



Densidade mineral óssea de adolescentes com sobrepeso e obesidade

Bone mineral density in overweight and obese adolescents

Fernanda Cobayashi¹, Luiz A. Lopes², José A. A. C. Taddei³

Resumo

Objetivo: Estudar a densidade óssea como fator concomitante da obesidade em adolescentes pós-púberes, controlando outras variáveis que possam interferir nessa relação.

Métodos: Estudo com 83 sobrepesos e obesos ($IMC \geq P85$) e 89 não obesos ($P5 \leq IMC \leq P85$). Casos e controles foram selecionados entre 1.420 estudantes (14-19 anos) de escola pública na cidade de São Paulo. A densidade mineral óssea de coluna (L2-L4 em g/cm^2) foi avaliada por meio de densitometria de duplo feixe de raios X (LUNAR[®] DPX-L). A variável densidade óssea foi categorizada utilizando a mediana 1,194 g/cm^2 como ponto de corte. Foram realizadas análises bivariadas, observando-se a prevalência de sobrepeso e obesidade. Em seguida, procedeu-se à análise multivariada (regressão logística), de acordo com um modelo conceitual hierárquico.

Resultados: A prevalência de densidade óssea acima da mediana foi duas vezes mais freqüente entre os casos (69,3%) do que entre os controles (32,1%). Na análise bivariada, tais prevalências resultaram em *odds ratio* (OR) de 4,78. O modelo de regressão logística mostrou que a associação entre obesidade e densidade mineral é ainda mais intensa com OR de 6,65, após o controle das variáveis relacionadas ao sedentarismo e ao consumo de leite e derivados.

Conclusão: Observou-se, neste estudo, que adolescentes com sobrepeso e obesidade nos estádios finais da maturação sexual apresentaram maior densidade mineral óssea com relação aos seus pares eutróficos. No entanto, estudos de coorte serão necessários para avaliar a influência dessa característica sobre a resistência óssea na vida adulta e, conseqüentemente, sobre a incidência de osteopenia e osteoporose em faixas etárias mais avançadas.

J Pediatr (Rio J). 2005;81(4):337-42: Obesidade, densidade óssea, adolescente, osteoporose.

Abstract

Objective: to study bone density as a concomitant factor for obesity in post-pubertal adolescents, controlling for other variables that may interfere in such a relation.

Methods: Study comprising 83 overweight and obese adolescents ($BMI \geq P85$) and 89 non obese ones ($P5 \leq BMI \leq P85$). Cases and controls were selected out of 1,420 students (aged 14-19) from a public school in the city of São Paulo. The bone mineral density of the lumbar spine (L2-L4 in g/cm^2) was assessed by dual-energy x-ray absorptiometry (LUNAR[™] DPX-L). The variable bone density was dichotomized using 1.194 g/cm^2 as cutoff point. Bivariate analyses were conducted considering the prevalence of overweight and obesity followed by multivariate analysis (logistic regression) according to a hierarchical conceptual model.

Results: The prevalence of bone density above the median was twice more frequent among cases (69.3%) than among controls (32.1%). In the bivariate analysis such prevalence resulted in an odds ratio (OR) of 4.78. The logistic regression model showed that the association between obesity and mineral density is yet more intense with an OR of 6.65 after the control of variables related to sedentary lifestyle and intake of milk and dairy products.

Conclusion: Obese and overweight adolescents in the final stages of sexual maturity presented higher bone mineral density in relation to their normal-weight counterparts; however, cohort studies will be necessary to evaluate the influence of such characteristic on bone resistance in adulthood and, consequently, on the incidence of osteopenia and osteoporosis at older ages.

J Pediatr (Rio J). 2005;81(4):337-42: Obesity, bone density, adolescent, osteoporosis.

