independentemente da obesidade na idade adulta (Guo, Wu, Chumlea, & Roche, 2002).

Nas crianças o excesso de peso e obesidade tem tido um acréscimo alarmante, nas últimas duas décadas. A obesidade e o excesso de peso são sem dúvida uma das principais patologias dos nossos dias. Dados da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004), sugerem que a obesidade tem adquirido proporções preocupantes. A prevalência

de obesidade duplicou e a prevalência de excesso de peso aumentou, em crianças, nos Estados Unidos da América (Heyward & Wagner, 2004b).

Em 2004, foi realizado um estudo em Portugal que mostrou uma elevada prevalência de excesso de peso e obesidade (31.5%), em crianças portuguesas, comparando com outros países Europeus. Portugal segue a tendência de outros países mediterrâneos, tais como Espanha (30%), Grécia (31%) e Itália (36%). Este estudo recomenda um programa de intervenção nacional para controlo da obesidade infantil (Padez, Fernandes, Mourao, Moreira, & Rosado, 2004). Um outro estudo mais recente dos mesmos autores (Padez, Mourao, Moreira, & Rosado, 2005), revelou que, numa amostra de 4511 crianças, com idades compreendidas entre os 7 e os 9 anos, 20.3% tinham excesso de peso e 11.3% eram obesas. Portanto, a prevalência de excesso de peso e obesidade foi de 31.6%. As raparigas apresentaram percentagens superiores de excesso de peso do que os rapazes, excepto nos 7.5 anos de idade. As raparigas mostraram, ainda, valores superiores de obesidade do que os rapazes, excepto nos 9 anos de idades.

Segundo Haslam & James (2005), o excesso de peso é o sexto factor de risco com maior relevância no contributo da prevalência de doenças no mundo inteiro.

Muitos são os autores que enumeram consequências provenientes do excesso de peso e obesidade em crianças e jovens, incidindo na sua maioria em desordens no metabolismo lipídico (incluindo elevadas concentrações de colesterol e triglicéridos no sangue e baixos níveis de colesterol HDL), hipertensão, hiperinsulinémia, diabetes mellitus tipo 2, apneia durante o sono e obstrução respiratória, problemas ortopédicos, hiperandrogenismo, vários tipos de cancro e doenças cardiovasculares (Berenson e col., 1998; Berenson, Srinivasan, Wattigney, & Harsha, 1993; Blair e col., 1996; Bouchard, 2000; Ebbeling, Pawlak, & Ludwig, 2002; Eckel, 2005; Gunnell, Frankel, Nanchahal, Peters, & Davey Smith, 1998; Gutin, Barbeau, Litaker, Ferguson, & Owens, 2000; Mahoney e col., 1996; Mello, Luft, & Meyer, 2004), assim como, consideráveis consequências psicossociais. As crianças obesas são estereotipadas como doentes, academicamente mal sucedidas, socialmente ineptas e ociosas (Hill & Silver, 1995).

Devido às implicações na saúde do excesso ou da falta de gordura corporal, o controlo da composição corporal, especialmente a percentagem de massa gorda (% MG), é uma componente essencial para o bem-estar físico dos indivíduos. Um dos aspectos

deste controlo, consiste num acesso rigoroso, simples e ao mesmo tempo ajustado à proporção de gordura corporal de cada indivíduo tendo em consideração a idade, o sexo e a etnia. O índice de massa corporal (IMC) é o factor normalmente utilizado para a identificação do excesso de peso ou da obesidade (Howley & Franks, 1997), embora apresente limitações quando se pretende conhecer o nível de adiposidade a partir deste indicador, já que um elevado IMC pode não ser sinónimo de uma elevada massa gorda.

O surgimento de novas tecnologias progressivamente mais sofisticadas, têm conduzido a novos métodos e técnicas de avaliação. Estes métodos apresentam pressupostos e procedimentos diferentes, podendo ocasionar resultados da avaliação de um ou mais componentes do corpo humano.

Ao longo das últimas décadas, a avaliação da composição corporal em populações pediátricas tem sido uma área de interesse para investigadores e clínicos. No entanto, vários estudos têm demonstrado que as técnicas de avaliação da composição corporal em adultos não podem ser aplicadas directamente em populações pediátricas (Sopher e col., 2005).

Assim, tem sido reconhecida a importância da avaliação da composição corporal em populações pediátricas. Ocorrem desde a infância até à adolescência mudanças físicas significativas, pelo que estes períodos são críticos no crescimento da massa gorda (MG) e da massa isenta de gordura (MIG) (Sardinha e col., 2003). Mudanças externas, tais como as proporções corporais, altura, peso, estado pubertário, são facilmente avaliáveis através de exames físicos e medições antropométricas simples; contudo, as modificações internas tais como incrementos na MG e estado hormonal requerem exames específicos (Sopher e col., 2005).

A avaliação precisa da composição corporal em crianças e jovens é, ainda, complicada e desafiante. As crianças são quimicamente imaturas; alterações nas proporções da composição dos principais componentes moleculares da MIG durante o crescimento e maturação afectam directamente a densidade da massa isenta de gordura (MIGd). Assim, durante o crescimento e desenvolvimento são verificadas alterações na MIGd, causadas pelo decréscimo na água corporal total (ACT) e pelo aumento no mineral ósseo durante o crescimento e desenvolvimento. Nesse sentido, vários modelos de avaliação da composição corporal têm sido utilizados como métodos de referência que

servem de base ao desenvolvimento de equações preditivas de avaliação da MG, em crianças, a partir de métodos simples como a antropometria (Lohman, 1992). Modelos a dois, três e quatro compartimentos (C) têm sido usados como métodos de referência, embora o último seja o mais considerado na avaliação da MG em crianças por estimar os principais componentes moleculares da MIG (água, mineral e proteína) dividindo o peso corporal em massa gorda, mineral, proteína e água. No entanto, pela sua elevada complexidade e custo envolvidos na avaliação através do modelo a 4C, um dos métodos que tem vindo a ser muito utilizado na avaliação da MG é a densitometria radiológica de dupla energia (DXA), considerada um modelo a 3C já que divide o peso corporal em MG, MIG e mineral ósseo. O advento desta tecnologia tem possibilitado a avaliação da MG e da MIG regionais e totais em várias populações de uma forma rápida, precisa e válida. Embora não possa ser considerado o estado da arte na avaliação da MG, esta técnica tem sido amplamente usada no desenvolvimento e validação de equações preditivas da MG (Bertin, Ruiz, Mourot, Peiniau, & Portha, 1998; Brunton, Bayley, & Atkinson, 1993; Ellis, Shypailo, Pratt, & Pond, 1994; Goran, Driscoll, Johnson, Nagy, & Hunter, 1996; Gutin e col., 1996; Pintauro, Nagy, Duthie, & Goran, 1996; Svendsen, Haarbo, Hassager, & Christiansen, 1993; Treuth, Butte, Wong, & Ellis, 2001). Um exemplo desses modelos simples, que usam as pregas subcutâneas na predição da MG foi o desenvolvido por Slaughter e col., (1988) para crianças e adolescentes tendo como base um modelo a 4C. Contudo, o número de investigações que validaram este modelo numa população pediátrica e em particular numa população portuguesa é, ainda, muito limitado (Heyward & Wagner, 2004a; Sardinha e col., 2003). A escolha de métodos simples e válidos na avaliação da MG é determinante na correcta avaliação da MG em crianças e, assim, à adequada intervenção na prevenção e tratamento da obesidade infantil (Heyward & Wagner, 2004b).

DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Este estudo tem como principal objectivo realizar a validação externa de um modelo descritivo na estimação da adiposidade (%MG), desenvolvido por Slaughter e colaboradores em 1988 para uma população pediátrica (Slaughter e col., 1988), com base no somatório de duas pregas subcutâneas como variável preditora, numa amostra representativa de crianças com 9 anos de idade, de ambos os sexos da Região Autónoma da Madeira (RAM), utilizando como método de referência a DXA.

ÂMBITO DO ESTUDO

A amostra utilizada no presente trabalho faz parte do estudo europeu: “European Youth Heart Study” – Projecto SAFEJ (Saúde, Actividade Física e Exercício no Jovem) e caracteriza-se pela heterogeneidade ao nível socio-económico, de actividade física e hábitos alimentares. Esta é uma amostra representativa de crianças, de ambos os sexos, com 9 anos de idade, da Região Autónoma da Madeira (RAM). Fizeram parte dos elementos da amostra crianças de várias escolas, de todos os conselhos da RAM.

O processo de avaliação decorreu durante os anos lectivos de 1999/2000 e 2000/2001 no Laboratório de Exercício e Saúde, do Departamento de Educação Física e Desporto, da Universidade da Madeira.

A totalidade da amostra foi avaliada através dos dois métodos empregues: DXA e antropometria. Da equipa de avaliação, fizeram parte 3 elementos. Dois destes elementos estiveram implicados no processo de avaliação antropométrica, enquanto o terceiro elemento esteve envolvido nas avaliações da DXA.

PERTINÊNCIA DO ESTUDO

A necessidade de uma correcta determinação da massa gorda em crianças e adolescentes tem levantado a questão da validade e aplicabilidade de técnicas de avaliação da adiposidade nesta população. A utilização da morfologia de superfície, particularmente a medição das pregas adiposas subcutâneas tem sido amplamente utilizada em vários contextos, desde escolares a clínicos. No entanto, a validação de equações, nomeadamente os modelos desenvolvidos por Slaughter e col., (1988), numa população de crianças pré-pubertárias e pubertárias portuguesas da RAM, ainda carece de estudos de validação. Desta forma, torna-se pertinente conhecer o desempenho de equações específicas para este grupo populacional relativamente a um método de referência, a DXA.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

INTRODUÇÃO

O presente capítulo resulta da consulta de vários documentos respeitantes à literatura científica existente e que, de alguma forma está relacionada com o tema deste estudo.

Iniciar-se-á por abordar vários modelos de avaliação da composição corporal. Seguidamente, será feita uma abordagem aos dois modelos de avaliação da composição utilizados no estudo, densitometria radiológica de dupla energia (DXA) e antropometria. Em cada um deles falaremos dos seus princípios teóricos, dos seus pressupostos, da sua aplicabilidade e por fim faremos referência a alguns estudos de validação e precisão dos mesmos.

MODELOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Em 1992 foi proposto por Wang e col. um modelo de 5 níveis de análise da composição corporal, no sentido de sistematizar a investigação realizada na área da composição. Mais de 40 componentes principais do corpo são organizados em cinco níveis distintos de complexidade crescente: atômico, molecular, celular, tecidual-sistémico, e corpo inteiro (Figura 1).

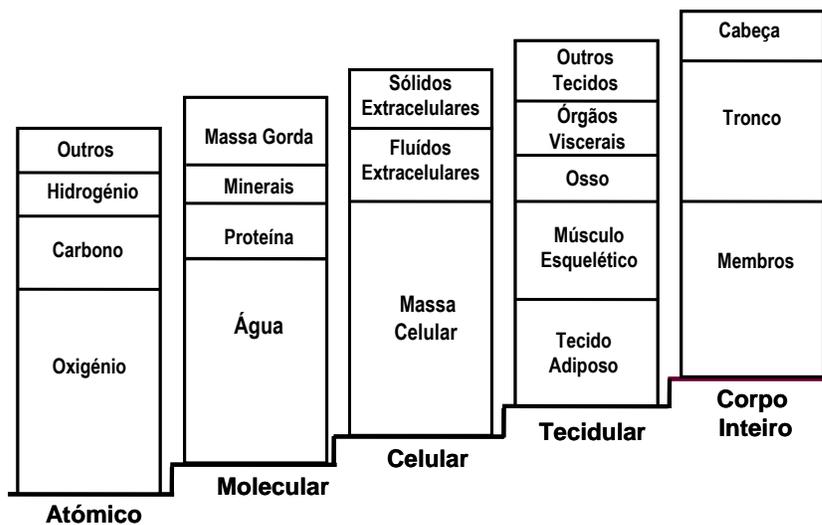


Figura 1. Os cinco níveis da composição corporal humana.

As componentes corporais de níveis mais elevados são compostas por componentes de níveis mais baixos. Assim, uma alteração no tecido adiposo reflecte as mudanças ocorridas nas correspondentes componentes a nível atômico, molecular e celular.

A investigação na área metodológica de avaliação da massa gorda (MG) em crianças e adolescentes tem sido vasta, pelo que de seguida serão apresentados alguns dos métodos utilizados na avaliação, a nível molecular, numa população pediátrica.

Nível Molecular

Considerando a falta de métodos *in vivo* para medir vários componentes no último século, a autópsia de cadáveres era o único procedimento viável para obter dados

quantitativos sobre a composição corporal humana. Baseados na análise química de carcaças de animais e de cadáveres humanos, foram calculados mais detalhadamente alguns valores densitométricos para a gordura, mineral e proteína. O primeiro, o modelo clássico a dois compartimentos (2C), foi introduzido para estimar a MG, dividindo a massa corporal em gordura com uma densidade de 0,9007 kg/L e a massa isenta de gordura (MIG) com uma densidade de 1,100 kg/L. Mais tarde foi derivado um modelo a três compartimentos (3C) que controlou para a variabilidade da hidratação, adicionando a estimativa da água corporal total (ACT) ao modelo a 2C. Com o advento da densitometria radiológica de dupla energia (DXA) foi possível a avaliação do mineral ósseo, outro componente da MIG, permitindo uma análise a 4C em que o peso corporal é dividido em massa gorda, água, mineral e proteína (Heymsfield, Wang, Baumgartner, & Ross, 1997).

Este modelo permite avaliar a MG sem recurso a pressupostos de estabilidade dos componentes moleculares da MIG, isto é, a água, mineral e proteína que acontecem especialmente nos modelos a 2C.

No entanto, a utilização de modelos a quatro compartimentos (4C) implica o domínio de várias técnicas, nomeadamente, a avaliação da água corporal por espectrometria de massa de razões isotópicas, a avaliação da densidade corporal por pletismografia, por deslocamento de ar ou através da pesagem hidrostática e finalmente o mineral ósseo pela DXA. Considerando que a DXA permite avaliar não só o conteúdo mineral ósseo mas também a MG, a MIG e osso, esta técnica tem surgido como um dos métodos mais utilizados na avaliação da adiposidade em populações pediátricas.

DENSITOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA (DXA)

Princípios Teóricos

Originalmente criada para determinar o mineral ósseo e respectiva densidade mineral óssea, a tecnologia da DXA foi adoptada subsequentemente para a avaliação da composição corporal total e regional. A DXA tem sido considerada um dos métodos mais usados em diversas populações pela sua reduzida exposição à radiação, baixo custo e rapidez, o que tem explicado a utilização desta técnica em vários estudos.

Existem três equipamentos de DXA mais utilizados, Hologic, Lunar e Stratec, sendo de notar que os respectivos fabricantes já desenvolveram vários modelos, com especial ênfase numa redução do tempo de scan. Contudo, os procedimentos de medição do mineral ósseo e da composição corporal são semelhantes entre os vários instrumentos. Estes equipamentos medem a atenuação dos raios-X emitidos em frequências de duas energias distintas e com valores específicos para cada equipamento. De acordo com as instruções descritas no manual de cada fabricante, antes de cada scan ao corpo inteiro, é necessária a colocação de um *phantom* constituído por 3 campos de material acrílico e 3 campos de alumínio com diferentes espessuras e com propriedades absorptivas conhecidas, para servir como referência externa para a análise da diferente composição dos tecidos.

O software do sistema fornece a indicação da massa de gordura, massa magra dos tecidos moles e conteúdo mineral ósseo, quer para o corpo inteiro, como para regiões específicas (cabeça, tronco, membros superiores e inferiores). O conteúdo mineral ósseo medido por DXA representa cinzas. Uma grama de mineral ósseo representa 0.9582g em cinzas de osso porque componentes como a água e o dióxido de carbono são perdidos durante o aquecimento. O conteúdo mineral ósseo estimado deve por isso ser convertido em mineral ósseo total ($Mo = BMC/0.9582$) antes da sua utilização em modelos multicompartimentais de determinação da massa gorda (Clark, Kuta, & Sullivan, 1993; Goran e col., 1996; Nord & Payne, 1995).

Pressupostos

A DXA apresenta a vantagem de ser um modelo molecular a três compartimentos (3C) que quantifica a massa gorda, massa magra dos tecidos moles e o mineral ósseo, quer a nível regional como total. No entanto, na obtenção destes componentes são assumidos alguns pressupostos. O conteúdo de gordura e de massa magra dos tecidos moles é estimado a partir de constantes de atenuação para a gordura pura ($R_1 \approx 1.21$) e para a massa magra dos tecidos moles ($R_2 \approx 1.399$). Estes são os primeiros grandes pressupostos na utilização desta técnica. Dada a relativa estabilidade destas constantes de atenuação, o rácio de atenuação das energias baixas em relação às de maior energia, referentes aos raios-X emitidos de baixa e alta voltagem, é função da proporção de gordura e de massa magra dos tecidos moles para cada pixel, permitindo determinar estes dois componentes (Pietrobelli, Formica, Wang, & Heymsfield, 1996; Pietrobelli, Wang, Formica, & Heymsfield, 1998).

Uma outra assumpção na utilização desta técnica diz respeito à espessura das medições antero posteriores, que se assumem não afectar as avaliações dos diferentes componentes. Por último, esta técnica assume que a área do corpo analisada na obtenção dos vários componentes, nomeadamente os tecidos moles, é contabilizada através de um algoritmo que permite estimar a área que não é possível ser analisada por estar adjacente ao osso (Lohman & Chen, 2005).

Aplicabilidade

A DXA pode ser usada na população humana, em todas as idades porque expõe a uma baixa radiação. A exposição para um scanner de corpo inteiro varia entre 0.02 e 1.5mrem, dependendo do aparelho e da rapidez do scanner. Porque esta exposição é inferior à de um voo transcontinental ao longo dos Estados Unidos (4-6mrem), inferior aos 10-15mrem da Densitometria de Duplo Fotão, e muito menor do que a exposição do típico raio-X que varia entre 25-270mrem, a DXA é utilizado amplamente por indivíduos de todas as idades (Lohman & Chen, 2005).

A aplicabilidade da DXA pode estar comprometida quando sujeitos de dimensões superiores à área de comprimento do scan (~ 193 cm) ou de dimensões superiores à área de largura do scan (entre 58 a 65 cm) pretendem realizar um exame de corpo inteiro para determinar a sua percentagem de massa gorda (%MG) e de massa isenta de gordura (MIG). Uma alternativa no sentido de resolver o problema em pessoas de largura superior à área do scan foi sugerida por Tataranni e col., (1995) que compararam os resultados da composição corporal de cada uma das metades do corpo sujeitas separadamente a um exame de corpo inteiro. Visto que a associação dos valores obtidos pelo lado direito e esquerdo foram elevadas, os autores recomendaram a realização de exames de corpo inteiro à metade direita do corpo, e que a composição corporal fosse estimada assumindo a existência de simetria bilateral.

Também para sujeitos com dimensões superiores ao comprimento da área de scan, isto é, de estatura superior a ~193cm, Silva e col., (2004) apresentaram uma equação de calibração para a %MG, MIG e conteúdo mineral ósseo para corrigir os valores obtidos na realização do exame de corpo inteiro com os joelhos flectidos a 90°. Uma outra aproximação foi também apresentada por Evans e col., (2005) que sugere a utilização do somatório de dois exames de corpo inteiro, corrigidos através de um modelo de calibração, de forma a obter os valores de conteúdo mineral ósseo, MG e MIG considerando a totalidade dos segmentos corporais.

Ainda, porque está presente alguma radiação, a utilização da DXA não é recomendada por grávidas. Um software especial (versão 5.61, Hologic), que assume um valor superior de hidratação do tecido magro, utiliza, um coeficiente reduzido quando utilizado por crianças. Softwares especiais, para idades pediátricas, estão também disponíveis no sistema Lunar. Mais estudos de validação da DXA neste tipo de população ainda são necessários (Lohman & Chen, 2005).

Validação e Precisão

É difícil aceder à validação da DXA, uma vez que os três fabricantes desenvolveram diferentes modelos e versões de software ao longo dos anos. Alguns

investigadores e clínicos descobriram que os resultados da composição corporal alteravam com o fabricante, modelo e versão de software. Assim, algumas das variações encontradas nos resultados dos estudos e validação da DXA devem-se aos diferentes scanners e versões de software (Kistorp & Svendsen, 1998; Modlesky e col., 1996; Tothill & Hannan, 2000). Por causa desta variação, experts que reviram os estudos da DXA, apelaram a uma maior standardização entre os fabricantes (Genton, Hans, Kyle, & Pichard, 2002; Lohman, 1996).

