ANDERSON MARQUES DE MORAES

"MASSA ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA EM ADOLESCENTES"

CAMPINAS

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Médicas

ANDERSON MARQUES DE MORAES

"MASSA ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL E APTIDÃO FÍSICA EM ADOLESCENTES"

Orientador: Prof. Dr. Gil Guerra Junior

Tese de **Doutorado** apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de **Doutor** em **Saúde da Criança e do Adolescente**, área de concentração em Saúde da Criança e do Adolescente.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO ANDERSON MARQUES DE MORAES E ORIENTADO PELO PROF. DR. GIL GUERRA JÚNIOR

Assinatura do Orientador

_____

CAMPINAS

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARISTELLA SOARES DOS SANTOS – CRB8/8402
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
UNICAMP

M791m

Moraes, Anderson Marques de, 1970-
Massa óssea, composição corporal e aptidão física em adolescentes / Anderson Marques de Moraes. -- Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador : Gil Guerra Junior.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Densidade óssea. 2. Composição corporal. 3. Adolescente. 4. Aptidão física. I. Guerra Junior, Gil, 1960-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Bone mass, body composition and physical fitness in adolescents.
Palavras-chave em inglês:
Bone density
Body composition
Adolescent
Physical fitness
Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente
Titulação: Doutor em Saúde da Crinça e do Adolescente.
Banca examinadora:
Gil Guerra Junior [Orientador]
Roberto Regis Ribeiro
Ídico Luíz Pellegrinotti
Vagner Roberto Bergamo
Antonio de Azevedo Barros Filho
Data da defesa: 26-02-2013
Programa de Pós-Graduação: Saúde da Criança e do Adolescente

Banca Examinadora de Tese de Doutorado

Aluno Anderson Marques de Moraes

Orientador: Prof. Dr. Gil Guerra Júnior

Membros:
Prof. Dr. Gil Guerra Júnior
Prof. Dr. Roberto Regis Ribeiro
Prof. Dr. Ídico Luíz Pellegrinotti
Prof. Dr. Vagner Roberto Bergamo
Prof. Dr. Antonio de Azevedo Barros Filho

Curso de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 26/02/2013

DEDICATÓRIA

À Deus pela oportunidade de eu estar aqui.

Aos meus pais Hermann e Ivete, e irmão Emerson pela base sólida de amor, amizade e apoio.

À minha esposa, Valéria ... eu me tornei feliz quando encontrei você. Meu amor, minha vida. Eu amo amar você!

Às minhas filhas, Beatriz e Maite, que me ensinaram o significado de ser Pai.... amo vocês**!**

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que fazem e fizeram parte de minha vida, e, portanto, contribuíram para minha formação.

Ao Prof. Dr. Gil Guerra Júnior, meu orientador, que mesmo sem me conhecer, respondeu a um e-mail e abriu as portas do Laboratório de Crescimento e Composição Corporal - Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) para que eu pudesse desenvolver minha pesquisa, agradeço pela oportunidade, amizade, paciência.

Ao Prof. Dr. Roberto Teixeira Mendes e a Prof. Dr. Miguel de Arruda, pelas valiosas sugestões no exame de qualificação.

Aos professores da Banca de defesa pelas valiosas contribuições para o término do estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, FCM – UNICAMP, e a todos os Professores.

Aos amigos do Laboratório de Crescimento e Composição Corporal do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) – FCM – UNICAMP, Wellington Roberto Gomes de Carvalho, Ezequiel Moreira Gonçalves, Roberto Régis Ribeiro, Juan Eduardo Samur San Martin, Cristiane Teixeira Amaral Camargo e Vinicius Justino Barbeta.

À Simone e ao Walmir, pela atenção e disponibilidade prestando-me auxílios importantes.

Ao Ezequiel, em especial, companheiro de tantas idas e vindas da Fundação Bradesco.

Ao amigo Edson Queiroz (Neno) por abrir as portas da Fundação Bradesco para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores da Faculdade de Educação Física da Puc-Campinas, em especial aos amigos Vagner Roberto Bergamo, José Francisco Daniel e Jefferson Eduardo Hespanhol e Istvan Dobranzsky pelo conhecimento transmitido em nossas conversas.

Aos amigos Marcelo, Sergio, Anísio e Ana Paula, por compreenderem minha ausência e ajudarem com o trabalho da Prefeitura.

À Diretora da Fundação Bradesco, Profa. Nanci Bertoldo, e aos alunos e seus respectivos pais ou responsáveis pela colaboração no estudo.

RESUMO

Estrutura da tese: No presente estudo optou-se pelo "Modelo Escandinavo", o qual é chamado de "Modelo Alternativo" no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (FCM – UNICAMP). Sendo assim, a tese foi composta por introdução geral, objetivos, capítulos (1 e 2) e conclusão geral. A introdução geral abordou aspectos sobre massa óssea, composição corporal e aptidão física, assim como os respectivos e principais estudos na área. Nos capítulos 1 e 2 encontram-se os artigos. Na conclusão geral foram apresentadas as principais conclusões dos dois artigos. As referências bibliográficas foram apresentadas no final de cada capítulo e da tese. A seguir, foram apresentadas as principais informações que se referem à estruturação dos dois capítulos da tese. **Objetivo:** Os objetivos do presente estudo foram: (1) analisar a associação da massa óssea com a composição corporal e a aptidão física em adolescentes e (2) verificar o comportamento da massa óssea com a evolução do crescimento, da composição corporal e da aptidão fisica em adolescentes. **Casuística e Métodos:** Foram realizados dois estudos, um transversal com 300 estudantes saudáveis de ambos os sexos (148 meninos e 152 meninas) entre 11 e 16 anos e um longitudinal com quinze meses de intervalo com 170 adolescentes entre 10 e 18 anos. Peso, estatura, dobras cutâneas (tríceps - DcTR, subescapular - DcSE e perna medial - DcPM), massa gorda, massa magra, percentual de gordura corporal (% GC), índice de massa corpórea foram avaliados. A aptidão física foi avaliada pelos testes de abdominal, flexibilidade, salto horizontal e consumo máximo de oxigênio. A massa óssea foi avaliada por ultrassonografia quantitativa das falanges da mão (DBM Sonic BP - IGEA, Carpi, Italy) com a medida dos parâmetros QUS de *Amplitude Dependent Speed Sound* (AD-SoS) e *Ultrasound Bone Profile Index* (UBPI). Foi realizada a análise descritiva dos dados, e aplicaram-se os testes *t*, coeficiente de correlação linear de *Pearson* e análise de regressão linear múltipla *stepwise* com significância de 5%. **Resultados:** No estudo transversal, as meninas apresentaram maiores AD-SoS e UBPI em relação aos meninos com o avanço da idade e puberdade. As meninas tiveram melhor desempenho no teste de flexibilidade. No modelo de regressão masculino, % GC e estatura foram identificados como variáveis

independentes significativas para AD-SOS e UBPI, salto horizontal apenas para AD-SoS e maturação sexual para UBPI. Para as meninas, a idade e o % GC foram identificados como variáveis independentes significativas para AD-SOS e UBPI e estatura apenas para AD-SOS. No estudo longitudinal, meninos e meninas apresentaram ganho significativo nas as variáveis de composição corporal. As variáveis de aptidão física mostraram aumento da força abdominal para os meninos. A AD-SoS aumentou significativamente no sexo feminino no grupo de 11 a 13 anos. Para os meninos, a variabilidade da AD-SoS pode ser explicada 25,1% pelo salto horizontal e estatura e 29,3% pela estatura e DcPM, e para as meninas 20,9% pela idade, DcSE e massa magra e 20% pela estatura, % GC e idade. Já a variabilidade da UBPI para os meninos pode ser explicada 14,7% pela massa magra e flexibilidade e 25,5% pelo estadio puberal e força abdominal, e para as meninas 29,5% pela idade e IMC e 20,4% pela idade, estatura e salto horizontal. **Conclusão:** No estudo transversal (capítulo 1), os resultados demonstraram que os parâmetros ósseos são correlacionados com as variáveis de crescimento, tais como idade, estatura, e estadio puberal. No entanto, quanto à aptidão física, apenas as variáveis relacionadas à força muscular, especialmente em meninos, mostraram associação com os parâmetros ósseos. Além disso, a massa gorda demonstrou uma associação negativa com AD-SoS e UBPI. No estudo longitudinal (capítulo 2), conclui-se que, apesar do aumento do peso, da estatura e do avanço do estadiamento puberal após 15 meses de acompanhamento, não ocorreu um ganho significativo de massa óssea neste grupo de adolescentes, porém os resultados dos parâmetros ósseos estão dentro da normalidade para a idade e o sexo, e a aptidão física e a composição corporal influenciaram na aquisição da massa óssea nessa população. A melhora da aptidão física, principalmente relacionada ao sistema neuromuscular, através de exercícios físicos executados em moderadas e altas intensidades, deve ser um objetivo importante para o aumento da massa óssea na infância e adolescência.

Palavras-chave: densidade óssea, composição corporal, adolescente, aptidão física.

ABSTRACT

ABSTRACT

Thesis structure: In this study we choose the "Scandinavian Model", which is called "Alternative Model" in the Post-Graduate Program of Child and Adolescent Health of the Faculty of Medical Sciences, at State University of Campinas (FCM - UNICAMP).Thus, the thesis consisted of general introduction, objectives, chapters (1 and 2) and general conclusion. A general introduction addressed the aspects of bone mass, body composition and physical fitness, as well as their major and studies in the field. In chapters 1 and 2 are the articles. In general, conclusion presented the main conclusions of the two papers. References were presented at the end of each chapter and the thesis. Next, we present the main information that refers to the structure of the two chapters of the thesis. **Objective:** The purposes of this study were: (1) to analyze the association between bone mass to body composition and physical fitness in adolescents and (2) to verify the behavior of bone mass with the evolution of growth, body composition and physical fitness in adolescents. **Methods:** Two studies were conducted: one cross-sectional with 300 healthy students of both sexes (148 boys and 152 girls) aged from 11 to 16 years, and another longitudinal fifteen months apart with 170 adolescents between 10 and 18 years. Weight, height, skinfolds (triceps - SFTR, subscapular - SFSS and medial calf - SFMC), fat mass, fat-free mass, body fat percentage (%BF), body mass index were evaluated. Physical fitness was assessed for abdominal, flexibility, horizontal jump, and maximal oxygen consumption. Bone mass was assessed by quantitative ultrasound of hand phalanges (DBM Sonic BP - IGEA, Carpi, Italy) with the measurement of QUS parameters Amplitude Dependent Speed of Sound (AD-SoS) and Ultrasound Bone Profile Index (UBPI). We performed a descriptive analysis of the data, and applied the t test, coefficient of linear correlation and multiple linear regression analysis with stepwise 5% significance. **Results:** In cross-sectional study, girls had higher AD-SoS and UBPI compared to boys with the advance of age and puberty. The girls had better performance on the test flexibility. In the male regression model, % BF and height were identified as significant independent variables for AD-SOS and UBPI, horizontal jump just for AD-SoS and sexual maturation for UBPI. For girls, age and %BF were identified as significant independent variables for AD-SOS and

UBPI, and height only for AD-SOS. In the longitudinal study, boys and girls showed significant gain in body composition variables. The physical fitness variables showed increased abdominal strength for boys. The AD-SoS increased significantly in females in the group 11-13 years. For boys, the variability of AD-SoS can be explained by horizontal jump 25,1% and 29,3% for height and stature and SFMC, and 20,9% for girls by age, SFSS and fat-free mass and 20% by height, % BF and age. Already variability UBPI for boys 14,7% can be explained by fat-free mass and flexibility, and 25,5% for pubertal stage and abdominal strength, and 29,5% for girls by age and BMI and 20,4% by age, height and horizontal jump. **Conclusion:** In the cross-sectional study (Chapter 1), the results showed that bone parameters are correlated with the growth variables, such as age, height, and pubertal stage. However, as to the fitness, only variables related to muscle strength, especially in boys, were associated with bone parameters. Furthermore, the fat mass showed a negative correlation with AD-SoS and UBPI. In the longitudinal study (Chapter 2), we concluded that, despite the increase in weight, height and pubertal advance, after 15 months follow-up, there was not a significant bone mass gain in this group of adolescents, but the results of bone parameters are within normal range for age and sex, and physical fitness and body composition influenced the acquisition of bone mass in this population. The fitness improvement, primarily related to the neuromuscular system, through physical exercise performed at moderate and high intensities, should be an important goal for increasing bone mass in childhood and adolescence.