1. Mestre em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (UNIFESP/EPM), São Paulo, SP.
2. Professor adjunto visitante e responsável pelo Ambulatório de Crescimento e Nutrição, Disciplina de Nutrologia, Departamento de Pediatria, UNIFESP/EPM. Professor titular, Universidade de Santo Amaro (UNISA), São Paulo, SP.
3. Professor livre-docente e Chefe da Disciplina de Nutrologia, Departamento de Pediatria, UNIFESP/EPM. Professor titular, Pós-Graduação em Saúde Materno-Infantil, UNISA, São Paulo, SP.

Financiamento: Fundo de Auxílio aos Docentes e Alunos (FADA) da Universidade Federal de São Paulo.

Artigo submetido em 08.11.04, aceito em 16.03.05.

Como citar este artigo: Cobayashi F, Lopes LA, Taddei JA. Densidade mineral óssea de adolescentes com sobrepeso e obesidade. *J Pediatr (Rio J)*. 2005;81:337-42.

Introdução

O aumento da prevalência de obesidade na infância e adolescência é observado em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento, tornando-se um problema de saúde pública.

Nos Estados Unidos, recente publicação analisou dados de peso e altura de 4.258 crianças e adolescentes de 6 a 19 anos de idade, entre 1999 e 2002, encontrando prevalência de sobrepeso e obesidade de 16%¹. No Brasil, as prevalências de sobrepeso e obesidade, nos anos de 1996 e 1997, foram de 10,08 e 7,3% para crianças de 2 a 9 anos, e de 9,9 e 1,8% para adolescentes nas Regiões Nordeste e Sudeste, respectivamente².

Embora a genética tenha contribuição importante na causa da obesidade, muitos estudos têm se voltado para os fatores ambientais, como a baixa atividade física³, mais do que 4 horas diante da televisão⁴ e aumento do consumo de lanches rápidos por crianças e adolescentes⁵. A obesidade na infância e adolescência aumenta os riscos para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes e alguns tipos de neoplasias na idade adulta⁶.

Embora ocorram distúrbios endócrino-metabólicos que podem interferir no processo de ossificação, pouco se conhece sobre a massa óssea de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade.

O período da infância e adolescência é considerado o mais importante para a aquisição do pico da massa óssea. Este é definido como o mais alto nível de massa óssea alcançado como resultado do crescimento normal, sendo vinculado e influenciado por fatores ambientais (dieta rica em cálcio e exercício físico), hormonais e genéticos⁷.

Em estudo recente com adolescentes brasileiros, os autores descrevem aumento significativo da mineralização óssea em função do grau de maturação sexual, estágio puberal acima de GIV e faixa etária acima de 14-15 anos de idade⁸.

Aproximadamente 85-90% da massa óssea final do adulto é adquirida até os 18 anos, em meninas, e até os 20 anos, em meninos. A partir de então, mantém-se constante até a quarta década de vida, quando se inicia a perda fisiológica gradual decorrente do avanço da idade⁹.

Dados epidemiológicos dos Estados membros da União Européia para a faixa populacional com mais de 80 anos estimam que as fraturas vertebrais passarão de 23,7 milhões no ano de 2000 para 37,3 milhões em 2050, representando um aumento de 50%¹⁰. Nos Estados Unidos, calcula-se que a osteoporose afete 10 milhões de pessoas, e que os gastos em saúde com essa patologia atinjam 14 bilhões de dólares por ano¹¹.

Como os fatores ambientais (sedentarismo e hábitos alimentares inadequados), que aumentam os riscos para sobrepeso e obesidade, são os mesmos que contribuem negativamente para a formação do tecido ósseo, as ações de prevenção e controle desses dois processos patogênicos devem ter início na infância e na adolescência, visando atingir de forma sinérgica o menor risco de comorbidades decorrentes do excesso de peso e o máximo

do potencial de formação da massa óssea durante essas fases da vida¹².

O presente trabalho teve como objetivo estudar a densidade óssea como fator concomitante da obesidade em adolescentes pós-púberes, controlando outras variáveis que possam interferir nessa relação.