Algumas investigações (Genton e col., 2002; Kohrt, 1998; Lohman, 1996; Lohman, Harris, Teixeira, & Weiss, 2000) têm ainda realçado a DXA como um método válido na estimação da composição corporal em vários grupos populacionais, assim como, na sua validade em monitorizar as alterações da composição corporal, especialmente em idosos.

A reprodutibilidade dos vários sistemas é elevada, especialmente na obtenção do conteúdo mineral ósseo cuja precisão é indicada pelo coeficiente de variação que pode variar de 0.6 a 1.6 %. A precisão no cálculo da %MG pode variar entre 1 a 3 %.

Wong e col., (2002), realizaram um estudo cujo objectivo era determinar a tendência e a concordância entre a DXA e o modelo a quatro compartimentos (4C), num grupo multiracial de mulheres adolescentes. Utilizando um amostra de 73 brancas, 43 afro-americanas, 14 hispânicas e 11 asiáticas com uma média (\pm DP) de idades de 13 ± 1.9 anos, compararam os valores obtidos pela DXA, com os do modelo a 4C, que foram baseados nas medições da densidade corporal, da água corporal e do conteúdo mineral ósseo. Os valores da %MG obtidos através dos dois métodos apresentaram uma correlação de $r=0.90$ com EPE de 3.3%; a análise *Bland-Altman* indicou um erro médio de 3.9%. Após a anulação do erro médio, uma estimativa da %MG pela DXA pode subestimar ou sobrestimar cerca de 6.7% quando comparada com os valores do modelo a 4C, pelo que a DXA pode não ser o método óptimo para medir a gordura corporal das mulheres jovens. No entanto, a análise dos dados revelou, ainda, que a DXA é um método apropriado para avaliar a composição corporal num grupo de mulheres jovens porque a sua tendência e limites de concordância são independentes da idade, grupo étnico e gordura corporal.

Sopher e col., (2004), por sua vez, num estudo cujo objectivo era, também, comparar a DXA com o modelo a 4C como método critério para a avaliação da % MG, mas numa população pediátrica, permitindo ajudar os médicos pediatras numa correcta interpretação da informação sobre a composição corporal e reconhecendo as diferenças entre os métodos, relevaram que a média e o desvio padrão da %MG a partir da DXA ($22.73\% \pm 11.23\%$) e do modelo 4C ($21.72\% \pm 9.42\%$) eram diferentes, mas havia uma forte correlação entre os dois métodos ($R^2 = 0.85$). A DXA subestima a %MG nos sujeitos com baixa %MG e sobrestima naqueles que têm elevadas %MG. A relação entre os dois métodos não é afectada pelo género, idade, raça, estado pubertário, altura, peso, ou índice de massa corporal (IMC). Esta análise demonstrou uma previsível relação entre os dois métodos para a avaliação da %MG. Dada a facilidade de uso, a consistente relação com o modelo a 4C e a sua eficácia, propuseram que a DXA tem capacidade para aplicação clínica, incluindo a predição de irregularidades associadas ao excesso da %MG em populações pediátricas.

Gately e col., (2003), compararam métodos de avaliação da composição corporal em crianças com excesso de peso e obesidade. O objectivo do seu estudo era compreender a precisão da % de gordura calculada pelos métodos DXA, Plestimografia (ADP) e água corporal total (ACT) em comparação com o modelo a 4C, em crianças com excesso de peso e obesidade. Apuraram que todas as % de gordura calculadas pelos métodos DXA, ADP e ACT tinham uma forte correlação com as do modelo a 4C ($r \geq 0.95$, $p < 0.001$; $EPE \leq 2.14$). Embora a ADP e a ACT fossem os métodos mais precisos para a avaliação da % de gordura comparados com o modelo a 4C, todos os métodos considerados mostraram idênticos limites de concordância.

A DXA tem sido amplamente usada para aceder à composição corporal tanto em investigações, como na prática clínica. Assim, Williams e col., (2006) quiseram comparar a precisão da Luna Prodigy DXA para análise da composição corporal, com o modelo a 4C como método de referência, em sujeitos saudáveis e em pacientes com 1 a 3 doenças. Auferiram que a precisão da composição corporal medida pela DXA tinha diferenças significativas entre os grupos. A tendência da DXA varia de acordo com o sexo, tamanho, obesidade e estado de doença dos pacientes, que indicaram que esta é duvidosa

para os pacientes de estudos de casos controlo e para estudos longitudinais com pessoas que sofram alterações significativas no estado nutricional entre as avaliações.

De referir, um outro estudo realizado por Minderico (2008), que comparou as avaliações da composição corporal obtidas através da DXA, bioimpedância (BIA) e antropometria com um modelo a 4C durante um programa de emagrecimento, em mulheres com excesso de peso e obesas. Foram utilizadas 48 mulheres (idade 39.8 ± 5.8 anos; peso 79.2 ± 11.8 Kg; IMC 30.7 ± 3.6 Kg/m²). As variáveis da composição corporal foram avaliadas pelas técnicas: DXA, antropometria, bioimpedância (BIA) e um modelo a 4C de referência. O peso corporal decresceu significativamente durante o programa (-3.3 ± 3.1 Kg). Tanto no início como depois da intervenção, a MG, a %MG, e a MIG, avaliadas pelos vários métodos, mostraram diferenças significativas comparativamente com modelo de referência. A DXA sobrestimou significativamente a mudança na MG e %MG ao longo da perda de peso em relação ao modelo de referência, em qualquer variável da composição corporal. Concluíram que estes métodos são amplamente usados em ambientes clínicos, mas não devem ser aplicados alternadamente para detectar mudanças na composição corporal.

É de referir o estudo de Stall e col., (1996), que pretendeu comparar diferentes métodos de composição corporal em pacientes renais sujeitos a diálise: DXA, contagem de potássio corporal total (CPCT), BIA e antropometria, de acordo com o método de Durnin & Womersley (1974). Na discussão do seu trabalho, estes investigadores referem que, apesar da experiência indicar que as técnicas *standard* de avaliação da composição corporal podem ser aplicadas em pacientes com doença renal, variações significativas na %MG calculada, surgem quando são usadas técnicas de avaliação diferentes. Em pacientes do sexo masculino, as percentagens de gordura variam entre $19.6\% \pm 1.6\%$ para a BIA e $37.7\% \pm 2.5\%$ para a CPCT. As mulheres doentes eram mais gordas (relativamente aos homens), com uma %MG que varia entre $32.0\% \pm 1.6\%$ para a BIA e $51.8\% \pm 2.9\%$ para a contagem total de potássio. A análise dos dados revelava ainda que, apesar de poderem aparecer diferenças altamente significativas nos valores de %MG, quando são utilizadas técnicas diferentes de avaliação da composição corporal, a variabilidade observada nas técnicas é independente da população estudada (grupo de

doentes *versus* grupo de controlo), ou seja, a população de pacientes não difere nas características de composição corporal dos sujeitos normais do grupo de controlo.

A comparação entre conteúdo mineral ósseo (CMO) e a densidade mineral óssea (DMO), assim como aos tecidos moles pela avaliação da DXA, foram estudadas (Van Loan, Keim, Berg, & Mayclin, 1995) utilizando duas versões diferentes de software. Foram encontradas diferenças significativas nos resultados quando os sujeitos eram passados pelo scanner e analisados pelas duas versões de software. Foram observadas diferenças no CMO e na DMO entre os dois diferentes softwares e, ainda, foram observadas alterações na distribuição dos tecidos moles baseadas nos softwares de análise utilizados. Assim, este estudo recomenda precaução aquando de comparações entre estudos que utilizem diferentes versões de software.

ANTROPOMETRIA

Princípios Teóricos

As medidas antropométricas podem ser utilizadas como indicador de adiposidade. As mesmas são úteis para grupos de sujeitos ou populações, embora a sua precisão em indivíduos se apresente limitada, particularmente em crianças (Sopher e col., 2005).

No que concerne a este método, uma das técnicas mais utilizadas baseia-se na medição das pregas subcutâneas.

A medição das pregas subcutâneas em crianças pode ser empregue para estimar a densidade corporal, a massa isenta de gordura (MIG), a massa gorda (MG), e a percentagem de massa gorda (%MG), através da predição de equações pediátricas apropriadas e validadas (Sopher e col., 2005).

Segundo Boileau e col., (1984), para crianças e adolescentes, o uso das pregas na predição da MG apresenta limitações. A primeira centra-se na utilização da densidade corporal total, ou na %MG, como variável dependente, visto que na maioria das equações, o modelo para adultos (equações de Siri ou Brozek) não tem em consideração as mudanças significativas que ocorrem na composição da MIG, nomeadamente, relativas ao decréscimo no teor de água e aumento do conteúdo de proteínas e minerais, nas crianças e adolescentes. A segunda limitação, deve-se a um problema de precisão das equações desenvolvidas e, como consequência, carecerem de aplicabilidade em outras amostras (em crianças e adolescentes, atletas, obesos, ou jovens deficientes). A terceira e última limitação refere-se à relação das pregas com a densidade corporal. Esta relação varia com o estado maturacional, já que a pré-puberdade e puberdade em rapazes e raparigas apresentam diferenças significativas na relação comparativamente a adultos. Ainda, no que concerne às restrições, após uma revisão de diversos estudos, Heyward & Wagner (2004a) sugerem que a predição da precisão de equações varia porque os estudos utilizam diferentes modelos, métodos, idades, grupos étnicos e diferentes adipómetros.

Apesar das limitações acima citadas, e até serem desenvolvidas equações mais precisas, a soma das pregas afigura-se um indicador simples e útil, sendo por isso recomendado para a população pediátrica (Roemmich, Clark, Weltman, & Rogol, 1997).

Pressupostos

A avaliação da morfologia de superfície, nomeadamente das pregas subcutâneas tem sido usada na avaliação da adiposidade total e regional e na predição de MG, já que são utilizados instrumentos portáteis e baratos, proporcionando uma avaliação rápida, com o mínimo de colaboração e razoavelmente precisa (Malina, 1995). Esta avaliação tem como pressuposto o facto da maior parte da gordura estar localizada subcutaneamente, apresentando as pregas adiposas uma elevada correlação com a gordura relativa, sendo o respectivo somatório muito utilizado na predição desta variável na infância e adolescência (Lohman, 1981; Roche, 1996; Sardinha, Fraga, & Moreira, 2000).

