

# Densidade mineral óssea e composição corporal em adolescentes com déficit de crescimento

Bone mineral density and body composition in adolescents with failure to thrive

Thiago Sacchetto de Andrade<sup>1</sup>, Luiz Anderson Lopes<sup>2</sup>, Marcelo de Medeiros Pinheiro<sup>3</sup>, Vera Lucia Szejnfeld<sup>4</sup>, José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei<sup>5</sup>

## RESUMO

**Objetivos:** Avaliar a massa mineral óssea de adolescentes com déficit de crescimento, correlacionando-a com alguns aspectos de sua composição corporal. **Métodos:** Estudo caso-controle envolvendo 126 adolescentes (15 a 19 anos de idade), nos estádios finais da puberdade sendo 76 eutróficos e 50 com déficit de crescimento, familiar ou atraso constitucional do crescimento, pareados segundo a idade, o gênero e o grau de estadiamento puberal. Foram medidos o peso, a estatura e calculados escore Z de estatura/idade e o índice de massa corpórea; foram determinados o conteúdo mineral ósseo, a densidade mineral óssea e a densidade mineral óssea ajustada do corpo total, coluna lombar e fêmur; massa magra total e corrigida para a estatura, massa gorda total e corrigida para a estatura. Utilizaram-se os testes *t* de Student (peso, estatura e composição corporal) e de Mann-Whitney (massa óssea), e a regressão linear múltipla (determinantes da massa óssea). **Resultados:** O peso, a estatura e o Z-estatura/idade foram significativamente maiores entre os eutróficos. Os dois grupos não apresentaram diferença significativa para a massa gorda, porcentagem de massa gorda, massa magra total corrigida para estatura e massa gorda total corrigida para estatura. Contudo, a massa magra foi menor para o grupo com déficit de crescimento. **Conclusões:** Não foi encontrada diferença significativa entre as medidas de massa óssea de adolescentes com déficit de crescimento, contudo os fatores determinantes da formação da massa óssea devem ser mais bem estudados devido à correlação positiva com massa magra total detectada entre estes indivíduos com déficit de crescimento.

**Descritores:** Densidade óssea; Composição corporal; Adolescente; Transtornos do crescimento

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate bone mineral mass in adolescents with failure to thrive in relation to body composition. **Methods:** A case-control study involving 126 adolescents (15 to 19 years), in final puberty maturation being 76 eutrophic and 50 with failure to thrive (genetic or constitutional delay of growth), of matching ages, gender and pubertal maturation. The weight, height and calculated Z score for height/age and body mass index; bone mineral content, bone mineral density and adjusted bone mineral density were established for total body, lower back and femur; total fat-free mass and height-adjusted fat-free mass index, total fat mass and height-adjusted. The statistical analyses were performed using the Student's *t*-test (weight, height and body composition); Mann-Whitney test (bone mass) and multiple linear regression (bone mass determinants). **Results:** weight, height and height/age Z-score were significantly higher among eutrophic subjects. Both groups did not show statistically significant differences for fat mass, percentage of fat mass, total fat mass height adjusted and fat-free mass index height adjusted. However, total free fat mass was smaller for the failure to thrive group. **Conclusions:** There was no statistically significant difference for bone mass measurements among adolescents with failure to thrive; however, the factors that determine bone mass formation should be better studied due to the positive correlation with free fat mass detected in these individuals.

**Keywords:** Bone density; Body composition; Adolescent; Growth disorders

## INTRODUÇÃO

Os conhecimentos sobre a biologia do tecido ósseo e sobre o processo de formação do esqueleto humano

Trabalho realizado na Disciplina de Nutrologia do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>1</sup> Pós-graduando (Mestrado) em Ciências da Saúde, Disciplina de Nutrologia do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Professor visitante da Disciplina de Nutrologia do Departamento de Pediatria Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP) Brasil; Professor Titular de Pediatria - Universidade de Santo Amaro – UNISA, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>3</sup> Doutor, Professor Associado, Responsável pelo Ambulatório de Osteoporose - Disciplina de Reumatologia do Departamento de Clínica Médica da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>4</sup> Doutora, Professora Adjunta da Disciplina de Reumatologia do Departamento de Clínica Médica da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

<sup>5</sup> Livre-docente, Professor Adjunto da Disciplina de Nutrologia do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo (SP), Brasil.

Autor correspondente: Luiz Anderson Lopes – Rua Loefgreen, 1.647 – Vila Clementino – CEP 04040-032 – São Paulo (SP), Brasil – Tel.: (11) 5539-1783 – e-mail: la.lopes@globlo.com

Data de submissão: 4/6/2009 – Data de aceite: 12/4/2010

têm permitido identificar fatores de risco, em diferentes faixas etárias, que, uma vez corrigidos, podem implicar menores chances de doenças como a osteoporose e a osteopenia na vida adulta<sup>(1)</sup>. De particular interesse são aqueles relacionados ao processo de crescimento que, ao implicar menores ganhos detectados por meio da antropometria (déficit de crescimento), poderiam estar associados à diminuição da formação da massa óssea, da resistência óssea e, conseqüentemente, maior suscetibilidade a fraturas ósseas na terceira idade.

Durante a infância e a adolescência, tanto a deposição quanto a formação da massa óssea excedem a reabsorção, implicando aumento do conteúdo mineral ósseo (CMO) e da densidade mineral óssea (DMO) em fases que coincidem com o crescimento ponderoestatural acelerado. É durante as fases finais da puberdade (11 a 14 anos para meninas e 13 a 17 para os meninos) e início da fase adulta que se observa maior formação da massa óssea, caracterizando o chamado “pico de formação óssea”<sup>(2)</sup>.