Keywords: bone density, body composition, adolescent, physical fitness.

AAHPERD	*American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*
ACSM	*American College of Sports Medicine*
AD-SoS	*Amplitude Dependent Speed of Sound*
BTT	*Bone Transmission Time*
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIPED	Centro de Investigação em Pediatria
cm	Centímetro
DcPM	Dobra cutânea da perna medial
DcSE	Dobra cutânea subescapular
DcTR	Dobra cutânea do tríceps
DXA	*Dual Energy X Ray Absorptiometry*
DP	Desvio-Padrão
DMO	Densidade mineral óssea
et al	Colaboradores
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FITNESSGRAM	Programa de Aptidão Física
g	Grama
g/cm	Grama por Centímetro
g/cm^2	Grama por Centímetro Quadrado
g/cm^3	Grama por Centímetro Cúbico
IC	Intervalo de confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
kg	Quilograma
kg/m²	Quilograma por Metro Quadrado
m	Metro
M	Média
ml	Mililitros
m/s	Metros por Segundo
m^2	Metro ao Quadrado

Md	Mediana
mg/cm^3	Miligramas por Centímetro Cúbico
Mhz	Mega Hertz
min	*Minuto*
mm	Milímetro
n	Amostra
p	Valor de Significância Estatística
pQCT	*Peripheral Quantitative Computed Tomography*
QCT	*Quantitative Computed Tomography*
QMR	*Quantitative Magnetic Resonance*
QUS	*Quantitative Ultrasound*
r	Coeficiente de Correlação de *Spearman*
R^2	Coeficiente de determinação
SDY	*Signal Dynamic*
AD-SoS	Velocidade do som
SPSS	*Statistical Package for the Social Sciences*
UBPI	*Ultrasound Bone Profile Index*
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VO_{2pico}	Consumo máximo de oxigênio
WHO	World Health Organization
X_2	Qui-quadrado

-	Menos
%	Percentual
□	Mais ou menos
+	Mais
<	Menor
=	Igual

LISTA DE TABELAS

PÁG.

Capítulo 1

Tabela 1 - Resultados de média ± DP da composição corporal, parâmetros QUS, aptidão física, por sexo e estadio puberal em 300 adolescentes 72

Tabela 2 - Correlação linear de Pearson da AD-SoS e UBPI de acordo com o sexo, vaiáveis antropométricas, composição corporal, e aptidão física em 300 adolescentes 74

Tabela 3 - Modelos de análise regressão Stepwise das variáveis dependentes Ad-SoS e UBPI no geral, masculino e feminino 75

Capítulo 2

Tabela 1 - Dados da média (M), desvio-padrão (DP) e diferenças entre as avaliações (Δ) da composição corporal de acordo com os grupos de idades e sexo nas duas avaliações 99

Tabela 2 - Dados da média (M), desvio-padrão (DP) e diferenças entre as avaliações (Δ) dos testes de aptidão física de acordo com os grupos de idade e sexo nas duas avaliações 100

Tabela 3 - Dados da média (M), desvio-padrão (DP) e diferenças entre as avaliações (Δ) da AD-SoS (m/s) e do UBPI de acordo com os grupos de idade, sexo e estadio puberal nas duas avaliações 101

Tabela 4 - Coeficiente de correlação linear de Pearson da AD-SoS e do UBPI nas duas avaliações de acordo com o sexo e variáveis antropométricas e de aptidão física 102

Tabela 5 - Análise de regressão linear múltipla *stepwise* da AD-SoS e do UBPI em relação ao sexo nas duas avaliações e pela diferença (Δ) 103

LISTA DE FIGURAS

PÁG.

INTRODUÇÃO

Figura 1A. Alterações em massa livre de gordura, massa gorda e % de gordura..... 36

Figura 1B. Alterações em conteúdo mineral ósseo e área óssea total do corpo..... 36

Figura 2. Equipamento DBM *Sonic* BP (IGEA, Carpi, Italy) e posicionamento do compasso na metáfise distal da mão para realização da avaliação..... 42

CAPITULO 1

Figura 1. Correlação entre % de gordura e salto horizontal com a AD-SoS em ambos os sexos..... 73

SUMÁRIO

PÁG.

RESUMO..... xi

ABSTRACT..... xv

INTRODUÇÃO GERAL..... 29

OBJETIVOS..... 47

CAPÍTULOS..... 51

Capítulo 1..... 53

Capítulo 2..... 77

CONCLUSÕES GERAIS..... 105

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 109

ANEXOS..... 121

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética..... 123

Anexo 2. Avaliação do Nível de Atividade Física..... 125

APÊNDICES..... 127

Apêndice 1. Termo de Consentimento Enviado à Escola..... 129

Apêndice 2. Termo de Consentimento Enviado aos Pais..... 131

Apêndice 3. Ficha de Avaliação..... 133

INTRODUÇÃO

A obesidade e a osteoporose são preocupações crescentes em todo o mundo, e ambas podem decorrer por alterações na dieta e ingestão calórica, fatores genéticos, estilo de vida e menor atividade física[1]. Assim, crianças e adolescentes também são afetadas pela obesidade e suas morbidades[2,3], tornando-se um problema de saúde pública considerado como fator de risco para doenças cardiovasculares, diabetes, hipertensão, câncer e osteoporose[4].

A osteoporose é uma doença silenciosa e se manifesta na terceira idade já em estado avançado, portanto, menos evidente que a obesidade. A obesidade é acompanhada de alterações hormonais, aumento de citocinas inflamatórias e estresse oxidativo[1]. Estes fatores contribuem para o aumento da massa gorda e perda de massa óssea e, essa sinalização através de citocinas no sistema nervoso central tem sido alvo de investigações sobre o seu papel na diminuição da massa óssea em estados inflamatórios[5].

A infância e a adolescência são períodos fundamentais para a aquisição de massa óssea, que atinge seu pico máximo durante esse período e na idade adulta jovem com quase 90% da massa óssea acumulada por volta dos 18 anos. Fatores genéticos, nutricionais, atividade física, composição corporal, sexo, raça, sistema endócrino, fatores mecânicos, agentes farmacológicos e fatores dietéticos, especialmente cálcio e vitamina D também influenciam sua aquisição[3,6,7].

Atualmente, reconhece-se que a maioria das fraturas não ocorre somente em pessoas com osteoporose, mas também nas pessoas com baixa massa óssea[8], classificada como osteopenia. Por isso, estudos têm sugerido que alterações na microarquitetura do osso poderiam explicar a fragilidade óssea e o risco de fraturas independente da densidade mineral óssea[9,10].

Estudos recentes têm investigado a influência da composição corporal sobre a massa óssea[10-14], mostrando que o peso corporal, a massa magra e massa gorda são associados com a densidade mineral óssea e com a incidência de fraturas[12,15,16].

Alguns estudos com populações jovens do sexo feminino, indicam a massa magra e a massa gorda como preditores positivos da densidade mineral óssea[4,17], em outro, a massa gorda como preditor negativo[18]. Essa relação entre o tecido adiposo e a densidade mineral óssea é creditada não apenas à pressão de carga mecânica, mas também pelo efeito metabólico das citocinas[5]. Outro estudo com jovens do sexo masculino afirma que o principal determinante da massa óssea é a massa magra[17]. No entanto, ainda não são claras as contribuições da composição corporal e de outras variáveis de crescimento na massa óssea[19,20].

Dessa forma, a relação entre a composição corporal, especialmente o tecido adiposo, e a densidade mineral óssea em crianças é importante porque qualquer intervenção terapêutica para a obesidade que modifique a composição corporal pode alterar a densidade mineral óssea e, portanto, o risco de desenvolvimento da osteoporose na idade adulta[4]. Acredita-se que, ao se potencializar o acúmulo de massa óssea no período pubertário e sua manutenção na vida adulta, pode-se minimizar as reduções da massa óssea com o avançar da idade, contribuindo, assim, para a prevenção da osteoporose[19,21].

Durante o crescimento, o esqueleto passa por mudanças na arquitetura e tamanho que são chamadas de modelagem, com aumentos coordenados em massa e densidade mineral óssea, sustentadas pela puberdade. Além da modelagem, os ossos são continuamente remodelados por remoção e substituição das estruturas ósseas já presentes, num processo denominado remodelação, até adquirir a configuração adulta e, finalmente,

alcançando o pico de massa óssea. A otimização do pico de massa óssea requer a interação adequada de fatores ambientais, alimentares, influências hormonais e genéticas[22]. A remodelação óssea ocorre mais frequentemente em locais do esqueleto ricos em osso trabecular, tais como as vértebras, fémur proximal e calcâneo[23,24].

O crescimento durante a infância e a adolescência promove o crescimento da cartilagem nas placas das extremidades de ossos longos, seguido de formação do osso endocondral. Durante a puberdade e início da vida adulta, a sobreposição endostal e o espessamento trabecular fornecem maior pico de massa óssea. Forças mecânicas produzidas sistemicamente influenciam esses processos e controlam as funções coordenadas de osteoblastos e osteoclastos para preservar a resistência estrutural do osso[25]. Esse processo de crescimento não é uniforme, especificamente, há um crescimento proporcionalmente maior nas extremidades do que no tronco antes da puberdade, já no início da puberdade ocorre um aumento no crescimento da coluna, e a ao final desse período ocorre uma desaceleração em todos os locais[24,26].

Dessa forma, há um crescente reconhecimento de que muitas crianças não conseguem otimizar o acúmulo ósseo durante a infância e adolescência, podendo resultar em ossos frágeis, aumento do risco de fraturas tanto nessa fase como na idade adulta[27]. Por exemplo, na infância, alguns fatores podem representar ameaças para a saúde óssea, tais como má absorção intestinal, períodos prolongados de inatividade física ou de tratamentos como a terapia por glicocorticóides. Se a osteoporose tem origens na infância, então a compreensão dos fatores que afetam o acúmulo de osso nessa fase pode ser a chave para a prevenção precoce desta doença[22].