Aplicabilidade

A antropometria é uma das mais básicas ferramentas para conhecer o estado nutricional, tanto na sobrenutrição como na subnutrição. Este método é frequentemente usado nas avaliações de saúde pública e testes clínicos. Tradicionalmente, a gordura corporal tem sido estimada pela medição das pregas adiposas subcutâneas que se relacionam razoavelmente bem com a gordura corporal. Algumas preocupações têm sido expressas acerca da validade das pregas adiposas com respeito a esta aproximação porque as pregas adiposas são pobremente reproduzíveis e apenas algumas regiões do corpo podem ser medidas (Mei e col., 2002).

Neste âmbito, apesar dos instrumentos serem portáteis, relativamente acessíveis do ponto do visto económico, não evasivos e terem a capacidade de avaliar grandes amostras, a antropometria requer um treino adequado por profissionais experientes e um controlo de qualidade, incluindo análises de fiabilidade dos dados e calibração do equipamento (Bellisari & Roche, 2005).

Validação e Precisão

Uma das equações mais utilizadas na avaliação da MG em crianças foi desenvolvida por Slaughter e col., (1988) já que o desenvolvimento desta equação utilizou como método de referência um modelo a quatro compartimentos (4C).

No estudo de Leppick e col., (2003), os resultados indicaram que a maioria das equações utilizadas para calcular a %MG em crianças foi significativamente diferente. Usando a %MG medida a partir da densitometria radiológica de dupla energia (DXA) como método critério puderam concluir que apenas o método das pregas adiposas subcutâneas de Slaughter e col., (1988) para ambos os sexos, de Lohman (1992) nas raparigas e de Boileau e col., (1985) nos rapazes não eram significativamente diferentes dos resultados da DXA. Este estudo indicou que a avaliação da composição corporal, nas crianças, é complicada. No entanto, a avaliação da %MG utilizando a técnica de medição das pregas adiposas subcutâneas aplicando a equação de Slaughter e col., (1988), era bastante promissora para utilizar em crianças Estonianas, uma vez que os resultados obtidos foram semelhantes ao da DXA. Assim, concluíram que os resultados indicaram a importância de seleccionar técnicas de campo e equações de regressão, que são apropriadas para a população a que se destinam.

Referindo o trabalho de Sardinha e col., (2003), foi estudado o desempenho das equações preditivas da %MG com base em pregas subcutâneas desenvolvidas por Slaughter e col., (1988) e Sardinha e col., (2000), o modelo desenvolvido por Houtkooper, (1989) com base nos princípios da bioimpedância (BIA) em conjunto com variáveis antropométricas e alguns analisadores portáteis como BF300 e Tanita tendo como referência um modelo a cinco compartimentos (5C), em atletas adolescentes, de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 10 e os 18 anos. As equações desenvolvidas por Sardinha e col., (2000), que usaram como método de referência a DXA apresentaram, relativamente ao modelo a 5C uma notória sobrestimação da adiposidade relativa em raparigas, embora nos rapazes se verificasse uma subestimação. Comparando com o modelo a 5C, verificaram valores de adiposidade relativa inferiores aos modelos desenvolvidos por Slaughter e col., (1988), utilizando como referência o modelo a 4C, onde foi estimada a densidade corporal por pesagem hidrostática, a água por diluição do

duto e o mineral ósseo a partir do rádio e cúbito por radiação fotônica. Os valores da %MG obtidos pelas equações desenvolvidas por Slaughter e col., (1988) foram superiores relativamente ao modelo a 5C em ambos os sexos, principalmente nas raparigas. Também os valores da %MG preditos pela equação de Houtkooper (1989), que utilizou o modelo a 3C (Siri, 1961) como referência, foram superiores relativamente ao modelo de referência. As soluções disponibilizadas pelo método de BIA utilizando o BF300 e a Tanita mostraram-se inadequados a uma avaliação individual com erro reduzido. Assim, concluíram que os métodos analisados, utilizando a morfologia de superfície baseada nas pregas adiposas subcutâneas e a BIA não se revelaram suficientemente precisos para a avaliação da %MG de jovens atletas.

Assim, tendo em conta o que foi anteriormente apresentado utilizamos no nosso estudo a soma das pregas na predição da composição corporal, mais especificamente a fórmula de Slaughter e col. (1988).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

INTRODUÇÃO

No presente capítulo será feita uma caracterização da amostra seleccionada, uma descrição dos instrumentos e métodos de avaliação, bem como da operacionalização do estudo. Posteriormente, será feita referência aos métodos utilizados na avaliação da amostra e conseqüente recolha de dados, assim como à análise estatística utilizada para o tratamento desses dados.

AMOSTRA

Para este estudo foram seleccionados 450 crianças, pelo processo de amostragem estratificada, com 9 anos de idade, pertencentes a todos os conselhos da Região Autónoma da Madeira. Das crianças seleccionadas 219 eram raparigas (idade: 9.74 ± 0.33 anos; altura: 136.88 ± 6.8 cm; peso: 33.77 ± 8.16 kg; índice de massa corporal (IMC): 17.85 ± 3.16 kg/m²) e 231 eram rapazes (idade: 9.75 ± 0.33 anos; altura: 137.17 ± 6.97 cm; peso: 34.3 ± 8.09 kg; IMC: 18.09 ± 3.17 kg/m²). Os dados descritivos da amostra podem ser vistos no quadro 1.

Todas as crianças e respectivos encarregados de educação foram previamente informados sobre os objectivos e os testes de avaliação a que iriam ser submetidos, dando o seu consentimento informado para participar no estudo. Os testes decorreram no Laboratório de Saúde e Prescrição do Exercício, do Departamento de Educação Física e Desporto da Universidade da Madeira, começando de manhã e sendo concluídos todos no mesmo dia.

Quadro 1. Características das crianças em estudo, expressa em média \pm desvio padrão (DP)

	Raparigas ¹			Rapazes ²		
	Média \pm DP	Min. – Máx		Média \pm DP	Min. – Máx	
Idade (anos)	9.74 \pm 0.33	9.00 – 10.60		9.75 \pm 0.33	9.00 – 10.50	
Altura (cm)	136.88 \pm 6.80	119.10 – 156.40		137.17 \pm 6.97	113.20 – 177.60	
Peso(kg)	33.77 \pm 8.16	20.60 – 67.80		34.30 \pm 8.09	22.30 – 69.80	
IMC (kg/m ²)	17.85 \pm 3.16	11.64 – 29.35		18.09 \pm 3.17	9.80 – 30.04	

Abreviações: IMC, Índice de massa corporal; ¹n = 219, ²n =231.

INSTRUMENTOS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Para avaliar a composição corporal foram utilizados dois métodos, como já foi referido anteriormente. Seguidamente falaremos de cada um deles em particular.

Densitometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) – Método de referência

A DXA foi usada para a avaliação da composição do tecido mole de todo o corpo (QDR-1500; Hologic, Waltham, MA, pencil beam mode, software version 5.67 enhanced whole body analysis) pela medição da atenuação dos raios-X emitidos com frequências entre os 70 e 140 kV sincronizados com a frequência de linha para cada pixel da imagem recolhida pelo scan.

A cada participante, após 12 horas de jejum, foi realizada uma avaliação da percentagem de gordura corporal, massa isenta de gordura e conteúdo mineral, utilizando o sistema de avaliação do corpo inteiro. O software também permite conhecer os valores dessas mesmas componentes para regiões específicas: cabeça, tronco, membros superiores (direito e esquerdo) e membros inferiores (direito e esquerdo).

Antes do teste, o aparelho foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante. O mesmo técnico de laboratório que calibrou o aparelho, seguindo as instruções do manual do fabricante, posicionou o participante, realizou o *scan* e a análise dos resultados de acordo com o protocolo standard de análise para o exame de corpo inteiro. Com o objectivo de servir como referência externa para a análise da diferente composição dos tecidos, foi colocado ao longo do indivíduo um *phantom* constituído por 3 campos de material acrílico e 3 campos de alumínio com diferentes espessuras e com propriedades absorptivas conhecidas.

Avaliação Antropométrica

Na avaliação antropométrica foi medido o peso, estatura e pregas adiposas subcutâneas. Os sujeitos foram, pesados, vestindo apenas roupa interior, numa balança

SECA (modelo 210). A altura foi medida com aproximação aos 2mm, num estadiómetro de marca SECA (Seca Baystate Scale and Systms Inc, Cambridge, MA), em que para a medição foi pedido ao sujeito que permanecesse de calcanhares juntos, com a cabeça orientada no plano de Frankfort, e com os braços estendidos ao longo do corpo sendo a medição efectuada durante a fase de inspiração. Dois avaliadores treinados, mediram as pregas adiposas tricipital e geminal, usando as técnicas estandardizadas descritas por Harrison e col., (1988). A espessura das pregas subcutâneas foi medida com adipómetro Harpenden (British indicators. RH15 9LB. England, Model: HSK - BL). Foram efectuadas três medidas consecutivas para cada prega com aproximação aos 0.2mm. Seguidamente foi utilizada a média dos três valores. Estas foram todas retiradas do mesmo lado, lado esquerdo do corpo, de todos os sujeitos.

Para o cálculo da percentagem de massa gorda (%MG) utilizamos a equação de Slaughter e col., (1988). Esta equação (quadro 2) utiliza a soma das pregas adiposas tricipital e geminal:

Quadro 2. Equações Preditivas da %MG pelas pregas adiposas subcutâneas (Slaughter e col., 1988)

Avaliação	Etnia e sexo	Equação
Tricipital + Geminal (Σ)	Caucasianos e Afro-Americanos	
	Rapazes	$\%MG = 0.735(\Sigma)+1.0$
	Raparigas	$\%MG = 0.610 (\Sigma)+5.1$

Avaliação da maturação Sexual

A maturação sexual foi determinada a partir da examinação física através da classificação dos estádios de Tanner (1966).

ORGANIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

No presente estudo participaram três avaliadores. Dois deles avaliaram as pregas antropométricas, para o qual tiveram uma fase de treino e aperfeiçoamento da técnica de avaliação, de forma a minimizar a variabilidade entre os avaliadores e de cada avaliador nas medições repetidas. Um terceiro avaliador, também devidamente familiarizado com os procedimentos do método de densitometria radiológica de dupla energia (DXA) foi responsável pelos exames.

Os testes tinham início pelas 9H00 da manhã, e previamente os avaliadores tinham já preparado todos os equipamentos e material necessário (fichas de registo, adipómetro, etc.), para que não houvesse quaisquer demoras após a chegada dos avaliados, até porque eram crianças pequenas. Após avaliação antropométrica, as crianças deslocavam-se com o avaliador responsável pelo DXA, até à Clínica de Santa Luzia, onde realizavam este exame. Todas as avaliações eram realizadas no mesmo dia, durante a manhã e princípio da tarde.

PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

A análise estatística foi realizada utilizando o software SPSS (SPSS Inc., versão 15.0, Chicago IL). Foi efectuada uma análise exploratória para verificar a presença de erros de entrada da informação, *outliers* e normalidade das distribuições. De seguida foram realizadas a análise descritiva da média e desvio padrão das variáveis demográficas e da composição corporal. Para comparar a percentagem de massa gorda (%MG) obtida pela equação de Slaughter com a DXA, foi efectuada uma comparação de médias, através do teste t de Student, utilizado para amostras emparelhadas. Foi, também, utilizada a regressão linear múltipla, na amostra de rapazes e raparigas, para testar o desempenho da %MG obtida pelo método alternativo na predição da %MG obtida pelo método de referência. Para se perceber se o género tem influência nesta análise foi efectuada uma análise de regressão na amostra total, em que se testou o efeito do género, a interacção do género com a %MG do método alternativo e a %MG do método alternativo como variáveis independentes na predição da %MG do método de referência. No caso de se verificar um efeito significativo do género com a %MG do método alternativo na explicação da %MG do método de referência, a amostra será dividida por género e as análises subsequentes serão realizadas na amostra de rapazes e raparigas separadamente. Também, e no sentido de se perceber se o estado maturacional tem influência nesta análise, na amostra das raparigas e dos rapazes em separado, foi efectuada uma análise de regressão em que se testou o efeito da maturação, a interacção da maturação com a %MG do método alternativo e a %MG do método alternativo como variáveis independentes na predição da %MG do método de referência. No caso de não se verificar um efeito significativo da maturação com a %MG do método alternativo na explicação da %MG do método de referência, proceder-se-á com as análises subsequentes. Por isso, efectuaram-se as análises através da regressão linear simples, tendo sido analisados os coeficientes de correlação (r), de determinação (r^2) e erro padrão de estimação (EPE). Foi ainda testado se o declive e a intercepção da recta de regressão diferira de 1 e 0, respectivamente.

Recorreu-se ao método de *Bland-Altman* (Bland & Altman, 1986) para analisar a concordância entre os dois métodos, sendo definidos intervalos de confiança a 95%.

Adicionalmente, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para testar a associação entre as diferenças e as médias dos métodos. O nível de significância foi estabelecido a $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

INTRODUÇÃO

Tivemos como objectivo principal comparar dois métodos de avaliação da percentagem de massa gorda (%MG), em crianças com 9 anos de idade. Assim procedeu-se à avaliação das variáveis presentes no estudo de acordo com o agendamento prévio, com os alunos seleccionados, das diversas escolas incluídas no projecto.

Neste capítulo, começaremos por apresentar os resultados da aplicação dos diferentes métodos. Posteriormente, seguir-se-ão os resultados gráficos e numéricos da %MG obtida pelas pregas adiposas subcutâneas (SKF) e da avaliação pela densitometria radiológica de dupla energia (DXA).

Seguidamente, proceder-se-á à discussão dos resultados, confrontando-os com alguns dados de estudos realizados no mesmo âmbito.

RESULTADOS

Os dados descritivos da amostra podem ser consultados no quadro 1, não se verificando diferenças significativas ($p>0.05$) entre os dois sexos no que se refere à idade, altura, peso e índice de massa corporal (IMC). No entanto, podemos verificar que 78.2% das crianças tinham peso normal, 15.1% excesso de peso e 6.7% eram obesas, de acordo com os critérios de Cole e col., (2000). Diferenciando por sexo, 77.2% das raparigas tinham peso normal, 16.4% excesso de peso e 6.4% eram obesas, enquanto 79.2% dos rapazes tinham peso normal, 13.9% excesso de peso e 6.9% eram obesos.

No quadro 3 estão os respectivos resultados da percentagem de massa gorda (%MG) obtida pelo método de referência, %MG obtida pela DXA (%MG_{DXA}), e pelo método alternativo, %MG obtida pelas pregas adiposas subcutâneas através da equação de Slaughter e col. (1988) (%MG_{SKF}). Verificou-se, entre os dois géneros, diferenças estatisticamente significativas ($p<0.05$) na %MG obtida por ambos os métodos, sendo as raparigas as que apresentam maiores valores de gordura corporal. Tanto para os rapazes como para as raparigas a %MG_{DXA} é significativamente superior à %MG_{SKF} ($p<0.05$), o que indica que o método alternativo tende a subestimar os valores obtidos pelo método de referência.

Quadro 3. Percentagem de massa gorda obtida pelos dois métodos, expressa em média \pm desvio padrão (DP)

	Raparigas ¹			Rapazes ²		
	Média \pm DP	Min. – Máx		Média \pm DP	Min. – Máx	
MG (%)						
DXA	27.68 \pm 9.16	12.00 – 55.30		22.10 \pm 9.18	9.70 – 48.50	
SKF (Slaughter, 1988)	23.67 \pm 7.00	12.18 – 48.65		18.26 \pm 8.54	7.25 – 52.08	

Abreviações: MG, Massa Gorda Total expressa em %, a partir dos métodos DXA e antropometria, ¹n = 220, ²n = 231.

Na figura 2 está indicado o desempenho do método alternativo (%MG_{SKF}) na estimação da %MG obtida pela DXA, para rapazes e raparigas. A equação de Slaughter e col., (1988) tem, para ambos os sexos, uma correlação elevada, com reduzido erro padrão

de estimação, com %MG_{DXA} (raparigas: r=0.94; EPE=3.2 e rapazes: r=0.96; EPE=2.7). Para as raparigas o modelo de Slaughter e col., (1988), explica 87.5% da variância do método de referência, enquanto nos rapazes 91.3% da variância é explicada.

No que respeita ao declive e intercepção da recta de regressão, esta difere da linha de identidade, uma vez que o valor do declive difere de 1 nas raparigas, e o valor da intercepção difere de 0 nos rapazes.

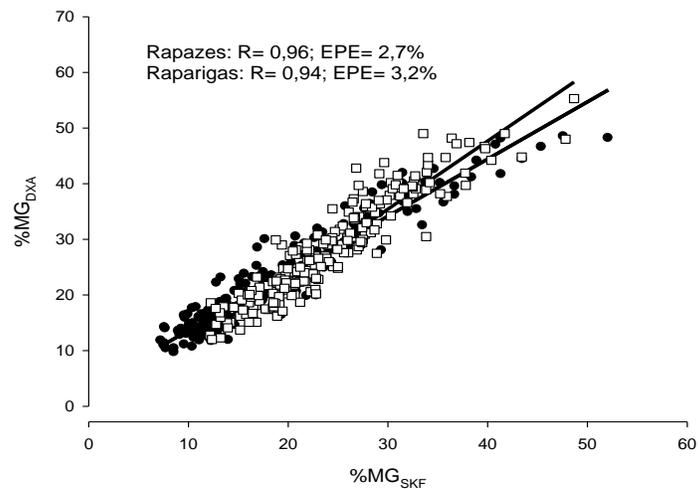


Figura 2. Regressão da %MG_{SKF} (equação de Slaughter) estimada, utilizando o método de referência (%MG_{DXA}).

No quadro 4 estão representados os resultados da regressão e da concordância entre os dois métodos.

Quadro 4. Resultados da regressão: declive (β), intercepção, coeficiente de correlação (r), erro padrão de estimação (EPE) e concordância (média da diferença, limites e correlação) entre a %MG do método de referência e a %MG obtida pelas SKF através da equação de Slaughter e col. (1988).

	β	intercep.	r	EPE	Concordância		
					Média da diferença	limites	correlação
%MG _{SKF}							
Raparigas (n= 219)	1.23 ^a	-1.30	0.94	3.23	-4.01	-11.19, 3.16	-0.61*
Rapazes (n= 231)	1.03	3.34 ^b	0.96	2.70	-3.85	-9.26, 1.57	-0.24*

* p < 0.05;

^aSignificativamente diferente de 1, p < 0.05

^bSignificativamente diferente de 0, p < 0.05

Pretendeu-se determinar quais os níveis de concordância entre as mesmas variáveis. Para tal recorreu-se ao método preconizado por Bland & Altman (1986) para comparação de dados entre os dois métodos, definindo intervalos de confiança a 95%. Os resultados deste procedimento estão representados na figura 3. Da análise destas figuras, podemos observar os limites de concordância a variarem entre -9.26 e 1.57% nos rapazes, enquanto nas raparigas a variam entre -11.19 e 3.16%, ou seja, os valores das diferenças entre os dois métodos parecem apresentar maior variabilidade no género feminino. Em ambos os casos é visível a subestimação, em valor médio, do método de referência, com uma média da diferença a situar-se nos -3.8% e -4.0%, respectivamente para os rapazes e raparigas. No que respeita à figura 3, importa, ainda, acrescentar que tanto nos rapazes como nas raparigas observou-se uma associação negativa entre a diferença dos métodos e a média dos métodos. Assim, a diferença entre os métodos alternativo e de referência está dependente do nível de adiposidade, sendo que o método alternativo tende a sobrestimar a %MG nas crianças mais magras e a subestimar nas mais gordas.