Casuística e método

Este estudo de caso-controle faz parte do Projeto EC-CHOS (Estudos Clínicos sobre Crescimento, Hipertensão Arterial, Obesidade e Saúde Bucal), que reúne profissionais de diferentes especialidades, cujo objetivo era atualizar conhecimentos sobre áreas específicas no que se refere à saúde de adolescentes. Foi realizado em escola pública, após aprovação da Diretoria de Ensino Estadual Centro-Sul da cidade de São Paulo (região de Vila Mariana). Os dados foram coletados de agosto a dezembro de 2002.

Para a seleção de casos e controles, uma equipe treinada de nutricionistas e pediatras pesou e mediu 1.420 adolescentes, nascidos entre 1 de janeiro de 1983 e 31 de dezembro de 1988, representando 98,68% de todos os estudantes regularmente matriculados. Dezesesseis indivíduos recusaram-se a participar da antropometria, e três não foram localizados, após três tentativas.

Dos adolescentes avaliados, 104 foram identificados como casos (índice de massa corporal – IMC \geq 85 percentil). Os controles foram selecionados da lista de nomes consecutivos em ordem alfabética, quando apresentaram IMC entre os percentis 5 e 85¹³. Realizou-se pareamento por frequência, considerando sexo, estágio puberal e faixa etária¹⁴. O critério utilizado para avaliação do estágio puberal foi o de Tanner, realizado por pediatra durante a consulta individual^{15,16}.

Dos 218 (104 casos e 114 controles) adolescentes selecionados para o estudo, 19,4% (17 casos e 25 controles) recusaram-se a participar da pesquisa, e quatro casos foram excluídos por apresentarem hipotireoidismo após o exame médico e dosagem de hormônio tireoidiano. Compuseram a amostra final 172 adolescentes (83 casos e 89 controles).

Os participantes não apresentavam doenças crônicas, histórias de fraturas ou longo período de imobilização, não faziam uso de suplementos de cálcio e de medicamentos que afetassem o metabolismo ósseo.

Os adolescentes foram pesados e medidos durante as aulas de educação física e, quando elegíveis para participar do estudo, foram convidados a comparecer na escola no sábado de manhã, acompanhados de seus pais para esclarecimento dos objetivos da pesquisa e obtenção do termo de consentimento.

Para a medida do peso, utilizou-se balança digital da marca Kratos®, com capacidade de 150 kg (precisão de 5 g), e a estatura foi medida com o estadiômetro portátil Altuxata®, com escala em milímetros (mm), utilizando técnicas recomendadas¹⁷. Os pais dos adolescentes também foram pesados e medidos pelas mesmas técnicas e aparelhos.

A densidade óssea de corpo total foi avaliada por um único técnico, por meio da densitometria óssea de dupla emissão de raios X (DXA), utilizando-se aparelho LUNAR DPX-L, Lunar Radiation Corp. Madison, WI (versão 1.5). Para os adolescentes obesos, utilizou-se o escaneamento no modo *slow*, enquanto que para os eutróficos foi utilizado o modo *medium*. Neste estudo, analisou-se a densidade óssea da coluna lombar (região L2-L4), expressa em g/cm^2 , de forma a produzir resultados comparáveis aos outros estudos.

Para avaliação da densidade mineral óssea expressa em g/cm^2 , foi utilizado como ponto de corte a mediana dos valores obtidos para casos e controles considerados concomitantemente: menor ou maior que $1,191 \text{ g/cm}^2$ ¹⁸.

Todos os adolescentes selecionados responderam a um questionário pré-testado, aplicado por uma equipe treinada de pediatras e nutricionistas.

As variáveis consideradas no estudo foram categorizadas em sim ou não: obesidade de pai e/ou mãe ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$), obesidade pregressa do adolescente quando na fase lactente, ter um(a) melhor amigo(a), dieta anterior ou atual para perda de peso, hábito de dormir durante o dia, consumir leite ou derivados diariamente.