Aproximadamente 60 a 80% da variação da quantidade de massa óssea formada é atribuída a fatores genéticos<sup>(3)</sup>, sendo que tanto para o processo de crescimento quanto para a formação óssea, fatores ambientais, nutricionais (baixa ingestão de nutrientes e peso inadequado para idade) e comportamentais (atividade física, alcoolismo e tabagismo) podem modular a expressão desse potencial genético, associado ou não a doenças<sup>(3-10)</sup>.

A prevalência de déficit de crescimento em crianças com menos de 5 anos de idade tem diminuído progressivamente nos países em desenvolvimento nos últimos 20 anos (de 47% em 1980 para 33% em 2000 e 29% em 2005 - aproximadamente 181,9 milhões de crianças)<sup>(11)</sup>.

Atualmente, observa-se tendência secular do crescimento com indivíduos atingindo estaturas, em média, mais altas do que as gerações anteriores. Esse fenômeno pode não ocorrer em determinadas situações/países em decorrência da insuficiência de recursos básicos de saúde para a população, carências essas que podem impossibilitar a expressão do potencial genético de crescimento e implicam maior tempo de maturação<sup>(12)</sup> e déficit de crescimento; coincidentemente, esses mesmos fatores podem estar implicados na menor formação óssea.

Tem se discutido a relevância do tamanho ósseo (reservas de cálcio) e sua provável interação com distúrbios relacionados à menor massa óssea, bem como a correlação de fatores de composição corporal, tais como a quantidade de massa magra e/ou massa gorda no processo de formação óssea, especialmente em situações como obesidade e desnutrição<sup>(13)</sup>.

## OBJETIVOS

Avaliar a massa mineral óssea de adolescentes com déficit de crescimento, correlacionando-a com alguns aspectos de sua composição corporal.

## MÉTODOS

Este estudo caso-controle fez parte do projeto ECCHOS (Estudos Clínicos de Crescimento, Pressão Arterial, Obesidade e Saúde Bucal), realizado na cidade de São Paulo (SP), Brasil, de junho a dezembro de 2002.

Para a seleção dos casos e controles, foi treinada uma equipe composta por nutricionistas e pediatras que avaliaram 1.420 indivíduos, de ambos os gêneros, com idades entre 15 e 19 anos e regularmente matriculados em uma mesma escola do ensino médio na cidade de São Paulo, que aceitaram participar voluntariamente e, em conjunto com seus pais/responsáveis, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

O peso (P) foi avaliado por meio de balança digital tipo adulto (Kratos™) com precisão de 50 g. A estatura (E) foi medida com o estadiômetro portátil (Altuxata®), com escala em milímetros (mm). Ambos os procedimentos foram realizados de acordo com normas internacionalmente descritas<sup>(14)</sup> e os resultados foram utilizados para calcular o escore Z da adequação da estatura segundo a idade e o gênero (E/I) e calculado o índice de massa corporal (IMC); ambos indicadores foram analisados segundo a referência do Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2000)<sup>(15-16)</sup>.

De acordo com os dados antropométricos obtidos, foram selecionados 126 adolescentes de ambos os gêneros que estavam nos estágios finais da puberdade [ $P > IV$  e  $G > IV$  (meninos)  $P > IV$  e  $M > IV$  (meninas)] segundo a adequação da estatura e do peso (IMC); entre esses, 76 indivíduos (39 masculinos) foram classificados como eutróficos ( $-1,5 Z \geq E/I \leq +1,5 Z$  e IMC entre os percentis 5 e 85) e 50 indivíduos (20 masculinos) com déficit de crescimento de causa familiar ou atraso constitucional do crescimento ( $-3,0 Z \geq E/I \leq -1,5 Z$  e IMC entre os percentis 5 e 85)  $\pm DP$  (IC95%)<sup>(15-16)</sup>. O Grupo Controle foi formado por meio do pareamento segundo a idade, o gênero e o grau de estadiamento puberal.

Todos os indivíduos selecionados foram encaminhados à Unidade Assistencial da Disciplina de Nutrologia do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP-EPM), onde foram confirmados os dados de peso, estatura e estadiamento puberal durante consulta pediátrica, sendo agendado o exame de densitometria óssea, que foi realizado no Ambulatório da Disciplina de Reumatologia da UNIFESP.

### Densitometria óssea

Os procedimentos de análise da densidade mineral óssea (DMO) e da composição corporal (densitometria óssea – DXA) foram realizados no mesmo aparelho (LUNAR™ DPX-L, software para exames pediátricos versão 1.5) por um mesmo técnico treinado. A massa óssea (conteúdo mineral ósseo em grammas, CMO), densidade mineral óssea (DMO–g/cm²), densidade mineral óssea ajustada (DMOA) e área do osso do corpo total, coluna lombar (L2L4) e fêmur total foram obtidos em todos os adolescentes. A DMOA foi calculada a partir da equação  $DMOA = DMO \times [4/(\pi \times largura)]^{(17)}$ . Os dados de composição corporal estudados foram a massa magra total, porcentagem de massa gorda e a massa gorda total; bem como foram estimadas a relação entre a massa magra total e a estatura (índice de massa magra esquelética) e da massa gorda total e a estatura (índice de massa gorda esquelética)<sup>(18)</sup>.

Os dados coletados foram codificados e digitados duplamente (dois digitadores diferentes) em Epi-Info 6.0<sup>(19)</sup>; os dois bancos gerados foram comparados utilizando-se a sub-rotina “Validate” desse mesmo programa, visando à correção de eventuais erros de digitação.