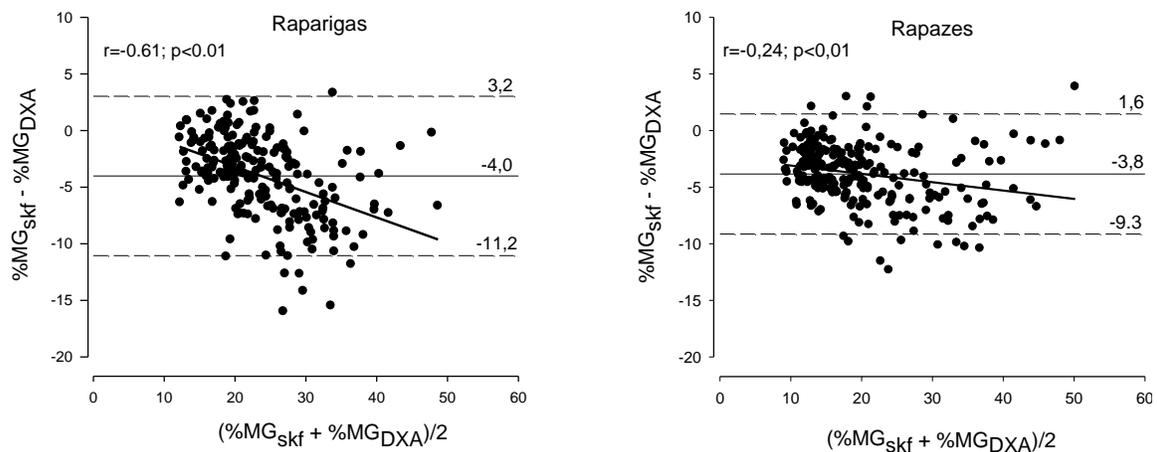


Figura 3. Níveis de concordância entre o método de referência ($\%MG_{DXA}$) e $\%MG_{SKF}$ (equação de Slaughter). A linha sólida representa a média da diferença entre os métodos. As linhas tracejadas representam os limites de concordância a 95% de confiança ($\pm 1,96$ D.P.). A recta de regressão representa a associação entre a diferença e a média dos dois métodos.

DISCUSSÃO

A validação de métodos simples e práticos para avaliar a composição corporal, particularmente a percentagem de massa gorda (%MG) em crianças é importante na aplicação clínica. A morfologia de superfície, nomeadamente a medição de pregas adiposas subcutâneas é um instrumento rápido e pouco dispendioso de avaliação da adiposidade numa população pediátrica.

Este estudo efectuado em rapazes e raparigas com 9 anos de idade, teve como objectivo analisar o desempenho de uma equação preditiva da %MG com base na morfologia de superfície, designadamente as pregas adiposas subcutâneas, desenvolvida por Slaughter e col., (1988), tendo como referência a densitometria radiológica de dupla energia (DXA).

A DXA foi o método escolhido como método de referência, pois é um método que tem surgido amplamente como um dos mais precisos e válidos na avaliação da composição corporal em crianças e adolescentes (Ellis, 1997; K. J. Ellis, S. A. Abrams, & Wong, 1997; Ellis, Shypailo, & Wong, 1999). Esta análise torna-se pertinente, pois a avaliação da composição corporal em crianças, foi em alguns estudos (Deurenberg, Pieters, & Hautvast, 1990) realizada através da utilização de métodos desenvolvidos a partir de modelos de análise da composição corporal a dois compartimentos (dividem a massa corporal em massa gorda e massa isenta de gordura) (Siri, 1961). Contudo, os pressupostos da utilização destes modelos a dois compartimentos (2C) não consideram o aumento de mineral ósseo desde a infância à idade adulta, bem como as alterações na quantidade de água corporal total que diminuem da infância para a idade adulta (Lohman, 1986). Deste modo, a sua utilização não é aconselhável para uma população pediátrica devido aos pressupostos inerentes às técnicas que se baseiam na relativa estabilidade da densidade da massa isenta de gordura (Heymsfield e col., 1997). Com o aparecimento da DXA, inicialmente conceptualizada para a avaliação do conteúdo mineral ósseo foi posteriormente alargada para a avaliação da composição corporal. Neste sentido, a DXA é considerada um modelo a três compartimentos (3C), já que divide o peso corporal em massa gorda (MG), mineral ósseo e massa isenta de gordura (MIG), tendo sido usada como método de referência na validação de métodos densitométricos e de outros métodos

alternativos como a morfologia de superfície (Ellis, 1996; Ellis, 1997; K.J. Ellis, S.A. Abrams, & Wong, 1997; Sardinha, Lohman, Teixeira, Guedes, & Going, 1998).

A escolha da equação de Slaughter e col., (1988) para determinar a %MG a partir das pregas adiposas subcutâneas, prendeu-se com o facto de esta equação ter sido desenvolvida com base num modelo a quatro compartimentos (4C), numa amostra de crianças e adolescentes. Esta equação utiliza a soma de duas pregas adiposas para predizer a %MG. O erro de predição desta equação situa-se entre 3.6% e 3.8% MG. Esta equação está indicada para ser utilizada na avaliação da composição corporal de crianças de ambos os sexos, entre os 8 e 17 anos de idade, Caucasianas e Afro-Americanas (Heyward & Wagner, 2004b). No nosso estudo foi utilizado o adipómetro Harpenden, tal como no estudo de Slaughter e col. (1988), pelo que não são explicáveis diferenças metodológicas devidas ao equipamento.

Começando por analisar os dados do quadro 1, observamos que a nossa amostra foi constituída por 450 crianças, das quais 219 eram raparigas e 231 rapazes, constituindo este um ponto forte do nosso estudo. Constata-se que a idade dos sujeitos varia entre os 9 e os 10 anos, sendo a média de idades para as raparigas de 9.74 e para os rapazes de 9.75, o que ilustra uma certa homogeneidade desta variável na amostra. Também a altura, o peso e o índice de massa corporal (IMC), não apresentaram diferenças significativas ($p>0.05$), o que indica alguma semelhança da amostra estudada relativamente a estas variáveis.

A análise dos nossos dados foi feita para rapazes e raparigas separadamente porque, quer o género, quer a relação do género com o método alternativo (%MG_{SKF}), tiveram um contributo significativo ($p<0.001$) na variabilidade dos valores obtidos pelo método de referência (%MG_{DXA}), indicando que a explicação do método de referência pelo método alternativo era mediada pelo género, o que justificou a subsequente análise para rapazes e raparigas, em separado. Visto que, também, o estado maturacional poderia influenciar a avaliação obtida pelos dois métodos, foi testada o efeito da interacção da maturação com a %MG obtida pelo método alternativo na predição dos valores obtidos pela DXA (rapazes: $p=0.722$; raparigas: $p=0.418$) que não revelou ter qualquer associação. Assim, tanto para os rapazes como para as raparigas, a associação entre a %MG obtida pela equação e o método de referência não foi mediada pela maturação.

Diferentes estudos mostram que uma maior variabilidade na amostra relativamente à idade, peso, altura, IMC e estado maturacional pode influenciar os valores de %MG obtidos por diferentes técnicas (Buisson, Ittenbach, Stallings, & Zemel, 2006; Rush, Plank, Lulu, & Robinson, 1997), no entanto, a amostra do nosso estudo parece ser muito homogénea.

Validade e desempenho da %MG obtida pela equação de Slaughter e col., (1988)

No presente estudo, os resultados da análise da regressão linear da equação de Slaughter e col., (1988) com a DXA parecem realçar a validade desta técnica. A correlação é bastante elevada tanto para os rapazes ($r=0.96$) como para as raparigas ($r=0.94$), com um erro padrão de estimação (EPE) baixo (2.7 e 3.2, respectivamente), pelo que, segundo Lohman (1992) esta técnica pode considerar-se como apresentando uma validade aceitável. Vários estudos apresentam resultados semelhantes para crianças e adolescentes. Neste sentido, de acordo com Goran e col., 1996 as a equação de Slaughter e col., (1988) relativamente à DXA na avaliação da MG, evidenciou uma forte correlação ($R^2=0.87$; EPE=1.11kg), num estudo cujo objectivo era comparar técnicas de avaliação da composição corporal com a DXA, em crianças. Num outro estudo (Leppick, Jürimäe, & Jürimäe, 2003) que pretendia comparar a %MG obtida pela DXA com várias equações de regressão para avaliar a composição corporal, indicou que apenas a equação de Slaughter e col., (1988) não diferiu significativamente da %MG_{DXA}, para ambos os sexos. Ainda, num outro estudo (Steinberger e col., 2005), que comparou a %MG através de dois métodos diferentes, foi também verificado um elevado coeficiente de correlação para os rapazes ($r=0.93$) e raparigas ($r=0.92$) na adiposidade obtida pela equação de Slaughter e col., (1988) e a DXA, valores muito próximos daqueles encontrados no nosso estudo.

Níveis de concordância entre os métodos

Finalmente, pretendeu-se saber, independentemente dos graus de correlação obtidos entre os modelos em análise, quais os níveis de concordância entre os valores resultantes da aplicação da equação de Slaughter e col., (1988) e a DXA, através da técnica *Bland-Altman* (Bland & Altman, 1986). A figura 3 ilustra estes níveis de concordância, separadamente para raparigas (esquerda) e rapazes (direita). Ao analisarmos estes gráficos, verifica-se que os limites de concordância variaram de -11.2 e 3.2 %MG nas raparigas e entre -9.3 e 1.6%MG nos rapazes, o que mostra alguma variabilidade individual na estimação da %MG pelo método alternativo. A título de exemplo, um rapaz com uma %MG obtida pela DXA de 25%, ao ser avaliado pela equação de Slaughter e col. (1988), o seu valor poderia ser de 26.6 % ou de 15.7 % de MG. Neste exemplo, poderíamos correr o risco, no caso do rapaz ser avaliado como tendo 15.7%, de não prescrever um correcto plano de redução da sua massa gorda através de exercício e hábitos alimentares mais saudáveis, quando de facto, esta intervenção poderia ser determinante.

Para além disso, também se verificou que a diferença entre os métodos alternativo e de referência é influenciada pelo nível de adiposidade. Ou seja, nas crianças mais magras o método alternativo tende a sobrestimar a %MG e nas mais gordas a subestimar, o que revela algumas limitações da equação de Slaughter e col., (1988) na estimação da adiposidade numa população pediátrica situada em valores extremos de adiposidade.