Os questionários foram avaliados quanto à consistência do preenchimento e duplamente digitados e validados, visando à correção de eventuais erros, utilizando o software Epi-Info versão 6.0¹⁹.

O tamanho amostral estimado permitiu a detecção de *odds ratio* de 3 para prevalência de obesidade familiar de 25% entre os controles. Assumindo poder de 80% e um erro alfa de 5%, resultou em amostra de 65 casos e 65 controles, com acréscimo de 10% para eventuais perdas e 10% para análise estratificada, chegando-se a um total de 78 casos e 78 controles.

Na análise estatística, inicialmente, procedeu-se à análise univariada dos dados, com o cálculo das proporções para as variáveis categóricas. A seguir, foram realizadas análises bivariadas, observando-se a prevalência de sobrepeso e obesidade para cada variável de exposição e os intervalos de confiança de 95%. Finalmente, foi realizada análise multivariada (modelos de regressão logística), de acordo com um modelo conceitual hierárquico²⁰. No nível 1, foram incluídas variáveis consideradas distais ou anteriores à ocorrência de obesidade. No nível 2, são consideradas as variáveis proximais ou concomitantes à obesidade. As variáveis foram incluídas seguindo a seqüência proposta pelo modelo. Em cada nível hierárquico, variáveis associadas a sobrepeso e obesidade com $p < 0,20$ ²¹ foram mantidas, por serem possíveis fatores de confusão.

A análise estatística foi realizada com o *software* Stata, versão 8.0²².

Este trabalho foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina.

Resultados

As prevalências de obesidade ($P \geq 95$) e sobrepeso ($85 \leq P \leq 95$), entre os 1.420 estudantes foram de 4,4 e 10,8%, respectivamente.

A Tabela 1 mostra as prevalências e razões de chances, brutas e ajustadas, com os respectivos intervalos de confiança das variáveis explicativas para casos e controles.

Na Tabela 1, verifica-se que as variáveis referentes à história familiar, obesidade pregressa e relacionamento/comportamento apresentaram prevalências de 51,8, 29,2, 93,9%, respectivamente, nos casos, quando comparados aos seus pares eutróficos, representando, dessa forma, riscos de obesidade superiores a 2 nas análises bivariadas que geraram as razões de chances brutas. Essas variáveis compuseram o primeiro nível (modelo 1) do modelo hierarquizado e, mesmo após o controle dos efeitos das demais variáveis, as três se consolidaram como importantes riscos para sobrepeso e obesidade entre os adolescentes da amostra.

As prevalências das demais variáveis para casos, como tratamento para obesidade (48,2%), sedentarismo (28,9%), densidade óssea (69,3%) e alimentares (49,4%), foram incluídas no segundo nível hierárquico. Observa-se que as análises bivariadas também evidenciaram riscos superiores a 2, com intervalos de confiança que não incluíam a unidade, garantindo a significância estatística. Tais riscos, também nesse segundo nível, mantiveram magnitudes similares na análise multivariada.

Especificamente, a variável referente à densidade óssea demonstra, no modelo hierárquico, que adolescentes com densidade óssea maior que a mediana têm 6,78 vezes maiores chances de apresentarem sobrepeso e obesidade. Ressalta-se que tal risco se mantém após o controle das variáveis relacionadas ao sedentarismo e ao não consumo diário de leite e derivados.

Discussão

A prevalência de sobrepeso/obesidade dos adolescentes neste estudo foi de 15,2%. Resultado similar ao encontrado por Gama²³, 16,2%, ao avaliar 408 estudantes de escola particular na cidade de São Paulo. Giuliano²⁴, estudando 1.053 adolescentes (7-18 anos) em escola pública na cidade de Florianópolis, observou uma prevalência de 14%.

Incluíram-se neste estudo adolescentes de 14 a 19 anos que estavam no final do processo de maturação, com o objetivo de minimizar a influência da puberdade sobre o ganho da massa óssea como fator de confusão na interpretação dos resultados. No período da puberdade, há intensa participação dos hormônios do crescimento e esteróides sexuais no processo de formação óssea, como resultado do crescimento normal⁷.