### Análise estatística

Os dados foram apresentados como média ± desvio padrão e intervalos de confiança. A distribuição das variáveis de interesse foi avaliada e testada quanto à sua normalidade. O teste *t* de Student foi usado para testar as diferenças dos dados de antropometria e variáveis da composição corporal entre os grupos. As medidas de massa óssea (DXA) foram comparadas por meio do teste de Mann-Whitney em função de sua distribuição (não-normal). Utilizou-se da regressão linear múltipla para análise dos determinantes da massa óssea para todo o grupo. Todos os modelos estatísticos utilizados tiveram a massa óssea como variável dependente. Como variáveis independentes, foram utilizados o gênero, antropometria (P, E, peso de nascimento, estatura de nascimento) e os valores de composição corporal. A escolha dos parâmetros incluídos no modelo de regressão foi baseada em análise múltipla. Análise de regressão múltipla foi realizada exclusivamente para CMO e DMO de corpo total e lombar e DMO de fêmur, de acordo com o gênero. Os resultados foram demonstrados por meio do coeficiente de correlação, valores de *p* e R<sup>2</sup> ajustado. Determinaram-se como significativos os valores de *p* < 0,05 e 95%. Toda a análise estatística foi desenvolvida a partir do programa estatístico Stata 9.0 (Stata Corporation, College Station, TX)<sup>(20)</sup>.

### RESULTADOS

Este estudo envolveu 126 indivíduos que foram divididos em dois grupos. O Grupo Controle foi constituído por 76 indivíduos eutróficos (39 meninos) e o Grupo Déficit de Crescimento, por 50 indivíduos (20 meninos). Como esperado, as variáveis P, E e escore Z de estatura para idade (Z-E/I), estatura de nascimento e massa magra (MM) dos estudantes eutróficos foram significativamente maiores (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características antropométricas dos adolescentes eutróficos e com déficit de crescimento, número amostral (n) e resultados estatísticos (média; ± DP e IC95%) confiança)

Características antropométricas	Eutróficos	Déficit de crescimento	Valor de <i>p</i>
	n = 76 (39M, 37F)	n = 50 (20M, 30F)	
Idade (anos)	16,12 ± 0,98 (14-19)	16,52 ± 1,07 (15-19)	0,032*
Estatura (cm)	167,59 ± 7,91 (153,4-187,5)	154,57 ± 5,91 (144,6-165,1)	< 0,001*
Z-E/I	-0,15 ± 0,76 (-1,49-1,6)	-1,93 ± 0,33 (-2,85 - -1,51)	< 0,001*
Peso (kg)	57,34 ± 6,84 (43,7-74,05)	49,73 ± 6,67 (36,15-66,1)	< 0,001*
Peso ao nascimento (g)	3307,37 ± 425,28 (2570-4850)	3258,2 ± 492,91 (2560-5000)	0,552
Estatura ao nascimento (cm)	49,62 ± 1,85 (46-54)	48,56 ± 1,48 (46-52)	< 0,001*
massa gorda total (kg)	10,17 ± 4,93 (2,57-22,25)	9,42 ± 4,44 (2,26-20,54)	0,383
% Massa gordura total	19,17 ± 9,29 (5,6-38,5)	20,34 ± 9,16 (5-38,5)	0,486
IMGE (kg/m²)	1,84 ± 0,99 (0,46-4,23)	1,93 ± 0,96 (0,39-3,92)	0,596
Massa magra total (kg)	43,65 ± 8,36 (30,21-60,62)	37,09 ± 7,11 (27,55-56,21)	< 0,001*
IMME (kg/m²)	6,98 ± 1,04 (5,16-9,28)	6,84 ± 1,01 (4,83-9,04)	0,468

Valores expressos em média ± DP (mínimo – máximo: variação); M: masculino; F: feminino; IMME: índice de massa magra esquelética; IMGE: índice de massa gorda esquelética; \*Diferença significativa *p* < 0,05 (teste *t* de Student).

Quando separados pelo gênero, os resultados descritos para os adolescentes masculinos mostraram diferença significativa para o P, E e Z-E/I, peso (PN) e estatura (EN) de nascimento e massa magra total (MM); com referência à massa gorda (MG), o percentual de massa gorda (%MG), o índice de massa magra esquelética (IMME) e o índice de massa gorda esquelética (IMGE), não houve diferenças estatisticamente significativas, entre os grupos. Contudo, observou-se menor MM total no grupo com déficit de crescimento (Tabela 2).

Para as adolescentes do gênero feminino, resultados semelhantes foram encontrados, com exceção das variáveis PN e EN, que não mostraram significância estatística (Tabela 3).

Na Tabela 4, nota-se que o CMO do corpo total, da coluna lombar (L2-L4) e da área do osso e DMOA da coluna lombar foram significativamente maiores entre os estudantes eutróficos.