Na comparação entre várias equações de predição da %MG, incluindo a de Slaughter e col., (1988), com a %MG avaliada pela DXA em crianças e adolescentes Ellis (1996), também encontrou limites alargados na análise de concordância entre os métodos, situados entre -0.3 ± 6.7 e 4.2 ± 2.7 MG (média \pm DP, respectivamente). Também Sardinha e col., (2003), numa amostra de atletas adolescentes apresentou limites de concordância alargados entre a %MG obtida pela equação de Slaughter e col., (1988) e um modelo a 4C como método de referência, que variaram entre -11.7 e 4.9% nos rapazes e -11.6 e 1.9% nas raparigas.

Podem ser descritas algumas limitações na elaboração do presente trabalho. A DXA foi utilizada como método de referência por ser considerada um método preciso e válido para avaliação da %MG em indivíduos pré-pubertário e pubertários (Fields & Goran, 2000), em raparigas adolescentes (Wong e col., 2002), em atletas adolescentes (Silva, Minderico, Teixeira, Pietrobelli, & Sardinha, 2006), em crianças e adolescentes obesas (Gately e col., 2003) e numa população pediátrica (Sopher e col., 2004), assim como da composição corporal em crianças (Reilly, 1998), embora este método ainda não seja reconhecido como o estado da arte na avaliação da composição corporal (Treuth e col., 2001; Van Der Ploeg, Withers, & Laforgia, 2003). O estado da arte na determinação da %MG seria a utilização de um modelo a 4C, já que permite controlar para a variabilidade dos componentes da MIG, água, mineral e proteína. Especialmente em crianças onde a maturidade química ainda não foi alcançada, é determinante a utilização de um modelo a 4C na correcta estimação da massa gorda, a nível molecular (Lohman, 1986). Ainda em relação ao uso da DXA, e uma vez que existem diferenças entre os fabricantes destes equipamentos, também os resultados da avaliação da massa gorda podem apresentar diferenças em função da marca e modelo utilizados (Tataranni, Pettitt, & Ravussin, 1996; Tothill & Hannan, 2000), tornando a interpretação dos nossos dados influenciada pelo equipamento, modelo e modo de scan utilizado neste estudo (Hologic, QDR-1500, pencil-beam model, Hologic, Inc. Waltman, MA, USA).

A validade dos nossos resultados só pode ser aplicável a crianças Caucasianas, com idades situadas entre os 9 e os 10 anos. No entanto, esta amostra apresentou um tamanho considerável, incluindo crianças saudáveis cuja adiposidade variou entre os 12 e os 55% MG pelo que deve ser considerada como um dos pontos fortes deste trabalho, já que é possível conhecer o desempenho do método alternativo num grupo etário semelhante, mas cuja composição corporal pode ser tão ampla.

Finalmente, e visto que se trata de um estudo transversal, não é possível conhecer o desempenho desta equação em estudos longitudinais, por exemplo, nas alterações observadas ao longo do crescimento e maturação.

CONCLUSÕES

Em conclusão, a equação de Slaughter e col., (1988) apresentou uma validade aceitável na avaliação da composição corporal num grupo de crianças, constituindo uma alternativa rápida na estimação da composição corporal numa avaliação inicial em escolas, clubes e estudos de larga escala. No entanto, se a necessidade de uma avaliação válida é determinante para uma correcta intervenção na saúde da criança, este método pode apresentar uma validade limitada pelo que pode ser justificada a utilização de um método mais válido em termos clínicos, como a densitometria radiológica de dupla energia (DXA). Deve ser, ainda, salientada a necessidade de mais estudos de validação, em populações pediátricas, desta técnica utilizando intervalos de idades mais abrangentes, bem como na avaliação do seu desempenho durante o crescimento, maturação ou efeito de intervenções.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFIA

- Bellisari, A., & Roche, A. F. (2005). Anthropometry and ultrasound. In S. B. Heymsfield & T. G. Lohman & C. Wang & S. B. Going (Eds.), *Human body composition* (2^a ed., pp. 109-127): Human Kinetics.
- Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Bao, W., Newman, W. P., 3rd, Tracy, R. E., & Wattigney, W. A. (1998). Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *New England Journal of Medicine*, 338(23), 1650-1656.
- Berenson, G. S., Srinivasan, S. R., Wattigney, W. A., & Harsha, D. W. (1993). Obesity and cardiovascular risk in children. *Ann N Y Acad Sci*, 699, 93-103.
- Bertin, E., Ruiz, J. C., Mourot, J., Peiniau, P., & Portha, B. (1998). Evaluation of dual-energy X-Ray absorptiometry for body-composition assessment in rats. *J Nutr*, 128(9), 1550-1554.
- Blair, S. N., Booth, M., Gyarfas, I., Iwane, H., Marti, B., Matsudo, V., Morrow, M. S., Noakes, T., & Shephard, R. (1996). Development of public policy and physical activity initiatives internationally. *Sports Med*, 21(3), 157-163.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 1(8476), 307-310.
- Boileau, M. A., Lohman, T. G., & Slaughter, M. H. (1985). Exercise and Body Composition in Children and Youth. *Scandinavian Journal of Sport Science*, 7, 17-27.
- Boileau, R. A., Lohman, T. G., Slaughter, M. H., Bail, T. E., Going, S. B., & Hendrix, M. K. (1984). Hydration of the fat free body in children during maturation. *Human Biology*, 56(4), 651-666.
- Bouchard, C. (2000). Introduction. In C. Bouchard (Ed.), *Physical Activity and Obesity: Human Kinetics*.
- Brunton, J. A., Bayley, H. S., & Atkinson, S. A. (1993). Validation and application of dual-energy x-ray absorptiometry to measure bone mass and body composition in small infants. *Am J Clin Nutr*, 58(6), 839-845.

- Buisson, A. M., Ittenbach, R. F., Stallings, V. A., & Zemel, B. S. (2006). Methodological agreement between two-compartment body-composition methods in children. *Am J Hum Biol*, 18(4), 470-480.
- Clark, R. R., Kuta, J. M., & Sullivan, J. C. (1993). Prediction of percent body fat in adult males using dual energy x-ray absorptiometry, skinfolds, and hydrostatic weighing. *Med Sci Sports Exerc*, 25(4), 528-535.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj*, 320(7244), 1240-1243.
- Deurenberg, P., Pieters, J. J. L., & Hautvast, J. G. A. J. (1990). The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *British Journal of Nutrition*, 63, 293-303.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). 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. *British Journal of Nutrition*, 32, 77-97.
- Ebbeling, C. B., Pawlak, D. B., & Ludwig, D. S. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*, 360(9331), 473-482.
- Eckel, R. H. (2005). Obesity. *Circulation*, 111(15), e257-259.
- Ellis, K. J. (1996). Measuring body fatness in children and young adults: comparison of bioelectric impedance analysis, total body electrical conductivity, and dual-energy X-ray absorptiometry. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 20(9), 866-873.
- Ellis, K. J. (1997). Body composition of a young, multiethnic, male population. *American Journal of Clinical Nutrition*, 66, 1323-1331.
- Ellis, K. J., Abrams, S. A., & Wong, W. W. (1997). Body composition of a young, multiethnic female population. *Am J Clin Nutr*, 65(3), 724-731.
- Ellis, K. J., Shypailo, R. J., Pratt, J. A., & Pond, W. G. (1994). Accuracy of dual-energy x-ray absorptiometry for body-composition measurements in children. *American Journal of Clinical Nutrition*, 60, 660-665.
- Ellis, K. J., Shypailo, R. J., & Wong, W. W. (1999). Measurement of body water by multifrequency bioelectrical impedance spectroscopy in a multiethnic pediatric population. *Am J Clin Nutr*, 70(5), 847-853.
- Evans, E. M., Prior, B. M., & Modlesky, C. M. (2005). A mathematical method to estimate body composition in tall individuals using DXA. *Med Sci Sports Exerc*, 37(7), 1211-1215.

- Fields, D. A., & Goran, M. I. (2000). Body composition techniques and the four-compartment model in children. *J Appl Physiol*, 89(2), 613-620.
- Fohlin, L. (1977). Body composition, cardiovascular and renal function in adolescent patients with anorexia nervosa. *Acta Paediatr Scand Suppl*(268), 1-20.
- Gately, P. J., Radley, D., Cooke, C. B., Carroll, S., Oldroyd, B., Truscott, J. G., Coward, W. A., & Wright, A. (2003). Comparison of body composition methods in overweight and obese children. *J Appl Physiol*, 95(5), 2039-2046.
- Genton, L., Hans, D., Kyle, U. G., & Pichard, C. (2002). Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition: differences between devices and comparison with reference methods. *Nutrition*, 18(1), 66-70.
- Going, S. B., & Davis, R. (2001). *Body Composition, ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (Fourth Edition ed.). United States of America: Lippincott, Williams & Wilkins, Inc.
- Goran, M. I., Driscoll, P., Johnson, R., Nagy, T. R., & Hunter, G. (1996). Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr*, 63(3), 299-305.
- Gunnell, D. J., Frankel, S. J., Nanchahal, K., Peters, T. J., & Davey Smith, G. (1998). Childhood obesity and adult cardiovascular mortality: a 57-y follow-up study based on the Boyd Orr cohort. *Am J Clin Nutr*, 67(6), 1111-1118.
- Guo, S. S., Wu, W., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. (2002). Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr*, 76(3), 653-658.
- Gutin, B., Barbeau, P., Litaker, M. S., Ferguson, M., & Owens, S. (2000). Heart rate variability in obese children: relations to total body and visceral adiposity, and changes with physical training and detraining. *Obes Res*, 8(1), 12-19.
- Gutin, B., Litaker, M., Islam, S., Manos, T., Smith, C., & Treiber, F. (1996). Body-composition measurement in 9-11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr*, 63(3), 287-292.
- Harrison, G. G., Buskirk, E. R., Carter, J. L., Johnston, F. E., Lohman, T. G., Roche, A. F., & Wilmore, J. (1988). Skinfold thicknesses and measurement technique. In T. G. Lohman & A. F. Roche & R. Martorell (Eds.), *Anthropometric standardization reference manual* (pp. 177). Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Haslam, D. W., & James, W. P. (2005). Obesity. *Lancet*, 366(9492), 1197-1209.