A variável densidade óssea foi categorizada utilizando-se a mediana ($1,194 \text{ g/cm}^2$) da amostra como ponto de corte. Maynard et al.¹⁸, analisando a densidade óssea de coluna de 186 adolescentes norte-americanos eutró-

Tabela 1 - Prevalência de fatores de risco entre adolescentes obesos e com sobrepeso (casos) e eutróficos (controles), razões de chances brutas (OR) e ajustadas com respectivos intervalos de confiança de 95%

Fatores de risco	Casos (n = 83)		Controles (n = 89)		OR bruto (95% IC)*	OR ajustado (95% IC) †	Modelo
	n	% sim	n	% sim			
História familiar							
IMC de pai e/ou mãe = 30 kg/m ²	83	51,8	87	34,5	2,04 (1,05-4,00)	2,23 (1,14 - 4,35)	1
Obesidade progressa							
Obesidade no lactente	82	29,2	88	10,23	3,63 (1,46-9,24)	3,63 (1,47-8,80)	1
Relacionamento/comportamento							
Ter um(a) melhor amigo(a)	83	93,9	89	74,1	5,44 (1,81-17,53)	5,15 (1,76-15,07)	1
Tratamento para obesidade							
Dieta anterior ou atual para perda de peso	83	48,2	84	13,1	6,17 (2,86-13,28)	11,7 (3,50-39,19)	2
Sedentarismo							
Hábito de dormir durante o dia	83	28,9	89	16,8	2,00 (0,96-4,16)	4,9 (1,46-16,41)	2
Densidade óssea							
Coluna (L2-L4) > mediana 1,194 g/cm ²	75	69,3	81	32,1	4,78 (2,42-9,41)	6,65 (2,41-18,32)	2
Alimentares							
Ausência de leite ou derivados na dieta	83	49,4	88	28,4	2,46 (1,30-4,62)	4,22 (1,50-11,86)	2

IMC = índice de massa corporal. Modelo 1: IMC dos pais, obesidade do lactente, ter um melhor amigo, ajustados entre eles.

Modelo 2: Ajustados para todas as variáveis da tabela.

* Total n avaliado 172.

† Total n avaliado 148.

ficos (15 aos 18 anos), descrevem valores em g/cm² médios que variam de 0,956 (desvio padrão 0,13) a 1,111 (desvio padrão 0,13). O ponto de corte utilizado no presente estudo é, portanto, similar e um pouco superior aos valores médios do grupo eutrófico norte-americano estudado, em princípio adequado para dividir adolescentes com maior e menor densidade mineral óssea para o estudo de fatores associados.

O presente estudo evidenciou que a prevalência de densidade mineral óssea acima da mediana é duas vezes mais freqüente entre os adolescentes pós-púberes com obesidade e sobrepeso (69,3%) do que entre seus pares eutróficos (32,1%). Na análise bivariada, tais prevalências resultaram em OR de 4,78. Outros fatores, no entanto, que poderiam interferir como confundidores foram controlados, e o modelo de regressão logística ajustado mostrou que a associação entre obesidade e densidade mineral óssea de coluna é ainda mais intensa, com OR passando para 6,65.

Na literatura, não existem trabalhos que analisem essa associação em adolescentes obesos ao final da puberdade, sem patologia associada.

No entanto, dois estudos com adolescentes, sem patologia em faixa etária inferior à aqui estudada, variando de 8 a 12 anos, demonstraram que os obesos apresentam densidade mineral óssea maior do que os não obesos^{25,26}.

O esqueleto tem grande capacidade de adaptação aos estímulos. O excesso de peso representado tanto pela gordura corporal como também pelo tecido músculo esquelético exerce força mecânica sobre os ossos, estimulando a osteogênese²⁷. Entretanto, tem sido demonstrado que o efeito positivo do tecido adiposo sobre os ossos em adultos é ainda maior do que a massa magra²⁸.