**Tabela 2.** Características antropométricas dos indivíduos do gênero masculino eutróficos e com déficit de crescimento, número amostral (n) e resultados estatísticos: média  $\pm$  DP (IC95%)

Características antropométricas	Eutróficos	Déficit de crescimento	Valor de p
	n = 39	n = 20	
Idade (anos)	16,20 $\pm$ 0,95 (15-19)	16,95 $\pm$ 1,19 (15-19)	0,012*
Estatura (cm)	173,35 $\pm$ 5,89 (164-187,5)	161,07 $\pm$ 2,52 (157-165,1)	< 0,001*
Z-E/I	-0,12 $\pm$ 0,81 (-1,49-1,6)	-1,92 $\pm$ 0,24 (-2,26- -1,54)	< 0,001*
Peso (kg)	61,13 $\pm$ 5,81 (47,55-74,05)	54,11 $\pm$ 6,25 (44,5-66,1)	< 0,001*
Peso ao nascimento (g)	3454,61 $\pm$ 491,33 (2570-4850)	3166,5 $\pm$ 549,13 (2650-5000)	0,045*
Estatura ao nascimento (cm)	50,31 $\pm$ 1,68 (47-54)	49,1 $\pm$ 1,28 (46,5-51)	0,007*
Massa gorda total (kg)	7,05 $\pm$ 3,31 (2,57-13,68)	6,07 $\pm$ 3,37 (2,26-12,29)	0,289
% Massa gorda total	12,02 $\pm$ 5,13 (5,6-23,5)	11,59 $\pm$ 5,88 (5-24,6)	0,777
IMGE (kg/m <sup>2</sup> )	1,14 $\pm$ 0,56 (0,46-2,47)	1,07 $\pm$ 0,63 (0,39-2,56)	0,683
Massa magra total (kg)	50,67 $\pm$ 4,89 (41,76-60,62)	44,77 $\pm$ 4,46 (37,56-56,21)	< 0,001*
IMME (kg/m <sup>2</sup> )	7,74 $\pm$ 0,74 (6,31-9,28)	7,80 $\pm$ 0,74 (6,50-9,04)	0,747

Valores expressos em média  $\pm$  DP (mínimo – máximo: variação); IMME: índice de massa magra esquelética; IMGE: índice de massa gorda esquelética; \*Diferença significativa p < 0,05 (teste t de Student).

**Tabela 3.** Características antropométricas dos indivíduos, do gênero feminino, eutróficos e com déficit de crescimento, número amostral (n) e resultados estatísticos: média  $\pm$  DP (IC95%)

Características antropométricas	Eutróficos	Déficit de crescimento	Valor de p
	n = 37	n = 30	
Idade (anos)	16,03 $\pm$ 1,01 (14-18)	16,23 $\pm$ 0,90 (15-18)	0,387
Estatura (cm)	161,53 $\pm$ 4,49 (153,4-172,8)	150,24 $\pm$ 2,53 (144,6-153,3)	< 0,001*
Z-E/I	-0,17 $\pm$ 0,70 (-1,49-1,57)	-1,94 $\pm$ 0,39 (-2,85- -1,51)	< 0,001*
Peso (kg)	53,34 $\pm$ 5,46 (43,7-67,25)	46,81 $\pm$ 5,24 (36,15-57,15)	< 0,001*
Peso ao nascimento (g)	3152,16 $\pm$ 273,47 (2700-3900)	3319,33 $\pm$ 450,88 (2560-4800)	0,066
Estatura ao nascimento (cm)	48,89 $\pm$ 1,76 (46-52)	48,2 $\pm$ 1,52 (46-52)	0,094
Massa gorda total (kg)	13,47 $\pm$ 4,16 (6,33-22,25)	11,65 $\pm$ 3,61 (5,15-20,54)	0,064
% Massa gorda total	26,7 $\pm$ 6,2 (14,5-38,5)	26,17 $\pm$ 5,59 (15-38,5)	0,717
IMGE (kg/m <sup>2</sup> )	2,57 $\pm$ 0,79 (1,22-4,23)	2,51 $\pm$ 0,67 (1,23-3,92)	0,708
Massa magra total (kg)	36,24 $\pm$ 3,23 (30,21-43,31)	31,97 $\pm$ 2,15 (27,55-35,36)	< 0,001*
IMME (kg/m <sup>2</sup> )	6,17 $\pm$ 0,63 (5,16-8,51)	6,20 $\pm$ 0,54 (4,83-6,93)	0,870

Valores expressos em média  $\pm$  dp (mínimo – máximo: variação); IMME: índice de massa magra esquelética; IMGE: índice de massa gorda esquelética; \*diferença significativa p < 0,05 (teste t de student).

Resultados semelhantes são descritos para as mesmas variáveis quando separados por gênero, com exceção dos valores de DMOA (Tabelas 5 e 6).

**Tabela 4.** Densidade mineral óssea (DXA) dos indivíduos eutróficos e com déficit de crescimento, segundo a localização. Número amostral (n) e resultados estatísticos: média  $\pm$  DP (IC95%)

Densidade mineral óssea	Eutróficos	Déficit de crescimento	Valor de p
	n = 76 (39M, 37F)	n = 50 (20M, 30F)	
<b>Corpo total</b>			
CMO (g)	2445,64 $\pm$ 417,32 (1697-3406)	2120,22 $\pm$ 333,33 (1583-3129)	< 0,001*
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,12 $\pm$ 0,08 (0,94-1,36)	1,11 $\pm$ 0,67 (0,97-1,29)	0,637
<b>Coluna (L2L4)</b>			
Área do osso (cm <sup>2</sup> )	41,41 $\pm$ 4,83 (29,46-52,62)	36,42 $\pm$ 4,35 (28,86-47,13)	< 0,001*
CMO (g)	47,41 $\pm$ 8,59 (28,87-68,2)	41,30 $\pm$ 7,79 (26,96-65,34)	< 0,001*
BMAD (g/cm <sup>3</sup> )	0,36 $\pm$ 0,04 (0,27-0,44)	0,38 $\pm$ 0,04 (0,28-0,5)	0,009*
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,14 $\pm$ 0,12 (0,88-1,49)	1,13 $\pm$ 0,12 (0,91-1,41)	0,643
<b>Fêmur</b>			
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,07 $\pm$ 0,15 (0,78-1,42)	1,06 $\pm$ 0,13 (0,82-1,38)	0,990

Valores expressos em média  $\pm$  DP (mínimo – máximo: variação); M: masculino; F: feminino; CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; BMAD: densidade mineral óssea ajustada; \*Diferença significativa p < 0,05 (Mann-Whitney).