Com relação a inatividade física, na maioria das vezes, ela é quantificada pelo nível de atividade física, de aptidão física e/ou exercício físico. Esses três componente do condicionamento físico voltado a saúde podem influenciar o acúmulo ósseo nesse período. Porém, algumas vezes ocorre uma interpretação equivocada sobre esses termos. A definição de atividade física é qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulte em aumento do dispêndio de energia em repouso, o exercício físico é o movimento corporal executado de forma planejada, estruturada e repetida com o objetivo de manter e/ou melhorar uma capacidade física, enquanto que, a aptidão física é um conjunto de atributos ou características que os indivíduos possuem ou adquirem e se relacionam com a capacidade de executar uma atividade[28]. Nesse sentido, Shapses e Sukumar[1] afirmam que a inatividade física pode predispor à osteoporose e à obesidade, contudo existem outros fatores que devem ser levados em conta como a genética e a alimentação, entre outros. Estudos têm sugerido que o excesso de peso está relacionado ao mau desempenho em testes que exigem aptidão cardiorrespiratória, resistência muscular, força explosiva dos membros inferiores ou velocidade e agilidade[29,30].

Em contrapartida, crianças e adolescentes que participam de exercício físico em intensidade moderada ou vigorosa uma ou mais horas por dia, três ou mais vezes por semana com cargas adequadas, melhoram a força muscular, a aptidão cardiorrespiratória e a composição corporal e, portanto, diminuem os fatores de risco cardiovasculares, e melhoram a saúde óssea, bem-estar psicológico, cognição e desempenho escolar[31].

Porém, algumas tendências têm sido observadas sobre esse assunto e devem ser consideradas, pois afetam tanto o crescimento quanto o desenvolvimento, como os aumentos na estatura e peso, a antecipação da idade da menarca e outros indicadores de

maturação sexual, entretanto, observa-se hoje em dia, que as crianças apresentam níveis de aptidão física menores que às crianças do passado[21].

Sabe-se que, durante a puberdade as alterações morfológicas e funcionais interferem diretamente na capacidade de desempenho esportivo dos adolescentes devido às rápidas alterações no tamanho e na composição corporal. Nesse sentido, o crescimento em estatura, maturação biológica dos órgãos sexuais e das funções musculares e composição corporal apresentam importantes diferenças entre os sexos[32].

Nos meninos, as alterações estão diretamente ligadas à secreção da testosterona[21,33]. Aumentos na massa magra e o amadurecimento das funções musculares promovem o aumento na capacidade metabólica e, portanto, nos principais índices de aptidão física, como a força e as diversas velocidades e resistências[34].

Nas meninas, após o pico de crescimento em estatura, ocorre a menarca, e a produção de estrogênio promove aumento no percentual de gordura corporal sem aumento acentuado de massa magra[21].

Nesse sentido, a massa magra segue o mesmo padrão de crescimento de estatura e peso e as diferenças entre os sexos se tornam mais evidentes durante o estirão do crescimento na adolescência, onde os meninos tem em média 1,5 vezes mais massa magra que as meninas. Já com relação a gordura, o peso aumenta durante a adolescência nas meninas e atinge seu platô antes do inicio do estirão do crescimento apresentando uma diferença de até 1,5 vezes superior aos meninos (Figura 1A). Com relação ao conteúdo mineral ósseo, o mesmo aumenta linearmente sem diferenças entre os sexos até a pré-adolescência e no inicio da adolescência as meninas apresentam valores sensivelmente

superiores que os meninos, enquanto as meninas atingem seu platô por volta de 15 ou 16 anos, os meninos continuam aumentando linearmente até por volta dos 20 anos (Figura 1B)[21].

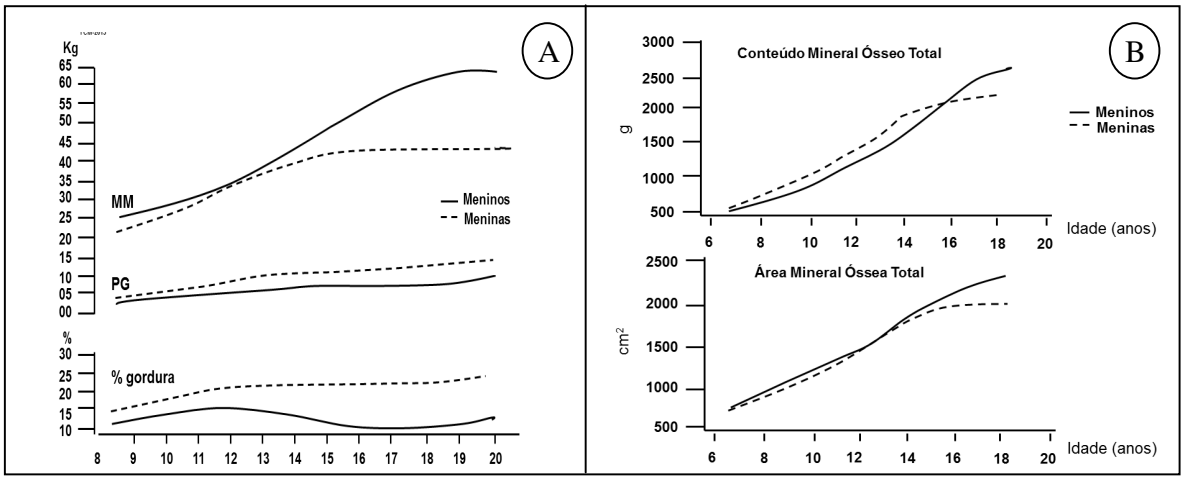

Figura 1 – A) Alterações em massa livre de gordura, peso gordo e % de gordura; B) Alterações em conteúdo mineral ósseo e área óssea total do corpo. Adaptado de Malina et al (2004).

Com relação ao aumento da massa óssea, as cargas mecânicas, tais como o peso e as forças musculares exercem um papel importante na aquisição e manutenção óssea e podem explicar diferenças nas características ósseas entre o sexo masculino e o feminino, pessoas ativas e sedentárias, atletas e não atletas, provavelmente devido às diferenças nos níveis de atividade física e na composição corporal[35-37]. Algumas dúvidas ainda permanecem sobre se a carga mecânica tem a mesma influência em meninos e meninas com o mesmo nível maturacional[38].

Portanto, a atividade física ou exercício físico influenciam positivamente a mineralização óssea, especialmente, durante a fase de crescimento e, portanto, ambos podem ser recomendados na prevenção da osteoporose[39].

Assim, as ações anabólicas provocadas pelo crescimento estão diretamente relacionadas a tecidos específicos, onde o aumento no tamanho corporal é um fator determinante também no desenvolvimento da aptidão física. Por exemplo, com relação à aptidão aeróbia, o aumento nas dimensões dos sistemas cardiorrespiratório e cardiocirculatório, particularmente do coração influenciam positivamente sua melhora, enquanto que, o aumento no volume muscular além de melhorar a aptidão aeróbia, promove melhoras na capacidade anaeróbia e de força[40].

Esses componentes da aptidão física, foram encontrados como preditores de medidas ósseas, provavelmente pelo seu efeito mediador na relação entre atividade física, massa magra e variáveis esqueléticas[41,42].

Assim, torna-se importante a investigação dos efeitos da aptidão física sobre o comportamento da composição corporal associada à massa óssea. No entanto, a aptidão física geralmente é avaliada no contexto do currículo de educação física, o que não ocorre com a atividade física e massa magra[38].

Quanto à avaliação da aptidão física em adolescentes, existem vários protocolos que podem ser utilizados. Entre os mais populares estão o do Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul (CELAFISCS) que é um laboratório de aptidão física que tem contribuído com as Ciências do Esporte no âmbito nacional e internacional desenvolvendo técnicas de mensuração da aptidão física não complexas, de baixo custo e aplicabilidade em grandes grupos e com alto rigor científico [43], o da *American Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance* (AAHPERD) que é a maior organização de profissionais para apoio e auxílio a profissionais envolvidos na educação física, recreação, fitness, esporte e treinamento, dança, educação e promoção da saúde, e todas as

especialidades relacionadas para alcançar um estilo de vida saudável e ativo[44,45] e o *Fitnessgram & Activitygram Test Administration Manual* (FITNESSGRAM) um programa de Educação da Aptidão Física para a saúde e destinado às crianças e jovens do ensino básico e secundário, sendo desenvolvido para auxiliar o Professor de Educação Física na avaliação e educação da aptidão e atividade física entre os 6 e os 18 anos. Esse programa contém testes de aptidão física adaptados a esta faixa etária avaliando 3 zonas distintas, a primeira em que o aluno "Necessita Melhorar", a segunda identificando a "Zona Saudável" e a última "Acima da Zona Saudável" [46].

Com relação à avaliação óssea, vários métodos têm sido utilizados. Cole et al[47] descrevem que o principal é a dupla emissão de raios X (DXA- *dual-energy X-ray absorptiometry*) que emprega raios X de duas energias para produzir uma imagem de projeção da região de interesse. A partir dessas imagens duas medidas são calculadas para determinar a massa óssea: densidade mineral óssea (g/cm^2) e o conteúdo mineral ósseo (g). A tomografia computadorizada quantitativa (QCT - *Quantitative computed tomography*), como DXA, baseia-se na atenuação do feixe de raios X à medida que passa através do corpo. A fatia de CT representa o volume de tecido e, portanto, uma densidade mineral óssea volumétrica pode ser medida. Isto é uma vantagem em estudos com crianças e adolescentes, onde DXA podem subestimar a densidade mineral óssea, devido às variações de crescimento relacionadas com o tamanho do osso. As principais vantagens de QCT são a sua capacidade de avaliar separadamente osso cortical e trabecular e o volume obtido em miligramas por centímetro cúbico (mg/cm^3), porém, este método não é frequentemente indicado em crianças e mulheres em idade fértil, pois emprega altas doses de radiação ionizante. A tomografia computadorizada quantitativa periférica (pQCT - *Peripheral*

quantitative computed tomography) fornece três dados de mineralização dimensionais no esqueleto apendicular, geralmente do rádio e da tíbia distal. Igual ao QCT tradicional, os compartimentos trabecular e cortical podem ser isolados e estudados individualmente. Além disso, essa tecnologia apresenta uma menor dose de radiação. A ultrassonografia quantitativa (QUS) foi introduzida recentemente para medir a densidade óssea. Suas medições são realizadas principalmente no calcâneo. Essa técnica utiliza ondas não ionizantes de som para detectar a densidade mineral. Os transdutores de ultrassom transmitem energia através do osso para o transdutor receptor produzindo duas medidas, a atenuação de ultrassom de banda larga (BUA) e a velocidade do som (SOS).

Outros métodos empregados e citados em estudos científicos baseiam-se na propriedade física do osso em absorver fótons. Dentre estes, estão a absortiometria por emissão simples de fótons (SPA – *single photon absorptiometry*), emissão simples de raios X (SXA – *single X-ray absorptiometry*), dupla emissão de fótons (*DPA – dual photon absorptiometry*), ressonância magnética quantitativa (QMR – *quantitative magnetic resonance*), raio X digital (DXR – *digital X-ray radiogrammetry*)[48,49].