Por outro lado, a perda de peso em homens e mulheres idosos obesos constituiu importante fator de risco para fraturas ósseas²⁹.

Em adolescentes, baixo peso é um fator que está relacionado com baixa densidade óssea. Estudo realizado com 61 adolescentes polonesas (14 anos de idade) com diagnóstico de anorexia nervosa há 12,9 meses, em média, revelou diminuição da densidade óssea de coluna em 36,6%. As meninas com porcentagem de gordura acima de 15% apresentaram valores significativamente maiores de

densidade óssea total do que aquelas com menor porcentagem de gordura³⁰.

Outras linhas de pesquisa conduzidas com amostras de adultos obesos têm-se voltado para o estudo dos fatores hormonais, considerando especialmente os níveis séricos de estrogênio e insulina²⁸.

Na menopausa, com a queda dos níveis de estrógenos, o tecido adiposo, que é um órgão endocrinamente ativo, passa a sintetizá-los por meio da aromatização dos andrôgenos³¹. O estrogênio é um hormônio importante para formação óssea. A associação da carga mecânica exercida pelo excesso de peso e a síntese de hormônios sexuais no tecido gorduroso tem sido aventada como mecanismo de proteção contra fraturas entre mulheres obesas³².

Outro mecanismo de proteção que tem sido considerado para explicar menor frequência de fraturas entre adultos obesos é a insulina, hormônio anabolizante que se encontra aumentado na obesidade devido à resistência periférica, que reduz a síntese de carreadores de hormônios sexuais pelo fígado. Desse modo, ocorre aumento dos hormônios sexuais livres na circulação, estimulando a atividade das células osteoblásticas³³.

Neste estudo, notou-se que a inatividade física (sedentarismo) e a ausência de leite e derivados na dieta constituíram fatores de riscos para a obesidade. Por outro lado, sabe-se que esses fatores de riscos são os mesmos que prejudicam a formação de massa óssea adequada^{9,12} para a faixa etária. Apesar do grupo de adolescentes obesos ter apresentado maior densidade óssea que os eutróficos, há necessidade de continuar a investigação para identificação de mecanismos metabólicos associados com o estímulo ao processo de ossificação. Além disso, estudos de coorte serão necessários para avaliar a influência dessa característica sobre a resistência óssea na vida adulta e, conseqüentemente, sobre a incidência de osteopenia e osteoporose em faixas etárias mais avançadas.

Sendo a adolescência período de maior ganho de massa óssea, as ações de prevenção devem ter início precoce, a fim de se controlar a obesidade para diminuir os riscos de co-morbidades decorrentes do excesso de peso e, ao mesmo tempo, garantir o máximo do potencial da formação da massa óssea com a adoção de condutas tais como a prática regular de atividade física e alimentação adequada.