**Tabela 5.** Densidade mineral óssea (DXA) dos indivíduos do gênero masculino eutróficos e com déficit de crescimento, segundo a localização. Número amostral (n) e resultados estatísticos: média  $\pm$  DP (IC95%)

Densidade mineral óssea	Eutróficos	Déficit de crescimento	Valor de p
	n = 39	n = 20	
<b>Corpo total</b>			
CMO (g)	2729,31 $\pm$ 357,78 (2037-3406)	2399,9 $\pm$ 290,25 (1957-3129)	< 0,001*
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,15 $\pm$ 0,09 (0,97-1,36)	1,13 $\pm$ 0,07 (1,01-1,29)	0,471
<b>Coluna (L2L4)</b>			
Área do osso (cm <sup>2</sup> )	44,74 $\pm$ 3,83 (34,74-52,62)	40,49 $\pm$ 3,29 (32,97-47,13)	< 0,001*
CMO (g)	51,69 $\pm$ 8,76 (35,62-68,2)	46,48 $\pm$ 8,49 (35,79-65,34)	0,044*
BMAD (g/cm <sup>3</sup> )	0,34 $\pm$ 0,03 (0,27-0,44)	0,36 $\pm$ 0,04 (0,28-0,44)	0,078
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,15 $\pm$ 0,14 (0,88-1,49)	1,14 $\pm$ 0,14 (0,95-1,41)	0,737
<b>Fêmur</b>			
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,14 $\pm$ 0,15 (0,85-1,42)	1,14 $\pm$ 0,13 (0,92-1,38)	0,962

Valores expressos em média  $\pm$  DP (mínimo – máximo: variação); CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; BMAD: densidade mineral óssea ajustada; \*Diferença significativa p < 0,05 (Mann-Whitney).

A análise de regressão múltipla mostrou que MM foi a variável da composição corporal mais importante como determinante do CMO e da DMO nos três sítios esqueléticos estudados, para os adolescentes eutróficos e com déficit de crescimento, do gênero masculino, após ajustes para idade, P e E (p < 0,05). O Z-E/I também mostrou significância estatística para os valores de DMO total, CMO e DMO de coluna (L2L4) e DMO de fêmur entre os adolescentes eutróficos do gênero masculino. Para os valores de DMOA, não foi encontrada nenhuma variável independente significativa (Tabela 7).

**Tabela 6.** Densidade mineral óssea (DXA) dos indivíduos do gênero feminino eutróficos e com déficit de crescimento, segundo a localização. Número amostral (n) e resultados estatísticos: média  $\pm$  DP (IC95%)

Densidade mineral óssea	Eutróficos		Valor de p
	n = 37	Déficit de crescimento n = 30	
Corpo total			
CMO (g)	2146,65 $\pm$ 220,56 (1697-2658)	1933,77 $\pm$ 206,48 (1583-2367)	< 0,001*
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,10 $\pm$ 0,06 (0,94-1,25)	1,10 $\pm$ 0,06 (0,97-1,20)	0,488
Coluna (L2L4)			
Área do osso (cm <sup>2</sup> )	37,89 $\pm$ 2,89 (29,46-43,88)	33,71 $\pm$ 2,42 (28,86-37,81)	< 0,001*
CMO (g)	42,9 $\pm$ 5,66 (28,87-53,98)	37,86 $\pm$ 4,96 (26,96-44,72)	< 0,001*
BMAD (g/cm <sup>3</sup> )	0,38 $\pm$ 0,03 (0,31-0,44)	0,40 $\pm$ 0,04 (0,33-0,50)	0,149
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,13 $\pm$ 0,10 (0,92-1,36)	1,12 $\pm$ 0,11 (0,91-1,32)	0,925
Fêmur			
DMO (g/cm <sup>2</sup> )	1,00 $\pm$ 0,10 (0,78-1,23)	1,01 $\pm$ 0,90 (0,82-1,18)	0,449

Valores expressos em média  $\pm$  DP (mínimo – máximo: variação); CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; BMAD: densidade mineral óssea ajustada; \*Diferença significativa  $p < 0,05$  (Mann-Whitney).

**Tabela 7.** Modelo final de regressão múltipla para os indivíduos do gênero masculino, após ajustes para idade, peso e estatura, segundo indicadores de massa óssea e de composição corporal

Variáveis dependentes	Variáveis independentes associadas	R <sup>2</sup> ajustado	Valor de p
CMO do corpo total			
eutrófico	Massa Magra Total (g)	0,670	< 0,001
Déficit de crescimento	Massa Magra Total (g)	0,580	< 0,001
DMO do corpo total			
eutrófico	Massa Magra Total (g)	0,430	< 0,001
	Z-E/I	-	< 0,010
Déficit de crescimento	Massa Magra Total (g)	0,150	< 0,050
CMO L2L4			
eutrófico	Massa Magra Total (g)	0,570	< 0,001
	Z-E/I	-	< 0,010
Déficit de crescimento	Massa Magra Total (g)	0,470	< 0,001
DMO L2L4			
eutrófico	Massa Magra Total (g)	0,520	< 0,001
	Z-E/I	-	< 0,001
Déficit de crescimento	Massa Magra Total (g)	0,310	< 0,010
BMAD L2L4			
eutrófico	*	-	-
Déficit de crescimento	*	-	-
DMO fêmur total			
eutrófico	Massa Magra Total (g)	0,380	< 0,001
	Z-E/I	-	< 0,010
Déficit de crescimento	*	-	-

CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; BMAD: densidade mineral óssea ajustada; \*Não foi encontrada nenhuma variável independente significativa no modelo.