Dessa forma, alguns estudos em crianças e adolescentes têm utilizados esses métodos. Baptista et al[38] utilizaram o DXA e compararam os efeitos da atividade física habitual, massa magra e de aptidão física (aeróbia e capacidade muscular de membros inferiores e superiores) sobre o conteúdo mineral ósseo em 53 meninas e 64 meninos de 7 a 10 anos de idade e observaram que a massa magra foi o indicador mais importante do tamanho do osso e/ou da densidade mineral em ambos os sexos e que o peso corporal e a atividade física influenciaram positivamente no conteúdo mineral ósseo em meninos e que aqueles com a prática de atividade física moderada e vigorosa possuíam 13-20% mais

conteúdo mineral ósseo do que aqueles com menos atividade física, e meninas com massa magra superior a 19 kg apresentaram massa óssea 12-19% maior que aquelas com menos massa magra. Esses resultados sugerem que a massa magra foi o indicador mais importante do tamanho do osso e/ou da mineralização em ambos os sexos, enquanto que a atividade física habitual parece impactar positivamente na densidade mineral óssea em meninos pré-púberes.

Em outro estudo, Valtueña et al[50] avaliaram a influência do hidroxicolecalciferol 25(OH)D (principal metabólito circulante da vitamina D) na densidade óssea em adolescentes, considerando o efeito da composição corporal, sexo, idade, maturação, ingestão de cálcio, aptidão física e atividade física. As medições de densidade óssea e composição corporal foram realizadas com o DXA em 100 adolescentes espanhóis, 47 homens e 53 mulheres com idades de 14,86±1,08 e 14,76±0,89, respectivamente. Os resultados mostraram que a vitamina D e a atividade física podem influenciar a densidade óssea em duas direções possíveis: níveis suficientes de 25 (OH) D melhoram a massa óssea somente em adolescentes ativos, e a atividade física exerce influência positiva sobre a densidade óssea em indivíduos com níveis normais de vitamina D.

Burt et al[51] compararam o conteúdo mineral ósseo, a área óssea total e cortical, densidade volumétrica trabecular e cortical medidos no antebraço distal e proximal não dominante por pQCT em 28 ginastas e 58 não ginastas pré-púberes, com idades entre 6 a 11 anos e observaram que as ginastas possuíam maior força óssea do que não ginastas e que a ginástica promoveu benefícios na densidade óssea.

Percebe-se que na maioria dos estudos sobre a densidade mineral óssea, o DXA é o método mais utilizado na avaliação da massa óssea em crianças, pois é rápido, preciso e

utiliza quantidade baixa de radiação ionizante. Porém, é um dos problemas na interpretação da densidade mineral óssea avaliada por esse método nessa faixa etária, é o fato da geometria e do tamanho do osso variarem consideravelmente durante o crescimento e o desenvolvimento. Uma vez que a área não aumenta na mesma proporção que o volume do osso, a densidade mineral óssea verdadeira pode ser superestimada em ossos grandes e subestimada em ossos pequenos[52-54].

Diante disto, desde a última década, o emprego da ultrassonografia quantitativa (QUS - *quantitative ultrasound*), por meio do equipamento DBM *Sonic* (Figura 1) tem se solidificado no campo investigativo[55], sendo aceito como método de predição de risco de fratura, diagnóstico e monitoramento da osteoporose[56]. O instrumento avalia o parâmetro da quantidade óssea (*Amplitude Dependent Speed of Sound*, AD-SoS) e da qualidade óssea (*Ultrasound Bone Profile Index*, UBPI)[57]. A AD-SoS é expressa em metros por segundo (m/s) e representa a velocidade de som após percorrer os três tipos de ossos das falanges. Este valor é obtido de forma automática e representa a média dos melhores valores de cada falange proximal (II - V), após 96 aquisições de medida de velocidade do ultrassom, que por transmissão rastreiam as trabéculas do tecido ósseo, podendo variar entre 1650-2250 m/s[58-60]. O UBPI é obtido a partir da análise do comportamento dos três tipos de ossos (endostal, trabecular e cortical) representado no perfil biofísico ósseo, que também é denominado osteossonografia, após aquisição de 96 registros por automação, mediante análise matemática multifatorial (UBPI= - (– 0,0018*SDy – 0,0560*FWA – 0,1467*BTT + 3,0300) (FWA - Fast *Wave Amplitude*; SDy - *Signal* D*ynamic* e BTT - *Bone Transmission Time*), cujo cálculo independe do operador que manuseia o equipamento. A aplicação desse índice é de fundamental importância porque realiza as correlações entre seus parâmetros,

que refletem as propriedades mecânicas do osso. Este índice tem a capacidade de refletir a elasticidade e a homogeneidade óssea da região, indicando a sua deterioração com décadas de antecedência através da diminuição progressiva do osso, que é o primeiro a refletir as inadequadas interferências dos fatores endógenos e exógenos[58,61].

O método de ultrassonografia de falanges para avaliação óssea já possui mais de 15 anos de estudo e a partir do ano de 2000 o equipamento DMB Sonic BP foi comercializado e é o único a avaliar simultaneamente a quantidade e qualidade em um mesmo sitio ósseo[62].

Figura 2- Equipamento DBM *Sonic* BP (IGEA, Carpi, Italy) e posicionamento do compasso na metáfise distal da mão para realização da avaliação.

Com relação a esse método, alguns estudos foram realizados com crianças e adolescentes. Halaba e Pluskiewicz[63] determinaram a relação entre a ultrassonografia quantitativa com a idade e tamanho do corpo, para estabelecer os intervalos de referência para a velocidade do som (Ad-SoS) nas falanges de 433 crianças (226 meninas e 207 meninos) com idades entre 9 e 15 anos e não encontraram diferença significativa para os meninos e meninas na idade até 11 anos. Observaram aumentos nas meninas aos 11 anos, e nos meninos dois anos mais tarde. Também mostraram que nas meninas a idade foi preditora para AD-SoS e nos meninos, a estatura e o peso. Baroncelli et al[64] avaliaram 1.083 crianças e adolescentes (587 meninos e 496 meninas) com idades de 3 a 21 anos e

encontraram aumentos progressivos da AD-SoS, mas não encontraram diferenças entre os sexos até 11 anos de idade; quanto a maturação, as meninas apresentavam maiores valores que os meninos no estadio três. Peso, índice de massa corporal, desenvolvimento puberal e largura média de dedos foram preditores da AD-SoS para os meninos, e idade, estadio puberal, e largura média de dedos para as meninas. Em estudo longitudinal, Vignolo et al[65] compararam as medições do QUS com as variáveis de crescimento em 589 crianças e adolescentes (290 meninos e 299 meninas), com idades entre 3 a 16 anos, e observaram aumentos significativos entre a primeira e a segunda avaliação tanto para AD-SoS quanto BTT. AD-SoS e BTT apresentaram variações significativamente diferentes em diferentes grupos etários, e se correlacionaram com a idade, a estatura, o peso, o estadio puberal e a velocidade de crescimento em estatura.

No Brasil, esse método também tem sido aplicado em vários estudos no Laboratório de Crescimento e Composição Corporal do Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Ribeiro, Guerra-Junior e Barros-Filho[20] avaliaram a massa óssea em 1.356 escolares brancos e negros na faixa etária de 6 a 11 anos, em relação à etniae, ao nível socioeconômico, ao desenvolvimento puberal, e à composição corporal e verificaram uma variação crescente na quantidade óssea com a evolução da idade e da puberdade para ambos os sexos e cor da pele. Os escolares brancos apresentaram maiores valores de quantidade e qualidade óssea em relação às crianças negras e, o sexo, as variáveis antropométricas e o nível socioeconômico explicaram apenas 16 e 11% da variabilidade da quantidade e qualidade óssea, respectivamente. Em outro estudo Santos et al[66] avaliaram a AD-SoS e o BTT em 1.775 escolares do sexo feminino, com idades entre 8 e 17 anos. Os

autores observaram aumentos progressivos para as variáveis de peso, estatura, índice de massa corporal, AD-SoS e BTT com o avanço da idade. A idade, a estatura e a maturação sexual foram preditores tanto da AD-SoS (R^2 = 0,49) quanto do BTT (R^2 = 0,53). Carvalho et al[56] avaliaram a influência da composição corporal sobre a massa óssea de 267 estudantes (141 meninos e 126 meninas) com idades entre 8 e 18 anos e observaram que as meninas apresentaram maior massa óssea em relação aos meninos, com o avanço da idade e estadio puberal, e a idade e a massa magra foram preditoras para a massa óssea nos meninos, e a idade, o estadio púberal e o índice de massa gorda preditores nas meninas. Em outro estudo realizado por Duarte et al[67] os autores avaliaram a associação entre ultrassonografia quantitativa de falanges da mão (QUS) e a DXA e desses com os históricos alimentar e de fraturas em 270 escolares entre 7 e 18 anos e encontraram associação entre os métodos de QUS e DXA mas, não foi observada associação entre as fraturas e o histórico alimentar, nem com os valores de massa óssea.

Diante disto, a massa óssea, a composição corporal e a aptidão física são importantes indicadores dos níveis de saúde e de qualidade de vida da população em geral, mas também em crianças e adolescentes.

Dessa forma, para analisar o comportamento da massa óssea com essas variáveis o presente estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo é composto de um estudo transversal e tratou da associação da massa óssea com a composição corporal e aptidão física observando as diferenças entre os sexos, idade e estadio puberal. No segundo capítulo, apresenta-se um estudo longitudinal da relação da massa óssea com a composição corporal e com a aptidão física observando-se as diferenças entre as avaliações após quinze meses.

Destacamos que este estudo, de acordo com nosso conhecimento, é o primeiro realizado no Brasil utilizando esse método em conjunto com a avaliação da aptidão física em adolescentes.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Caracterização da quantidade e qualidade óssea por meio da ultrassonografia quantitativa das falanges e sua associação com a composição corporal e a aptidão física em adolescentes.

Objetivos Específicos:

Capítulo 1: **"*Associação da massa óssea com a composição corporal e a aptidão física em estudantes de 11 a 16 anos*"**

- Analisar a associação da massa óssea com a composição corporal e a aptidão física em adolescentes.

Capítulo 2:***"Comportamento dos parâmetros da Ultrassonografia Quantitativa das Falanges (QUS) em relação ao crescimento, composição corporal e aptidão física em adolescentes"***

- Verificar o comportamento da massa óssea com a evolução do crescimento, da composição corporal e da aptidão fisica em adolescentes.

CAPÍTULOS

Capítulo 1

Associação da massa óssea com a composição corporal e a aptidão física em estudantes de 11 a 16 anos.