Referências

- Hedley AA, Ogden CL, Johnson CL, Carroll MD, Curtin LR, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. *JAMA*. 2004;291:2847-50.
- Abrantes MM, Lamounier JA, Colosimo EA. Prevalência de sobrepeso e obesidade nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. *Rev Assoc Med Bras*. 2003;49:162-6.
- Rossner S. Childhood obesity and adulthood consequences. *Acta Paediatr*. 1998;87:1-5.
- Ribeiro IC, Taddei JA, Colugnati FA. Obesity among children attending elementary public schools in São Paulo, Brazil: a case-control study. *Public Health Nutr*. 2003;6:659-63.
- Bowman SA, Gortmaker SL, Ebbeling CB, Pereira MA, Ludwig DS. Effects of fast-food consumption on energy intake and diet quality among children in a National Household Survey. *Pediatrics*. 2004;113:112-8.
- Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relationship of overweight to cardiovascular risk factor among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1999;103:1175-82.
- Bouillon R, Prodonova A. Growth hormone deficiency and peak bone mass. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2000;12:1327-36.
- Silva CC, Goldberg TB, Teixeira AS, Dalmas JC. Mineralização óssea em adolescentes do sexo masculino: anos críticos para a aquisição de massa óssea. *J Pediatr (Rio J)*. 2004;80:461-7.
- Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, et al. Peak bone mass. *Osteoporos Int*. 2000;11:985-1009.
- Comisión europea. Informe sobre la osteoporosis en la comunidad europea: acción para la prevención. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas; 1998.
- National Institute of Health. Consensus development panel on osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. *JAMA*. 2001;285:785-95.
- Branca F, Valtuena S, Vatuena S. Calcium, physical activity and bone health—building bones for a stronger future. *Public Health Nutr*. 2001;4:117-23.
- Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr*. 1991;53:839-46.
- Szklo M, Nieto FJ. *Epidemiology: beyond the basics*. Gaithersburg (MD): Aspen Publishers; 2000.
- Marshall WA. Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Childhood*. 1969;44:291-303.
- Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Childhood*. 1970;44:13-23.
- Frisancho AR. *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*. 4th ed. Ann Arbor (MI): University of Michigan Press; 1993.
- 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;68:1111-7.
- 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.
- Victoria CG, Huttly SR, Fuchs SC, Olinto MT. The role of conceptual frameworks in epidemiological analysis: a hierarchical approach. *Int J Epidemiol*. 1997;26:224-7.
- Mickey RM, Greenland S. The impact of confounder selection criteria on effect estimation. *Am J Epidemiol*. 1989;129:125-37.
- Stata statistical software [computer program] version 8.0. College Station (TX): Stata Corporation; 2003.
- Gama CM. Consumo alimentar e estado nutricional de adolescentes matriculados em escolas da rede particular e estadual do bairro de Vila Mariana, São Paulo [tese]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 1999.
- Giuliano ICB. Perfil lipídico em crianças e adolescentes da rede escolar de Florianópolis [tese]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2003.
- Hasanoglu A, Bideci A, Cinaz P, Tumer L, Unal S. Bone mineral density in childhood obesity. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2000;13:307-11.
- Ellis KJ, Shypailo RJ, Wong WW, Abrams SA. Bone mineral mass in overweight and obese children: diminished or enhanced? *Acta Diabetol*. 2003;40:S274-7.
- Sugiyama T, Yamaguchi A, Kawai S. Effects of skeletal loading on bone mass and compensation mechanism in bone: a new insight into the "mechanostat" theory. *J Bone Miner Metab*. 2002;20:196-200.
- Reid IR. Relationship among body mass, its components, and bone. *Bone*. 2002;31:547-55.
- Knoke DJ, Connor-Barrett E. Weight loss: a determinant of hip bone loss in older men and women. The Rancho Bernardo Study. *Am J Epidemiol*. 2003;158:1132-8.

30. Jagielska G, Wolanczyk T, Komender J, Tomaszewicz-Libudzic C, Przedlacki J, Ostrowski K. Bone mineral density in adolescent girls with anorexia nervosa—a cross-sectional study. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2002;11:57-62.
31. Thomas T, Burguera B, Melton LJ III, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Riggs BL, et al. Role of serum leptin, insulin, and estrogen levels as potential mediators of the relationship between fat mass and bone mineral density in men versus women. *Bone*. 2001;29: 114-20.
32. van Coeverden SC, de Ridder CM, Roos JC, van't Hof MA, Netelenbos JC, Delemarre-van de Waal HA. Pubertal maturation characteristics and the rate of bone mass development longitudinally toward menarche. *J Bone Miner Res*. 2001;16: 774-81.
33. Schwartz AV. Diabetes mellitus: does it affect bone? *Calcif Tissue Int*. 2003;73:515-9.

Correspondência:

José Augusto de Aguiar Carrazedo Taddei
Universidade Federal de São Paulo
Rua Loefgreen, 1647, Vila Clementino
CEP 04040-032 – São Paulo, SP
Tel./Fax: (11) 5573.1246
E-mail: taddei.dped@epm.br