Para os adolescentes do gênero masculino com déficit de crescimento, a massa magra associou-se mais com o CMO do que com a DMO.

No modelo das meninas adolescentes eutróficas, a análise de regressão múltipla mostrou que o peso foi a variável mais associada com a CMO e a DMO nos três sítios estudados. Entre as meninas com déficit de crescimento, o P (CMO e DMO) e a idade (DMO L2L4 e DMOA) foram mais importantes. Para essas adolescentes, a MM associou-se de forma significativa com as variáveis CMO total e coluna L2L4 (Tabela 8).

**Tabela 8.** Modelo final de regressão múltipla para os indivíduos do gênero feminino, após ajustes para idade, peso e estatura, segundo indicadores de massa óssea e de composição corporal

Variáveis dependentes	Variáveis independentes associadas	R <sup>2</sup> Ajustado	Valor de p
CMO do corpo total			
eutrófico	Peso (kg)	0,630	< 0,001
Déficit de crescimento	Peso (kg)	0,550	< 0,001
	Massa Magra Total (g)	-	< 0,030
DMO do corpo total			
eutrófico	Peso (kg)	0,400	< 0,001
	Z-E/I	-	< 0,001
Déficit de crescimento	Peso (kg)	0,210	< 0,010
CMO (L2L4)			
eutrófico	Peso (kg)	0,210	< 0,001
Déficit de crescimento	Massa Magra Total (g)	-	< 0,010
	Idade	0,350	< 0,030
DMO (L2L4)			
eutrófico	Peso (kg)	0,120	< 0,020
Déficit de crescimento	Idade	0,360	< 0,010
	Z-E/I	-	< 0,010
BMAD (L2L4)			
eutrófico	*	-	-
Déficit de crescimento	Altura	0,320	< 0,010
	Idade	-	< 0,030
DMO Fêmur Total			
eutrófico	Peso (kg)	0,360	< 0,001
	Z-E/I	-	< 0,020
Déficit de crescimento	*	-	-

CMO: conteúdo mineral ósseo; DMO: densidade mineral óssea; BMAD: densidade mineral óssea ajustada; \*Não foi encontrada nenhuma variável independente significativa no modelo.

## DISCUSSÃO

A definição dos adolescentes que foram incluídos no estudo mostra que os critérios idade, peso e estatura foram suficientes para definir a situação de déficit de crescimento, com a preocupação de não serem incluídos aqueles cujos indicadores de Z-E/I muito comprometidos e, portanto, sujeitos a maiores riscos de comprometimento da formação da massa óssea por doenças genéticas ou hor-

monais, por exemplo. Com o mesmo objetivo, o intervalo proposto para adequação do IMC para os adolescentes eutróficos e com déficit de crescimento pode representar menores riscos de modificação da composição corporal em função da carência ou excesso ponderal.

Segundo os dados coletados, os adolescentes com déficit de crescimento apresentaram menor peso e estatura ao nascimento, embora não tenha sido descrito peso menor de 2.500 g e estatura menor do que 46 cm, valores considerados limites para estas duas variáveis por ocasião do nascimento após período adequado de gestação<sup>(21)</sup>.

A significância estatística apontada para os adolescentes masculinos, para o PN e EN, pode representar diferença na distribuição dos dados, sem implicação clínica relevante no que se refere ao maior risco de diminuição da massa óssea, devido ao cuidado tomado ao serem excluídos da amostra recém-nascidos prematuros ou com indicadores de desnutrição intrauterina<sup>(21)</sup>.

Lopes et al.<sup>(22)</sup> descrevem que, ao nascimento, o baixo peso (PN < 2.500 g) e a baixa estatura (EN < 46 cm) podem ser considerados fatores de risco e estão presentes em cerca de 30% dos casos de déficit de crescimento diagnosticados entre crianças e adolescentes.

Como os indivíduos selecionados são classificados como eutróficos e portadores de déficit de crescimento, com o IMC mantendo-se dentro de intervalos adequados, os resultados encontrados para a MG total, o %MG e o IMGE não diferem do esperado. Embora a MM tenha sido menor para o grupo déficit de crescimento independentemente do gênero, pode sugerir que o menor tamanho dos membros representa fator de confusão para a interpretação desta variável; ao ser corrigido em função da altura, por meio do índice de massa magra esquelética (IMME), esta diferença não mais foi notada.

Sabe-se que a massa óssea e o processo de crescimento são resultantes da interação entre a informação genética, os fatores orgânicos (hormônios, maturação orgânica, doenças ósseas) e fatores ambientais (alimentação, exposição à contaminantes, tabagismo, consumo de álcool, estímulos emocionais e socioeconômicos adequados, entre outros), de modo que estes indivíduos, ao manterem hábitos de vida saudáveis, favorecem tanto a formação da massa óssea, quanto a composição corporal e o processo de crescimento<sup>(4,5,9,18,22)</sup>.