Moraes AM, Gonçalves EM, Guerra-Junior G

Laboratório de Crescimento e Composição Corporal - Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) - Departamento de Pediatria - Faculdade de Ciências Médicas (FCM) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Campinas (SP) - Brasil

Correspondência:

Gil Guerra-Junior

Departamento de Pediatria

FCM - UNICAMP

Campinas (SP) - Brasil

CEP 13083-887

e-mail: gilguer@fcm.unicamp.br

Fone: (19)3521-8985 e Fax: (19)3521-8964

Resumo

Objetivo: verificar a associação da composição corporal e aptidão física com massa óssea em adolescentes. Casuística e métodos: Estudo transversal com 300 estudantes saudáveis de ambos os sexos (148 meninos e 152 meninas) entre 11 e 16 anos. Peso, estatura, índice de massa corporal, massa gorda, massa magra e percentual de gordura corporal (%GC), foram avaliados. A aptidão física foi avaliada pelos testes de flexibilidade, abdominal, salto horizontal e consumo máximo de oxigênio. Os parâmetros de AD-SoS e UBPI foram avaliados por ultrassonografia quantitativa das falanges da mão (DBM Sonic BP - IGEA, Carpi, Italy). Resultados: No grupo estudado, as meninas apresentaram maior AD-SoS e UBPI em relação aos meninos com o avanço da idade e da puberdade. As meninas tiveram melhor desempenho no teste de flexibilidade. Para os meninos, o %GC e a estatura foram identificados como variáveis independentes significativas para AD-SOS e UBPI, salto horizontal apenas para AD-SoS e maturação sexual para UBPI. Para as meninas, a idade e o % GC foram identificados como variáveis independentes significativas para AD-SOS e UBPI e estatura apenas para AD-SOS. Conclusão: Este estudo mostrou que, tanto para meninos como para as meninas as variáveis relacionadas ao crescimento (idade, estatura, maturação sexual) foram preditores positivos para os parâmetros ósseos e %GC foi um preditor independente negativo. Para os meninos, o salto horizontal foi um preditor independente positivo para AD-SoS, indicando que a aptidão física relacionada ao sistema neuromotor pode influenciar a quantidade óssea.

Palavras-chave: ultrassonografia, falanges, peso, percentual de gordura, exercício físico, composição corporal.

Introdução

O exercício físico é considerado um dos principais meios para melhorar a aptidão física relacionada à saúde, e tem sido apontado como um dos principais determinantes da massa óssea ao longo da vida[1]. Assim, vários estudos têm investigado a sua contribuição para o acúmulo de massa óssea durante a infância e adolescência[2-5] e sua influência sobre a densidade óssea na idade adulta, como forma de compreender o processo de sua maturação, a fim de identificar os fatores que podem contribuir para intervenções mais eficazes e criação de estratégias para prevenir as doenças relacionadas ao osso[6].

Assim, vários métodos têm sido usados para medir a massa óssea, incluindo a absorciometria de dupla energia de raios-X (DXA) e a tomografia computadorizada quantitativa periférica (pQCT). No entanto, nos últimos anos, o ultrassom quantitativo das falanges (QUS) têm sido utilizado para a avaliação indireta do tecido ósseo baseado em uma variedade de experiências, sugerindo que os parâmetros do ultrassom proporcionam informações não só sobre a quantidade, mas também da arquitetura óssea e sua elasticidade [7]. O QUS tem algumas vantagens práticas quando comparadas a outros métodos que utilizam raios-X e fótons, ou seja, baixo custo, a segurança, livre de radiações ionizantes e maior praticidade, tornando-o adequado para uso em crianças e adolescentes[8-10].

Portanto, o objetivo desse estudo foi verificar a associação das variáveis de composição corporal e aptidão física com a massa óssea em adolescentes.

Casuística e Métodos

Trata-se de estudo transversal onde foram convidados 624 estudantes regularmente matriculados na Escola da Fundação Bradesco (Campinas – Brasil).

A amostra foi selecionada de forma intencional, uma vez que atendia aos critérios estabelecidos para o desenvolvimento do presente estudo.

Os critérios de exclusão foram a presença de deficiências físicas (permanentes ou temporárias) que impossibilitassem as avaliações (n=2), uso de medicamentos que pudessem interferir na composição corporal ou na massa óssea (n=0), não concordância dos pais ou dos estudantes (n=22), a não execução de um dos testes ou o não comparecimento em algum dia da avaliação (n=300).

Portanto, a amostra final foi composta por 300 estudantes [masculino=148 (49,4%) e feminino=152 (50,6%)], com idades entre 11 e 16 anos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCM - UNICAMP (Parecer 797/08) e o consentimento informado por escrito foi outorgado pela direção da escola e pelos pais ou responsáveis pelos estudantes.

As idades cronológicas foram estabelecidas por meio de cálculo das idades decimais, tendo como referência a data de nascimento e a data de coleta de dados, adotando-se os intervalos decimais entre 0,50 a 0,49[11].

Antropometria, composição corporal e massa óssea

Foi realizada avaliação com medidas de peso (kg) e estatura utilizando técnicas padronizadas por Lohman et al[12]. O peso foi avaliado em balança da marca Filizola® com precisão de 0,1 kg e a estatura (m) em um estadiômetro da marca Sanny® com precisão de 0,1 cm. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela divisão do peso pela estatura ao quadrado.

Para a medida das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro de marca Sanny® (pressão constante de 10g/mm^2 e precisão de 0,1 mm). As medidas foram feitas de acordo com as recomendações do ACSM[14]. Foram medidas as dobras cutâneas do tríceps e da perna medial.

Para cálculo do percentual de gordura corporal (%GC) foi utilizada a equação proposta por Slaughter et al[15] para crianças e adolescentes de 8 a 18 anos, conforme equações abaixo:

Meninos brancos e negros: % GC = 0,735(TR+PM) + 1,0

Meninas brancas e negras: %GC = 0,610(TR+PM) + 5,1

Onde: TR = valor da dobra cutânea triciptal (mm); PM = valor da dobra cutânea da perna medial (mm).

A partir desses dados, a massa gorda foi obtida pela multiplicação do %GC pelo peso e a massa magra pela subtração do peso pela massa gorda.

Em relação ao desenvolvimento puberal, foi utilizado o método de observação de padrões fotográficos, que consta de cinco estadios de desenvolvimento (G1-5) para genitália masculina e desenvolvimento mamário (M1-5) para as meninas, de acordo com os critérios de Marshall e Tanner[15,16]. Os estadios foram considerados em pré-púbere (estadio1), intra-púbere (estadios 2 e 3) e púbere (estadios 4 e 5).

A 3 ª geração de equipamento DBM sónico BP (IGEA, Carpi, Itália) foi utilizada para a determinação dos parâmetros ósseos de *Amplitude Dependent Speed Sound* (AD-SoS) e *Ultrasound Bone Profile Index* (UBPI). A técnica é baseada na transmissão de sinais de ultrassom por meio de um compasso que acopla dois transdutores, um agindo como

emissor e o outro como receptor de ultrassom, de 12 mm de diâmetro, com precisão de ±0,02 mm. O compasso foi posicionado na metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (II - V) na mão não-dominante do paciente, cujo acoplamento acústico foi realizado por meio de gel padrão para ultrassonografia. O transdutor emite uma onda sonora de 1,25 Mhz, que perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo, enquanto o outro transdutor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange[10].

A AD-SoS fornece informações sobre a quantidade óssea e é obtida de forma automática e representa a média de 96 aquisições de medidas de velocidade de ultrassom (m/s), que variam entre 1650-2250 m/s. A AD-SoS avalia a velocidade de ultrassom (m/s) que por transmissão rastreia as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais. O UBPI fornece informações da qualidade óssea e é obtido a partir do comportamento dos três tipos de ossos, denominado perfil osteossonográfico, também após aquisição de 96 registros por automação, por um processo de análise matemática multifatorial, cujo cálculo independe do operador que manuseia a tecnologia, o que é fundamental para confiabilidade do método. O *software* gera valores compreendidos entre 0 e 1; quanto mais próximos de 1, melhor é a qualidade óssea[9,10].

A utilização desse método é interessante pois o local avaliado (metáfises distais das falanges proximais) demonstra elevada atividade metabólica do esqueleto durante todos os períodos da vida e possui grande semelhança com as microestruturas da coluna lombar, além de disso, possui a vantagem de ser portátil, não invasivo, sem irradiação, de fácil manipulação, e ter um erro interno que varia entre 0,23 e 0,57%[8].

Todas as medidas de ultrassom foram realizados apenas por um avaliador (EMG). A precisão "in vivo" a curto prazo foi avaliada com base na média da raiz quadrada do coeficiente de variação (RMS-CV) para 80 medições feitas em 10 jovens saudáveis (6 homens e 4 mulheres medidos cada um quatro vezes), calculados de acordo com Bonnick et al[17]. O RMS-CV foi de 0,55% para AD-SoS e de 5,72% para UBPI.

Indicadores de Aptidão Física

Para a determinação da aptidão física optou-se pela avaliação das capacidades de força, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória (VO_{2pico}). Para medir essas capacidades, foram realizados os testes de abdominal de 1 minuto, flexibilidade (sentar-e-alcançar) e salto horizontal conforme padronização descrita pela AAHPERD[18,19].

Para avaliar a aptidão cardiorrespiratória utilizou-se o teste de ida e volta proposto por Léger et al[20].

Os testes foram aplicados por uma equipe de avaliadores experientes e treinados previamente. Um único avaliador foi responsável pelo registro das informações em cada teste, na tentativa de diminuir os erros.

Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS versão 16.0 do software (Statistical Package for Social Sciences, Chicago, IL, EUA). A normalidade dos dados foi verificada através de teste de Kolmogorov Smirnov. Quando a distribuição normal não foi observada, a transformação de Blom foi utilizada para conseguir homogeneidade e normalidade das variáveis. Análise Multivariada de Covariância (MANCOVA) foi utilizada para verificar as diferenças das variáveis dependentes entre

sexo e estadio puberal, a idade foi utilizada como covariável. O Teste post-hoc de Bonferroni foi utilizado quando necessário. A normalidade multivariada e homogeneidade de variâncias e covariâncias também foram avaliadas. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a correlação entre os parâmetros QUS e variáveis antropométricas, de composição corporal e de aptidão física. A análise de regressão linear multivariada foi realizada para determinar os possíveis efeitos das variáveis independentes (ou seja, idade, peso, estatura, IMC, massa gorda, massa magra, %GC, estadio puberal, salto horizontal, flexibilidade, teste abdominal, e $VO2_{pico}$) sobre as variáveis dependentes (AD-SoS e UBPI). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando $p < 0,05$.

Resultados

Características gerais

As características antropométricas, de composição corporal, de aptidão física e parâmetros QUS do total do grupo estudado e separados por sexo e estadio puberal são apresentadas na Tabela 1. Diferenças significativas ($p < 0,01$) foram encontradas entre os sexos na AD-SoS, UBPI e os valores de flexibilidade, com as meninas apresentando valores superiores. Os resultados por estadio puberal apresentaram diferenças significativas nos valores de peso, estatura, massa magra, AD-SoS e UBPI ($p < 0,01$). Houve interação entre sexo e estadio puberal nas variáveis de IMC, %GC, massa gorda, UBPI, salto horizontal e abdominal.

Correlação entre AD-SoS e UBPI com as variáveis independentes

Os resultados de correlação entre os parâmetros QUS com as variáveis antropométricas, de composição corporal e de aptidão física são apresentados na Tabela 2. Em ambos os sexos, o peso e a estatura mostraram correlações positivas e moderadas com AD-SoS e UBPI. Nas meninas, o %GC mostrou correlação negativa moderada com AD-SoS e UBPI e o IMC apenas com a AD-SoS. Já o salto horizontal foi positivamente correlacionado com a AD-SoS (Figura 1). Para os meninos, AD-SoS e UBPI mostraram correlações positivas e moderadas com massa magra.