- Heymsfield, S. B., Wang, Z., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (1997). Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr*, 17, 527-558.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004a). *Applied body composition assessment* (2^a ed.). : Human Kinetics.
- Heyward, V. H., & Wagner, D. R. (2004b). Body Composition and Children, *Applied Body Composition Assessment* (pp. 109-121). United States of America: Human Kinetics Publishers.
- Hill, A. J., & Silver, E. K. (1995). Fat, friendless and unhealthy: 9-year old children's perception of body shape stereotypes. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 19(6), 423-430.
- Howley, E. T., & Franks, B. D. (1997). *Health Fitness Instructor's Handbook* (third ed.). United States of America: Human Kinetics publishers.
- Kistorp, C. N., & Svendsen, O. L. (1998). Body composition results by DXA differ with manufacturer, instrument generation and software version. *Appl Radiat Isot*, 49(5-6), 515-516.
- Kohrt, W. M. (1998). Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *J Appl Physiol*, 84(1), 372-377.
- Leppick, A., Jürimäe, T., & Jürimäe, J. (2003). The Measurement of Body Composition usink Skinfold Thickness or Bioelectrical Impedance Methods in Chilfren. *Papers on Anthropology XII*, 124-132.
- Lohman, T. G. (1981). Skinfolde and body density and their relationship to body fatness: A review. *Human Biology*, 53(2), 181-255.
- Lohman, T. G. (1986). Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. In J. O. Holloszy (Ed.), *Exercise and Sports Science Reviews* (Vol. 14, pp. 325-357): Williams & Wilkins.
- Lohman, T. G. (1992). *Advances in body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Lohman, T. G. (1996). Dual energy x-ray absorptiometry. In A. F. Roche & S. B. Heymsfield & T. G. Lohman (Eds.), *Human body composition* (pp. 63-78). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Lohman, T. G., & Chen, Z. (2005). Dual-Energy X-Ray Aborptiometry, *Human Body Composition* (Second ed.). Unites States of America: Human Kinetics Publishres.

- Lohman, T. G., Harris, M., Teixeira, P. J., & Weiss, L. (2000). Assessing body composition and changes in body composition. Another look at dual-energy X-ray absorptiometry. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 45-54.
- Mahoney, L. T., Burns, T. L., Stanford, W., Thompson, B. H., Witt, J. D., Rost, C. A., & Lauer, R. M. (1996). Coronary risk factors measured in childhood and young adult life are associated with coronary artery calcification in young adults: the Muscatine Study. *J Am Coll Cardiol*, 27(2), 277-284.
- Malina, R. M. (1995). Anthropometry. In P. J. Maud & C. Foster (Eds.), *Physiological assessment of human fitness* (pp. 205-219). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Mazess, R. B., Barden, H. S., & Ohlrich, E. S. (1990). Skeletal and body-composition effects of anorexia nervosa. *Am J Clin Nutr*, 52(3), 438-441.
- Mei, Z., Grummer-Strawn, L. M., Pietrobelli, A., Goulding, A., Goran, M. I., & Dietz, W. H. (2002). Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr*, 75(6), 978-985.
- Mello, E. D., Luft, V. C., & Meyer, F. (2004). [Childhood obesity--towards effectiveness]. *J Pediatr (Rio J)*, 80(3), 173-182.
- Minderico, C. S., Silva, A. M., Keller, K., Branco, T. L., Martins, S. S., Palmeira, A. L., Barata, J. T., Carnero, E. A., Rocha, P. M., Teixeira, P. J., & Sardinha, L. B. (2008). Usefulness of different techniques for measuring body composition changes during weight loss in overweight and obese women. *Br J Nutr*, 99(2), 432-441.
- Modlesky, C. M., Lewis, R. D., Yetman, K. A., Rose, B., Roskopf, L. B., Snow, T. K., & Sparling, P. B. (1996). Comparison of body composition and bone mineral measurements from two DXA instruments in young men. *Am J Clin Nutr*, 64(5), 669-676.
- Nord, R. H., & Payne, R. H. (1995). Body Composition by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry - A review of the technology. *Asia Pac J Clin Nutr*, 4, 167-171.
- Padez, C., Fernandes, T., Mourao, I., Moreira, P., & Rosado, V. (2004). Prevalence of overweight and obesity in 7-9-year-old Portuguese children: trends in body mass index from 1970-2002. *Am J Hum Biol*, 16(6), 670-678.
- Padez, C., Mourao, I., Moreira, P., & Rosado, V. (2005). Prevalence and risk factors for overweight and obesity in Portuguese children. *Acta Paediatr*, 94(11), 1550-1557.

- Pietrobelli, A., Formica, C., Wang, Z., & Heymsfield, S. B. (1996). Dual-energy x-ray absorptiometry body composition model: A review of physical concepts. *American Journal of Physiology (Endocr Metab)*, 271(34), E941-E951.
- Pietrobelli, A., Wang, Z., Formica, C., & Heymsfield, S. B. (1998). Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. *Am J Physiol*, 274(5 Pt 1), E808-816.
- Pintauro, S. J., Nagy, T. R., Duthie, C. M., & Goran, M. I. (1996). Cross-calibration of fat and lean measurements by dual-energy X-ray absorptiometry to pig carcass analysis in the pediatric body weight range. *Am J Clin Nutr*, 63(3), 293-298.
- Reilly, J. J. (1998). Assessment of body composition in infants and children. *Nutrition*, 14(10), 821-825.
- Roche, A. F. (1996). Anthropometry and ultrasound. In A. F. Roche & S. B. Heymsfield & T. G. Lohman (Eds.), *Human Body Composition* (pp. 167-189). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Roemmich, J. N., Clark, P. A., Weltman, A., & Rogol, A. D. (1997). Alterations in growth and body composition during puberty. I. Comparing multicompartiment body composition models. *J Appl Physiol*, 83(3), 927-935.
- Rush, E. C., Plank, L. D., Lualaba, M. S., & Robinson, S. M. (1997). Prediction of percentage body fat from anthropometric measurements: comparison of New Zealand European and Polynesian young women. *Am J Clin Nutr*, 66(1), 2-7.
- Sardinha, L. B., Fraga, C., & Moreira, M. H. (2000). Uma nova equação para a estimação da percentagem de massa gorda em rapazes e raparigas portuguesas com idades compreendidas entre 10 e 15 anos. *Arquivos de Medicina*, 14.
- Sardinha, L. B., Lohman, T. G., Teixeira, P. J., Guedes, D. P., & Going, S. B. (1998). Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr*, 68(4), 786-793.
- Sardinha, L. B., Silva, A., Minderico, C., Branco, T., Martins, S., & Carnero, E. (2003). Validação Externa de Métodos Antropométricos e de Biomedância para a Avaliação da Percentagem de Massa Gorda em Jovens Atletas. *Obesidade, Diabetes e Complicações*, 2(3-4), 139-147.
- Silva, A. M., Baptista, F., Minderico, C., Rodrigues, A., Pietrobelli, A., Teixeira, P. J., & L.B., S. (2004). Calibration models to estimate body composition measurements in tall subjects using DXA. *International Journal of Body composition Research*, 2(4), 165-173.

- Silva, A. M., Minderico, C. S., Teixeira, P. J., Pietrobelli, A., & Sardinha, L. B. (2006). Body fat measurement in adolescent athletes: multicompartiment molecular model comparison. *Eur J Clin Nutr*, 60(8), 955-964.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: Analysis of method. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223-244). Washington, DC: National Academy of Sciences.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*, 60(5), 709-723.
- Sopher, A., Shen, W., & Pietrobelli, A. (2005). Pediatric body composition methods. In S. B. Heymsfield & T. G. Lohman & Z. Wang & S. B. Going (Eds.), *Human body composition* (2^a ed., pp. 129-139): Human Kinetics.
- Sopher, A. B., Thornton, J. C., Wang, J., Pierson, R. N., Jr., Heymsfield, S. B., & Horlick, M. (2004). 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*, 113(5), 1285-1290.
- Stall, S. H., Ginsberg, N. S., DeVita, M. V., Zabetakis, P. M., Lynn, R. I., Gleim, G. W., Wang, J., Pierson, R. N., Jr., & Michelis, M. F. (1996). Comparison of five body-composition methods in peritoneal dialysis patients. *Am J Clin Nutr*, 64(2), 125-130.
- Steinberger, J., Jacobs, D. R., Raatz, S., Moran, A., Hong, C. P., & Sinaiko, A. R. (2005). 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 (Lond)*, 29(11), 1346-1352.
- Svendsen, O. L., Haarbo, J., Hassager, C., & Christiansen, C. (1993). Accuracy of measurements of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry in vivo. *American Journal of Clinical Nutrition*, 57, 605-608.
- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., & Takaishi, M. (1966). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: british children. *Archives of Disease in Childhood*, 41, 454-471, 613-635.
- Tataranni, P. A., Pettitt, D. J., & Ravussin, E. (1996). Dual energy X-ray absorptiometry: inter-machine variability. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 20(11), 1048-1050.
- Tataranni, P. A., & Ravussin, E. (1995). Use of dual-energy X-ray absorptiometry in obese individuals. *Am J Clin Nutr*, 62(4), 730-734.

- Tothill, P., & Hannan, W. J. (2000). Comparisons between Hologic QDR 1000W, QDR 4500A, and Lunar Expert dual-energy X-ray absorptiometry scanners used for measuring total body bone and soft tissue. *Ann N Y Acad Sci*, 904, 63-71.
- Treuth, M. S., Butte, N. F., Wong, W. W., & Ellis, K. J. (2001). Body composition in prepubertal girls: comparison of six methods. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(9), 1352-1359.
- Van Der Ploeg, G. E., Withers, R. T., & Laforgia, J. (2003). Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. *J Appl Physiol*, 94(2), 499-506.
- Van Loan, M. D., Keim, N. L., Berg, K., & Mayclin, P. L. (1995). Evaluation of body composition by dual energy x-ray absorptiometry and two different software packages. *Med Sci Sports Exerc*, 27(4), 587-591.
- Wang, Z.-M., Pierson, R. N., Jr, & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: A new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56, 19-28.
- WHO. (1998). *Obesity: Preventing and managing the Global Epidemic*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2004). *Overweight and obesity*. Geneva: World Health Organization
- Williams, J. E., Wells, J. C., Wilson, C. M., Haroun, D., Lucas, A., & Fewtrell, M. S. (2006). Evaluation of Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in healthy persons and patients by comparison with the criterion 4-component model. *Am J Clin Nutr*, 83(5), 1047-1054.
- Wong, W. W., Hergenroeder, A. C., Stuff, J. E., Butte, N. F., Smith, E. O., & Ellis, K. J. (2002). Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr*, 76(2), 384-389.