Por não apresentarem sinais indicativos de doenças de qualquer etiologia, os fatores associados à composição corporal ganham importância no estudo de correlação entre os fatores moduladores da formação da massa óssea. Estudos mostram a influência da massa magra nesse processo e enfatizam a importância de situações que representam, dentro de um limite fisiológico, fator de estresse mecânico para o osso<sup>(23)</sup>. Essa sobrecarga de trabalho pode ser representada pelo excesso de peso ou atividade física contínua durante período mínimo de oito meses<sup>(24-27)</sup>.

No início da puberdade, entre 9 e 11 anos, não são descritas diferenças significativas com relação à massa óssea entre meninos e meninas. Porém, a partir dos 14 anos, os meninos apresentam valores maiores que, inicialmente, são explicados pelo maior tamanho e área dos ossos em associação às mudanças na composição corporal (maior massa magra) quando comparados às meninas<sup>(28)</sup>.

Rauch et al.<sup>(13)</sup> demonstraram que a aquisição de massa muscular durante o estirão pubertário antecede o aumento da massa óssea, sugerindo que o incremento da massa muscular e, conseqüentemente, da força possa estimular a formação e resistência do osso. Por outro lado, a DMO e a MM são dependentes da idade<sup>(23,29)</sup>.

Kyle et al.<sup>(30)</sup> sugeriram que a massa magra deve ser considerada na avaliação do estado nutricional em indivíduos saudáveis ou doentes, e que a redução do seu conteúdo pode implicar diminuição da massa óssea (sarcopenia) e estar associado a algum distúrbio funcional e à morbidade.

Young et al.<sup>(31)</sup> têm demonstrado que a MM tem maior impacto sobre o ganho de massa óssea do que a MG durante a puberdade. Por outro lado, após a puberdade, a massa adiposa desempenha efeito mais relevante. Estudos realizados no Canadá e México com crianças, adolescentes e adultos jovens do sexo feminino ressaltam que o percentual de gordura corporal, ajustado para o peso, está negativamente associado com a DMO<sup>(32-33)</sup>.

Wang et al.<sup>(34)</sup>, ao avaliarem mulheres jovens, mostraram que tanto a MM quanto a MG são importantes para a aquisição de massa óssea e que a menor associação entre a MG e a DMO, ajustada para o peso, possa ser decorrente apenas do maior impacto da massa magra.

Estudo longitudinal observacional de 387 adolescentes demonstrou que o aumento do IMC esteve relacionado a maior MM em meninos de 12 a 17 anos<sup>(35)</sup>. Outro estudo sugeriu que a massa muscular e a densidade óssea são geneticamente determinadas<sup>(36)</sup>. Porém, alguns autores reforçam que a atividade física e hábitos alimentares adequados durante a infância e a adolescência podem desempenhar impacto positivo sobre a aquisição de massa óssea<sup>(25-27)</sup>.

Neste estudo, dificuldades foram encontradas na avaliação do consumo alimentar e na quantificação da atividade física. Embora abordados, a escala de referência utilizada não permitiu adequado tratamento dos resultados, comprometendo a interpretação destas variáveis, que não mostraram resultados significativos após analisados.

Para complementar a discussão sobre a aquisição da massa óssea, seria de interesse dispor de dados referentes ao processo de maturação sexual nestes adolescentes. Dessa forma, não pudemos discutir a influência de modificações fisiológicas do processo de maturação (maturadores precoces ou tardios) sobre o processo de crescimento e aquisição de massa óssea.

Estes dados poderiam ajudar a compreender a significância demonstrada para as medidas de CMO e DMO

(L2L4) entre adolescentes do gênero feminino, demonstradas por variáveis independentes tais como a idade. Desse modo, meninas com déficit de crescimento que iniciaram o processo de maturação em idades mais precoces poderiam exibir valores de DMO mais elevados.

## CONCLUSÕES

Com base nos dados descritos, pode-se concluir que os adolescentes com déficit de crescimento de causa familiar e/ou constitucional não apresentam maior risco para osteopenia ou osteoporose na vida adulta. Contudo, a influência da composição corporal, em especial a MM, sobre o processo de aquisição da massa óssea deverá ser detalhada em modelos de estudos longitudinais, e devem ser definidas medidas de promoção de hábitos saudáveis de vida.