Análise de regressão múltipla

Foram desenvolvidos modelos para o grupo no geral e separados para AD-SoS e UBPI. Os resultados são mostrados na Tabela 3. No modelo geral, sexo, %GC e estatura foram identificados como variáveis independentes significativas para AD-SoS e UBPI, idade apenas para AD-SoS (r2 ajustado = 0,40, p <0,001) e maturação sexual para UBPI (r2 ajustado = 0,268, p <0,001). No modelo masculino, % de gordura e estatura foram identificados como variáveis independentes significativas para AD-SOS e UBPI e salto horizontal apenas para AD-SoS (r2 ajustado = 0,274, p <0,001) e maturação sexual apenas para UBPI (r2 ajustado = 0,295, p <0,001). Para as meninas, a idade e o %GC foram identificados como variáveis independentes significativas para AD-SOS e UBPI (r2 ajustado = 0,093, p <0,001) e estatura apenas para AD-SOS (r2 ajustado = 0,408, p <0,001).

Discussão

Nosso estudo fornece valores específicos de parâmetros QUS que avaliam a massa óssea (AD-SoS e UBPI), por sexo e estadio puberal e sua associação com a aptidão física e a composição corporal em crianças e adolescentes Brasileiros. Além disso, é a primeira pesquisa utilizando o ultrassom das falanges e aptidão física em adolescentes brasileiros.

As meninas apresentaram valores significativamente mais elevados do que os meninos nos parâmetros QUS. Estudos utilizando DXA mostraram que as meninas têm valores mais elevados do que os meninos da densidade mineral óssea (DMO) em ossos trabeculares[8,21,22]. O método de ultrassom mede a porção distal das falanges proximais ricos em osso trabecular[23]. Em relação ao desenvolvimento puberal, o grupo púbere apresentou valores mais elevados do que o pré e intra-puberal. Ribeiro et al [24] avaliaram 1.356 estudantes brancos e negros com idade entre 6 a 11 anos e também encontraram diferenças significativas entre os grupos pré-púberes e púberes para AD-SoS e UBPI. Estes resultados seguiram o esperado em relação à idade, sexo e desenvolvimento puberal, e mostram que as meninas por apresentarem a puberdade mais cedo, mostram resultados de massa óssea maiores que os meninos da mesma idade, enfatizando que os hormônios sexuais são importantes moduladores da massa óssea[25], sugerindo o efeito do estrogênio sobre o osso trabecular[26,27].

Vários estudos investigaram a associação entre o nível de atividade física e a massa óssea em crianças e adolescentes[5,28-31]. No entanto, poucos estudos investigaram a massa óssea e sua relação com a aptidão física.

Nosso estudo mostrou que as variáveis relacionadas à força muscular (massa magra, teste abdominal e salto horizontal) contribuíram positivamente para os parâmetros QUS, enquanto que o IMC e %GC, contribuíram negativamente, indicando que o nível de força muscular parece influenciar o AD-SoS e UBPI, confirmando a hipótese de que o nível de aptidão pode melhorar a quantidade[4,5] e a qualidade ósseas, principalmente em meninos.

Esse efeito sobre os parâmetros ósseos relacionados com as variáveis de força física está de acordo com outros estudos, como o de Ginter et al[32] que mostraram uma associação positiva entre o estado de mineral ósseo total em locais específicos, aptidão cardiorrespiratória e muscular em adolescentes do sexo masculino, e o de Vicente Rodriguez et al[33] que investigaram a associação entre o conteúdo mineral ósseo com a aptidão física de 68 meninos e meninas e encontraram uma associação direta com aptidão cardiorrespiratória, velocidade e agilidade muscular, sugerindo que esses resultados poderiam acontecer pela associação da aptidão física e com a massa magra. No entanto, nosso estudo não encontrou associação significativa entre VO_{2pico} e parâmetros QUS, o mesmo resultado foi encontrado no estudo de Vicente-Rodrigues et al[34]. De fato, os resultados sugerem que as diferenças de massa óssea entre meninos e meninas poderiam provavelmente ser explicadas pelas diferenças na condição física e da massa magra[35]. Os dados da literatura sobre a associação entre a aptidão física e a massa ósseo ainda são controversos, pois enquanto os estudos longitudinais têm demonstrado um aumento na formação e reabsorção óssea em adolescentes causados por melhorias na aptidão cardiorrespiratória[33,36], outros estudos mostraram que na fase da adolescência e juventude só a aptidão neuromotora (aptidão muscular)[31,37] foi associada com a densidade mineral

óssea, apesar de encontrar uma correlação significativa com a aptidão cardiorrespiratória[38].

Em relação às variáveis de gordura, nosso estudo mostrou uma correlação negativa de AD-SoS e UBPI nos meninos para o %GC e IMC e %GC para AD-SoS nas meninas. Estes resultados são consistentes com outros estudos[39,40] que também encontraram correlações negativas das variáveis de gordura com a massa óssea. A base fisiológica para explicar a relação entre a distribuição de peso corporal, gordura e massa óssea permanece incerto, particularmente quando se consideram os diferentes grupos raciais[22]. Os resultados que mostram o efeito negativo do aumento da massa de gordura sobre a massa óssea, com significativa associação positiva da massa magra, corroboram com a teoria mecanostática descrita por alguns autores, onde a geometria do osso sofre adaptação principalmente pela carga dinâmica imposta pela força muscular, mas não pelas cargas estáticas representadas pelo peso do corpo[41].

O presente estudo demonstrou, na análise de regressão, no grupo geral, que o sexo e as medidas relacionadas ao crescimento (idade, estadio puberal e estatura) foram preditores positivos tanto para AD-SoS e UBPI. Nos meninos, o salto horizontal e a estatura foram preditores positivos para AD-SOS e maturação puberal e estatura para UBPI, enquanto que para as meninas, a idade foi preditora positiva para AD-SoS e UBPI e estatura apenas para Ad-SOS. Resultado interessante foi que para todos os grupos o %GC foi preditor negativo tanto para a AD-SoS e UBPI. Estes resultados estão de acordo com os dados de estudos anteriores[22,24,41,42] e mostram que a composição corporal relacionada à gordura exerce uma influência negativa sobre a massa óssea em ambos os sexos.

Em nosso estudo, apesar da massa magra mostrar relação com AD-SoS em meninos e meninas e com UBPI em meninos, não apareceu como preditora na análise de regressão. No entanto, o salto horizontal como preditor para os meninos mostra que a força muscular influencia positivamente AD-SoS e o %GC tem influência negativa sobre os parâmetros QUS em ambos os sexos.

O presente estudo tem algumas limitações, como a quantidade de perda da amostra e a não comparação de dados de ultrassonografia com a avaliação da absorciometria de dupla energia de raios-X.

Os resultados do presente estudo demonstraram que os parâmetros QUS são correlacionados com as variáveis de crescimento, tais como idade, estatura, e estadio puberal. No entanto, quanto à aptidão física, apenas as variáveis relacionadas à força muscular, especialmente em meninos, mostraram associação com parâmetros QUS. Além disso, a massa de gordura demonstrou uma associação negativa com AD-SoS e UBPI.

Agradecimentos

Os autores agradecem a professora Nanci Bertoldo diretora da Fundação Bradesco pela autorização do estudo e aos professores e alunos que participaram da coleta de dados.

Referências

1. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME YV. American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. Med Sci Sports Exerc 2004, 36: 1985-1996.
2. Cheung AM, Giangregorio L. Mechanical stimuli and bone health: what is the evidence? Curr Opin Rheumatol 2012, 24: 561-566.
3. Petot H, Laurencelle L, Shephard RJ, Trudeau F. Daily quality physical education in childhood and adult bone density. J Sports Med Phys Fitness 2012, 52: 432-436.
4. Wosje KS, Khoury PR, Claytor RP, Copeland KA, Kalkwarf HJ, Daniels SR. Adiposity and TV viewing are related to less bone accrual in young children. J Pediatr 2009, 154: 79-85.
5. Dionyssiotis Y, Paspati I, Trovas G, Galanos A, Lyritis GP. Association of physical exercise and calcium intake with bone mass measured by quantitative ultrasound. BMC Womens Health 2010, 10: 12.
6. Sharma SV, Hoelscher DM, Kelder SH, Day RS, Hergenroeder A. Psychosocial, environmental and behavioral factors associated with bone health in middle-school girls. J Am Diet Assoc 2010, 110: 932-936.
7. Baroncelli GI, Battini R, Bertelloni S, Brunori E, de Terlizzi F, Vierucci F et al. Analysis of quantitative ultrasound graphic trace and derived variables assessed at proximal phalanges of the hand in healthy subjects and in patients with cerebral palsy or juvenile idiopathic arthritis. A pilot study. Bone 2010, 46: 182-189.

8. Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, de Terlizzi F, Cadossi R, Saggese G. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanxes of the hand in healthy subjects aged 3-21 years. Pediatr Res 2001, 49: 713-718.
9. Wüster C, Hadji P. Use of quantitative ultrasound densitometry (QUS) in male osteoporosis. Calcif Tissue Int 2001, 69: 225-228.
10. Halaba ZP, Pluskiewicz W. Quantitative ultrasound in the assessment of skeletal status in children and adolescents. Ultrasound Med Biol 2004, 30: 239-243.
11. Eveleth PH, Tanner J. Worldwide variation in human growth. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
12. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1988.
13. American College and Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Phyladelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
14. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum Biol 1988, 60: 709-723.
15. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. Arch Dis Child 1970, 45: 13-23.
16. Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in girls. Arch Dis Child 1969, 44: 291-303.
17. Bonnick SL, Johnston Jr CC, Kleerekoper M, Lindsay R, Miller P, Sherwood L, Siris E. Importance of Precision in Bone Density Measurements. J Clin Densitom 2001, 4: 105-110.

18. American Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance (AAHPERD). Youth fitness test manual. Washington: AAHPERD; 1976.
19. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD). Physical best. Reston: AAHPERD; 1988.
20. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci 198, 6: 93-101.
21. Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanxes of the hand. Ultrasound in medicine & biology 1997, 23: 1331–1335.
22. Carvalho WRG, Gonçalves EM, Ribeiro RR, Farias ES, Carvalho SSP, Guerra-Junior G. Influence of body composition on bone mass in children and adolescents. Rev Assoc Med Bras 2011, 57: 662-667.
23. Lavado-Garcia J M, Calderon-Garcia J F, Moran J M, Canal-Macias M L, Rodriguez-Dominguez T, Pedrera-Zamorano J D. Bone mass of Spanish school children: impact of anthropometric, dietary and body composition factors. J Bone Miner Metab 2012, 30: 193–201.
24. Ribeiro RR, Guerra-Junior G, Barros-Filho AA. Bone mass in schoolchildren in Brazil: the effect of racial miscegenation, pubertal stage, and socioeconomic differences. J Bone Miner Metab 2009, 27: 494-501.
25. Silva CC, Goldberg TB, Nga HS, Kurokawa CS, Capela RC, Teixeira AS et al. Impact of skeletal maturation on bone metabolism biomarkers and bone mineral density in healthy Brazilian male adolescents. J de Pediatr 2011, 87: 450–4566.