## REFERÊNCIAS

- Russell RG, Espina B, Hulley P. Bone biology and the pathogenesis of osteoporosis. *Curr Opin Rheumatol.* 2006;18 Suppl 1:S3-10.
- Campos LM, Liphauus BL, Silva CA, Pereira RM. Osteoporose na infância e na adolescência. *J Pediatr (Rio J).* 2003;79(6):481-8.
- Wang MC, Crawford PB, Hudes M, Van Loan M, Siemering K, Bachrach LK. Diet in midpuberty and sedentary activity in prepuberty predict peak bone mass. *Am J Clin Nutr.* 2003;77(2):495-503.
- Rimoim DI, Horton WA. Short stature. Part I. *J Pediatr.* 1978;92(4):523-8.
- Vásquez Garibay EM, Vallarta Corona G, Sánchez Talamantes E, Nápoles Rodríguez F, Romero Velarde E. Disfunción de la dinámica familiar como un factor asociado a desnutrición primaria grave en el niño. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 1995;52(12):698-705.
- Nóbrega FJ, Campos AL. Distúrbios nutricionais e fraco vínculo mãe/filho. Rio de Janeiro: Revinter; 1996. p. 173.
- Nelson DB, Edgill AE. Family dynamics in families with very low birth weight and full-term infants: a pilot study. *J Pediatr Nurs.* 1998;13(2):95-103.
- Frongillo EA Jr. Symposium: Causes and Etiology of Stunting. Introduction. *J Nutr.* 1999;129(2S Suppl):529S-30S.
- Szejnfeld VL. Epidemiologia da osteoporose e fraturas. In: Szejnfeld VL. Osteoporose: diagnóstico e tratamento. São Paulo: Sarvier; 2000. p. 63-74.
- Boschi V, Siervo M, D'Orsi P, Margiotta N, Trapanese E, Basile F, et al. Body composition, eating behavior, food-body concerns and eating disorders in adolescent girls. *Ann Nutr Metab.* 2003;47(6):284-93.
- de Onis M, Frongillo EA, Blössner M. Is malnutrition declining? An analysis of changes in levels of child malnutrition since 1980. *Bull World Health Organ.* 2000;78(10):1222-33.
- Taddei JA. Desvios nutricionais em menores de cinco anos: evidências dos inquéritos antropométricos nacionais [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2000.
- Rauch F, Bailey DA, Baxter-Jones A, Mirwald R, Faulkner R. The muscle-bone unit during the pubertal growth spurt. *Bone.* 2004;34(5):771-5.
- Jelliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad: con especial referencia a las encuestas en las regiones en desarrollo. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1968. (OMS-Series de Monografías, 53).
- Centers for Disease Control and Prevention. CDC growth charts [Internet] [cited 2010 May 25]. Available from: <http://www.cdc.gov/growthcharts/>
- Centers for Disease Control and Prevention. BMI percentile calculator for child and teen [Internet] [cited 2010 May 25]. Available from: <http://apps.nccd.cdc.gov/dnpabmi/Calculator.aspx>
- Kröger H, Kotaniemi A, Vainio P, Alhava E. Bone densitometry of the spine and femur in children by dual-energy x-ray absorptiometry. *Bone Miner.* 1992;17(1):75-85.
- Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998;147(8):755-63.
- Epi Info [computer program] version 6.02: a word processing, database and statistic program for epidemiology on microcomputers. Atlanta (GA): Center for Disease Control and Prevention; 1997.
- StataCorp. Stata statistical software: Intercooled Stata 9.1 for windows. College Station (TX): Stata Corporation; 2005.
- Haschke F, van't Hof MA. Influence of early nutrition on growth. In: Martorell R, Haschke F, editors. Nutrition and growth. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 97-122. [Nestlé Nutrition Institute Workshop Series: Pediatric Program, v.47].
- Lopes LA, Azevedo TC, Vitale MS, Torre LP, Moraes DE, Fisberg M. Deficiência do crescimento: características antropométricas de crianças e de seus pais, em atendimento ambulatorial. *Rev Paul Pediatr.* 1992;10(39):115-23.
- Fricke O, Schoenau E. The "Functional muscle bone unit": Probing the relevance of mechanical signals for bone development in children and adolescents. *Growth Horm IGF Res.* 2007;17(1):1-9.
- Morris FL, Naughton GA, Gibbs JL, Carlson JS, Wark JD. Prospective ten-month exercise intervention in pre-menarcheal girls: positive effects on bone and lean mass. *J Bone Miner Res.* 1997;12(9):1453-62.
- McKay HA, Petit MA, Schutz RW, Prior JC, Barr SI, Khan KM. Augmented trochanteric bone mineral density after modified physical education classes: a randomized school-based exercise intervention study in prepubescent and early pubescent children. *J Pediatr.* 2000;136(2):156-62.
- Bradney M, Pearce G, Naughton G, Sullivan C, Bass S, Beck T, et al. Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *J Bone Miner Res.* 1998;13(12):1814-21.
- Cobayashi F, Lopes LA, Taddei JA. Densidade mineral óssea de adolescentes com sobrepeso e obesidade. *J Pediatr (Rio J).* 2005; 81(4):337-42.
- Maynard LM, Guo SS, Chumlea WC, Roche AF, Wisemandle WA, Zeller CM et al. Total-body and regional bone mineral content and area bone mineral density in children aged 8-18 y: the Fels Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr.* 1998;68(5):1111-7.
- Höglér W, Briody J, Woodhead HJ, Chan A, Cowell CT. Importance of lean mass in the interpretation of total body densitometry in children and adolescents. *J Pediatr.* 2003;143(1):81-8.
- Kyle UG, Schutz Y, Dupertuis YM, Pichard C. Body composition interpretation. Contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition.* 2003;19(7-8):597-604.
- Young D, Hopper JL, Macinnis RJ, Nowson CA, Hoang NH, Wark JD. Changes in body composition as determinants of longitudinal changes in bone mineral measures in 8 to 26-year-old female twins. *Osteoporos Int.* 2001;12(6):506-15.
- Weiler HA, Janzen L, Green K, Grabowski J, Seshia MM, Yuen KC. Percent body fat and bone mass in healthy Canadian females 10 to 19 years of age. *Bone.* 2000;27(2):203-7.
- Lazcano-Ponce E, Tamayo J, Cruz-Valdez A, Díaz R, Hernández B, Del Cueto R, et al. Peak bone mineral area density and determinants among females aged 9 to 24 years in Mexico. *Osteoporos Int.* 2003;14(7):539-47.
- Wang MC, Bachrach LK, Van Loan M, Hudes M, Flegal KM, Crawford PB. The relative contributions of lean tissue mass and fat mass to bone density in young women. *Bone.* 2005;37(4):474-81.
- Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics.* 2001;107(2):344-50.
- Seeman E, Hopper JL, Young NR, Formica C, Goss P, Tsalamandris C. Do genetic factors explain associations between muscle strength, lean mass, and bone density? A twin study. *Am J Physiol.* 1996;270(2 Pt 1):E320-7.