26. Arabi A, Nabulsi M, Maalouf J, Choucair M, Khalife H, Vieth R et al. Bone mineral density by age, gender, pubertal stages, and socioeconomic status in healthy Lebanese children and adolescents. Bone 2004, 35:1169–1179.

27. Yilmaz D, Ersoy B, Bilgin E, Gumuser G, Onur E, Pinar ED. Bone mineral density in girls and boys at different pubertal stages: relation with gonadal steroids, bone formation markers, and growth parameters. J Bone Miner Metab 2005, 23: 476–482.

28. Sardinha L B, Baptista F, Ekelund U. Objectively measured physical activity and bone strength in 9-year-old boys and girls. Pediatrics 2008, 122: e728–736.

29. Weeks B K, Beck BR. The Relationship between Physical Activity and Bone during Adolescence Differs according to Sex and Biological Maturity. J osteoporos 2010, 20: 546593.

30. Waught EJ, Woodside DB, Beaton DE, Coté P, Hawker G A. Effects of Exercise on Bone Mass in Young. Med Sci Sports Exerc 2011, 19: 755–763.

31. Sayers A, Mattocks C, Deere K, Ness A, Riddoch C, Tobias JH. Habitual levels of vigorous, but not moderate or light, physical activity is positively related to cortical bone mass in adolescents. J Clin Endocrinol Metab 2011, 96: e793–802.

32. Ginty F, Rennie KL, Mills L, Stear S, Jones S, Prentice A. Positive site-specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high-impact activities in 16- to 18-year-old boys. Bone 2005, 36: 101–110.

33. Vicente-Rodriguez G, Urzanqui A, Mesana MI, Ortega FB, Ruiz JR, Ezquerra J et al. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association

between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. J Bone Miner Metab 2008, 26:288–294.

34. Vicente-Rodriguez G, Ara I, Perez-Gomez J, Serrano-Sanchez JA, Dorado C, Calbet JÁ. High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. Med Sci Sports Exerc 2004; 36: 1789–1795.
35. Ortega FP, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. Int J Obes 2008, 32: 01–11.
36. Heidemann M, Molgaard C, Husby S, Schou A J, Klakk H, Moller N C et al. The intensity of physical activity influences bone mineral accrual in childhood: the childhood health, activity and motor performance school (the CHAMPS) study, Denmark. BMC pediatrics 2013, 13: 01-09.
37. Kemper HC. Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. Pediatr Exerc Sci 2000, 12: 198–216.
38. Barnekow-Bergkvist M, Hedberg G, Pettersson U, Lorentzon R. Relationships between physical activity and physical capacity in adolescent females and bone mass in adulthood. Scand J Med Sci Sports 2006, 16: 447-455.
39. Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, El-Hajj Fuleihan G. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in schoolchildren. Bone. 2005, 36: 736-42.
40. Taes YEC, Lapauw B, Vanbillemont G, Bogaert V, De Bacquer D, Zmierczak H et al. Fat mass is negatively associated with cortical bone size in young healthy male siblings. J Clin Endocrinol Metab 2009, 94: 2325–2331.

41. Petit MA, Beck TJ, Shults J, Zemel BS, Foster BJ, Leonard MB: Proximal femur bone geometry is appropriately adapted to lean mass in overweight children and adolescents. Bone 2005, 36: 568–576

42. Gutin B, Stallmann-Jorgensen IS, Le AH, Johnson MH, Dong Y: Relations of diet and physical activity to bone mass and height in black and white adolescents. Pediatr Rep 2011, 3: e10.

43. Yang J, Sun J, Luo F, Sun Q, Zhao L, Su N, Du X, Huang H, Shen Y, Chen L: Peak BMD assessment in a Chinese infantry recruit group. Int J Sports Med 2011, 32: 970-974.

Tabela 1: Resultados de média ± DP da composição corporal, parâmetros QUS, aptidão física, por sexo e estadio puberal em 300 adolescentes.

Variáveis	Sexo		Estadio Pubertal		Total
	Meninas (n=104)	Meninos (n=94)	Pré/intra (n=124)	Púbere (n=176)	(n=300)
Peso (Kg)	47,6±1,30	51,1±1,30	46,6±1,10	52,0±0,90[b]	49,8±0,60
Estatura (m)	1,53±0,006	1,56±0,006	1,52±0,007	1,58±0,006[b]	1,55±0,004
IMC (Kg/H^2)	21,1±0,30	20,6±0,30	20,0±0,40	20,7±0,30	20,5±0,20[d]
% gordura	24,3±0,70	22,10±0,20	23,7±0,80	22,7±0,60	23,3±0,40[d]
Massa gorda (Kg)	12,1±0,60	12,0±0,50	11,8±0,70	12,3±0,50	12,2±0,40[d]
Massa magra (Kg)	35,50±0,50	39,0±0,50	34,9±0,60	39,7±0,50[b]	37,6±0,40
AD-SoS	2012±5,00	1959±5,10[a]	1974±6,00	1997±5,20[c]	1988±3,40
UBPI	0,73±0,13	0,62±0,12[a]	0,64±0,01	0,71±0,01[b]	0,69±0,009[d]
Flexibilidade (cm)	22,7±0,60	19,8±0,60[a]	21,4±0,80	21,1±0,60	21,3±0,40
Abdominal (n)	25,4±0,80	33,5±0,70	28,0±0,90	30,1±0,70	29,4±0,60[d]
Salto Horizontal (cm)	126,5±1,60	147,4±1,50	135,7±1,90	138,2±1,50	136,5±1,30[d]
$VO_{2\ pico}$ (ml/Kg/min)	40,7±0,30	42,9±0,30	41,6±0,40	42,0±0,30	41,8±0,20[d]

[a]diferenças entre sexo ($p<0,01$); [b] diferenças entre estadio pubertal ($p<0,01$); [c] diferenças entre estadio pubertal ($p<0,05$); [d] interação entre sexo x estadio pubertal.

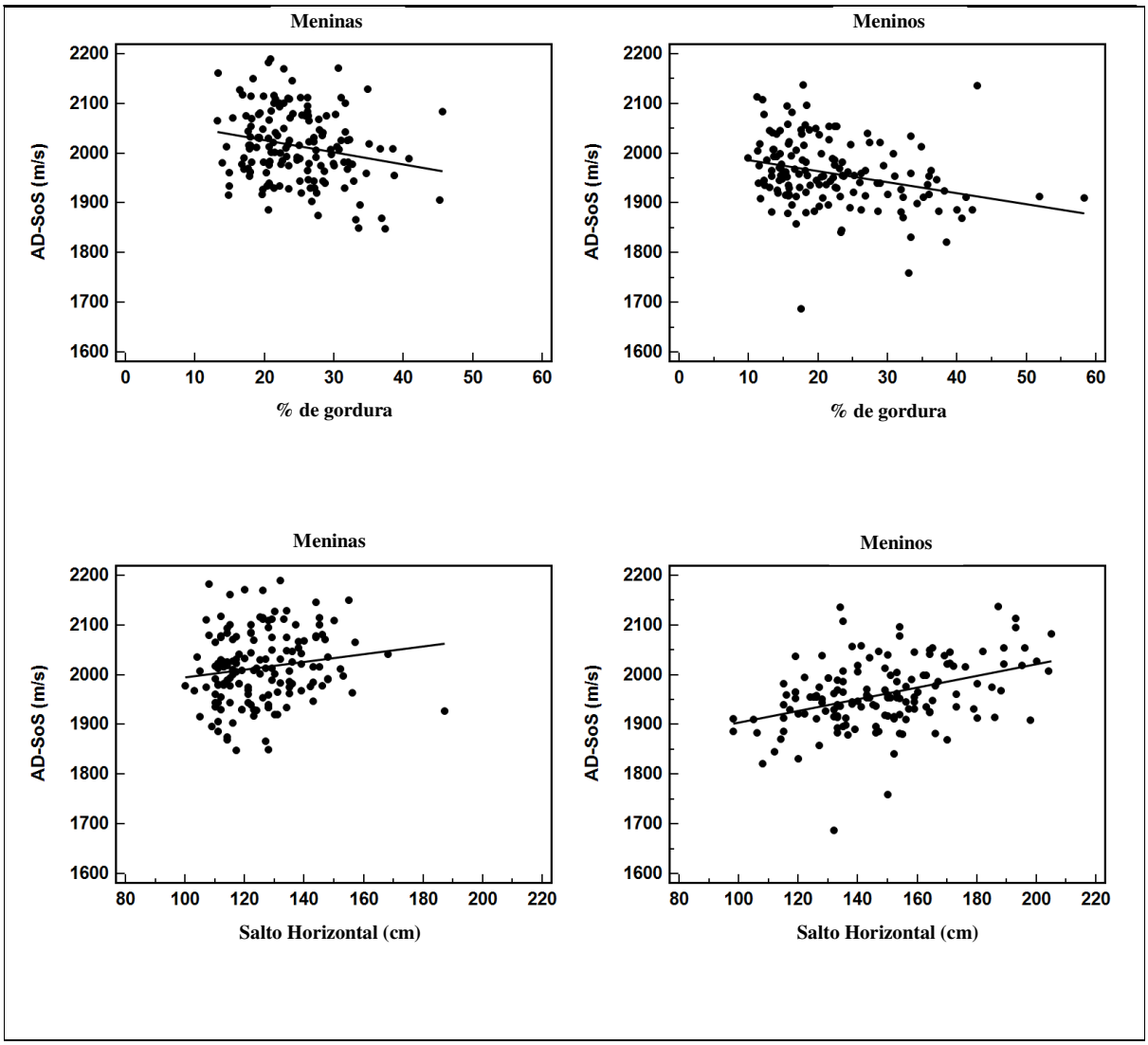

Figura 1: Correlação entre % de gordura corporal e salto horizontal com a AD-SoS em ambos os sexos.

Tabela 2: Correlação linear de Pearson da AD-SoS e UBPI de acordo com o sexo, vaiáveis antropométricas, composição corporal, e aptidão física em 300 adolescentes.

	AD-SoS				**UBPI**			
	Meninas		**Meninos**		**Meninas**		**Meninos**	
	r	**p**	**r**	**p**	**r**	**p**	**r**	**P**
Idade	**0,522**	**0,002**	**0,330**	**0,000**	**0,270**	**0,000**	**0,399**	**0,000**
Peso (Kg)	0,051	0,533	0,152	0,065	0,042	0,606	**0,162**	**0,049**
Estatura (m)	**0,401**	**0,000**	**0,373**	**0,000**	**0,240**	**0,003**	**0,402**	**0,000**
IMC (Kg/H^2)	**-0,172**	**0,034**	-0,059	0,475	0,070	0,394	-0,046	0,578
% gordura	**-0,211**	**0,009**	**-0,317**	**0,000**	-0,125	0,125	**-0,274**	**0,001**
Massa gorda (Kg)	-0,092	0,262	-0,125	0,129	0,045	0,584	-0,089	0,280
Massa magra (Kg)	**0,187**	**0,021**	**0,345**	**0,000**	0,121	0,137	**0,343**	**0,000**
Flexibilidade (cm)	0,072	0,377	0,048	0,563	0,117	0,151	-0,099	0,232
Abdominal (n)	0,046	0,570	**0,315**	**0,000**	0,065	0,425	**0,341**	**0,000**
Salto Horizontal (cm)	**0,166**	**0,041**	**0,406**	**0,000**	0,081	0,319	**0,309**	**0,000**
$VO_{2\ pico}$ (ml/Kg/min)	-0,113	0,166	0,157	0,056	0,004	0,966	0,038	0,645

Tabela 3: Modelos de análise regressão Stepwise das variáveis dependentes de Ad-SoS e UBPI no geral, masculino e feminino.

AD-SoS						
Geral						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	1,081	0,140			7,709	0,000
Gênero	-0,726	0,089	-0,365		-8,154	0,000
Idade (anos)	0,270	0,065	0,242	0,400	4,172	0,000
Gordura (%)	-0,320	0,046	-0,318		-6,888	0,000
Estatura (m)	0,280	0,060	0,278		4,693	0,000
Masculino						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	-0,368	0,064			-5,764	0,000
SH2	0,169	0,078	0,184		2,168	0,032
Gordura (%)	-0,317	0,070	-0,345	0,274	4,508	0,000
Estatura (m)	0,249	0,075	0,271		-3,331	0,001
Feminino						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	0,353	0,059			5,992	0,000
Idade (anos)	0,450	0,080	0,427		5,646	0,000
Gordura (%)	-0,365	0,063	-0,384	0,408	-5,769	0,000
Estatura (m)	0,276	0,075	0,290		3,674	0,000

UBPI						
Geral						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	0,897	0,155			5,799	0,000
Gênero	0,193	0,071	0,173		2,706	0,007
Maturação	-0,602	0,098	-0,303	0,268	-6,134	0,000
Gordura (%)	-0,260	0,051	-0,260		-5,088	0,000
Estatura (m)	0,259	0,066	0,258		3,939	0,000
Masculino						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	-1,705	0,447			-3,812	0,000
Maturação	0,555	0,175	0,273		3,168	0,002
Gordura (%)	-0,286	0,088	-0,278	0,295	3,262	0,001
Estatura (m)	0,256	0,075	0,250		-3,436	0,001
Feminino						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	-2,308	0,677			-3,409	0,001
Idade (anos)	0,205	0,053	0,304		3,867	0,000
Gordura (%)	-0,157	0,069	-0,178	0,093	-2,261	0,025

Capítulo 2

Comportamento dos parâmetros da Ultrassonografia Quantitativa das Falanges (QUS) em relação ao crescimento, composição corporal e aptidão física em adolescentes.

Moraes AM, Gonçalves EM, Guerra-Junior G

Laboratório de Crescimento e Composição Corporal - Centro de Investigação em Pediatria (CIPED) - Departamento de Pediatria - Faculdade de Ciências Médicas (FCM) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Campinas (SP) - Brasil

Correspondência:

Gil Guerra-Junior

Departamento de Pediatria

FCM - UNICAMP

Campinas (SP) - Brasil

CEP 13083-887

e-mail: gilguer@fcm.unicamp.br

Fone: (19)3521-8985 e Fax: (19)3521-8964

Resumo

Objetivo: Verificar o comportamento da massa óssea com a evolução do crescimento, da composição corporal e da aptidão fisica em adolescentes. **Métodos:** Estudo longitudinal de 15 meses de acompanhamento envolvendo 170 adolescentes saudáveis de ambos os sexos (81 meninos e 89 meninas) com idades entre 10 e 18 anos. Peso, estatura, índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura corpora (%GC), massa magra e massa gorda foram avaliados. A aptidão física foi medida pelos testes de abdominal, sentar-e-alcançar, salto horizontal e aptidão cardiorrespiratória (VO_{2pico}). Os parâmetros de AD-SoS e de UBPI foram avaliados por ultrassonografia das falanges da mão não-dominante (DBM Sonic BP - IGEA, Carpi, Italy). A maturação sexual foi realizada por auto-avaliação. **Resultados:** Após 15 meses de acompanhamento, meninos e meninas apresentaram ganho significativo nas variáveis de composição corporal. As variáveis de aptidão física mostraram aumento da força abdominal para os meninos. A AD-SoS aumentou significativamente no sexo feminino no grupo de 11 a 13 anos. Para os meninos, a variabilidade da AD-SoS pode ser explicada 25,1% pelo salto horizontal e estatura e 29,3% pela estatura e dobra cutânea da perna medial, e para as meninas 20,9% pela idade, dobra cutânea subescapular e massa magra e 20% pela estatura, %GC e idade. Já a variabilidade da UBPI para os meninos pode ser explicada 14,7% pela massa magra e flexibilidade e 25,5% pelo estadio puberal e força abdominal, e para as meninas 29,5% pela idade e IMC e 20,4% pela idade, estatura e salto horizontal. **Conclusão:** Conclui-se que, apesar do aumento do peso, da estatura e do avanço do estadiamento puberal após 15 meses de acompanhamento, não ocorreu, como o esperado, um ganho significativo de massa óssea neste grupo de adolescentes, porém a

aptidão física e a composição corporal influenciaram na aquisição da massa óssea nesse grupo de adolescentes.

Palavras-chave: ultrassom, massa magra; percentual de gordura; exercício físico; adolescentes.

Introdução

A inatividade física é aceita como um importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis em adultos[1], em crianças[2] e causa de morte em todo o mundo[3]. No entanto, a inatividade física na infância raramente é considerada como fator de causa para a osteoporose, uma doença típica da terceira idade[4]. Entretanto, estudos recentes têm investigado os benefícios do exercício físico realizado durante a infância na saúde óssea[5,6].

De fato, durante as fases da infância e adolescência é que se determinam a qualidade e a quantidade ósseas, e 60% do risco do desenvolvimento da osteoporose pode ser explicado com a quantidade de massa óssea acumulada na idade adulta jovem[7].

Nesse sentido, o exercício físico praticado nessas fases, além de contribuir para a melhoria de diversos componentes da aptidão física relacionada à saúde, pode estimular alterações na estrutura óssea com base nas cargas aplicadas sobre o osso, através da modelação e remodelação[8,9]. Essas adaptações ósseas frente ao exercício físico ocorrem conforme a magnitude da carga aplicada, sua intensidade e duração[10]. Vários estudos investigaram a influência dos exercícios físicos sobre o osso em crianças e adolescentes, em sua maioria, realizados com a dupla emissão de raios X (DXA)[11-13] e com a tomografia

computadorizada quantitativa periférica (pQCT)[14,15]. Entretanto, o DXA apesar de ser considerado "padrão ouro" ignora mudanças sutis na estrutura óssea provocadas pela força de impacto geral exercida sobre o osso[16] e além disso, a geometria e o tamanho do osso durante o crescimento e o desenvolvimento variam consideravelmente. Uma vez que a área não aumenta na mesma proporção que o volume do osso, a densidade mineral óssea verdadeira pode ser superestimada em ossos grandes e subestimada em ossos pequenos. A pQCT melhorou a compreensão dos mecanismos que sustentam a resposta óssea provocada pela carga, possibilitando avaliar o efeito positivo do exercício físico com aspectos da microestrutura do osso trabecular[16], porém, este método ainda emprega doses elevadas de radiação ionizante.

Diante disto, desde a última década, a ultrassonografia quantitativa (QUS - *quantitative ultrasound*), tem sido utilizada para avaliar as propriedades do osso[17-19] e se solidificada no campo investigativo[20], sendo aceita como método de predição de risco de fratura, diagnóstico e monitoramento da osteoporose[21]. Porém, ainda são poucos os estudos utilizando esse método e os benefícios do exercício físico.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar o comportamento dos parâmetros de QUS durante um período de 15 meses em adolescentes e sua relação com o nível de aptidão física e a composição corporal.

Casuística e Métodos

Trata-se de estudo longitudinal observacional onde foram convidados os estudantes adolescentes (com 10 anos ou mais de idade) regularmente matriculados na Escola da Fundação Bradesco (Campinas - SP - Brasil).

A amostra foi selecionada de forma intencional, uma vez que atendia aos critérios estabelecidos para o desenvolvimento do presente estudo e foi composta por 170 estudantes (masculino = 81 ou 47,6% e feminino = 89 ou 52,4%), com idades entre 10 e 18 anos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Parecer 797/08) e o consentimento informado por escrito foi outorgado pela direção da escola e pelos pais ou responsáveis pelos estudantes.

Todos os 170 estudantes participaram de duas avaliações com intervalo de 15 meses.

As idades cronológicas foram estabelecidas por meio de cálculo das idades decimais, tendo como referência a data de nascimento e a data de coleta de dados, adotando-se os intervalos decimais entre 0,50 a 0,49[22]. Pela idade, foram formados dois grupos: Grupo 1 com 10 a 12 anos na primeira avaliação e 11 a 13 anos na segunda avaliação e Grupo 2 com 13 a 17 anos na primeira avaliação e 14 a 18 anos na segunda avaliação.

Antropometria, composição corporal e massa óssea

Peso (kg) e estatura (m) foram medidos utilizando as técnicas padronizadas[23] e o Índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela razão entre o peso (kg) e estatura (m^2).

As dobras cutâneas do tríceps (DcTR), subescapular (DcSE) e da perna medial (DcPM) foram medidas de acordo com as recomendações do ACSM[24], usando um adipômetro específico com precisão de 0,1 mm.

Para cálculo do percentual de gordura corporal (%GC) foi utilizado o protocolo proposto por Slaughter et al[25] para crianças e adolescentes de 8 a 18 anos, conforme equações abaixo:

Meninos brancos e negros: % GC = 0,735(TR+PM) + 1,0

Meninas brancas e negras: %GC = 0,610(TR+PM) + 5,1

Onde: TR = valor da dobra cutânea triciptal (mm); PM = valor da dobra cutânea da perna medial (mm).

Com base nestes dados, a massa gorda foi obtida pela multiplicação do %GC pelo peso e a massa magra pela subtração do peso pela massa gorda.

Em relação ao desenvolvimento puberal, foi utilizado o método de observação de padrões fotográficos, que consta de cinco estadios de desenvolvimento (G1-5) para genitália masculina e desenvolvimento mamário (M1-5) para as meninas, de acordo com os critérios de Marshall e Tanner[26,27]. Os estadios foram considerados em pré-púbere (estadio1), intra-púbere (estadios 2 e 3) e púbere (estadios 4 e 5).

A 3 ª geração de equipamento DBM sónico BP (IGEA, Carpi, Itália) foi utilizada para a determinação dos parâmetros ósseos de *Amplitude Dependent Speed Sound* (AD-SoS) e *Ultrasound Bone Profile Index* (UBPI). A técnica é baseada na transmissão de sinais de ultrassom por meio de um compasso que acopla dois transdutores, um agindo como emissor e o outro como receptor de ultrassom, de 12 mm de diâmetro, com precisão de ±0,02 mm. O compasso foi posicionado na metáfise distal de cada uma das quatro últimas falanges proximais (II - V) na mão não-dominante do paciente, cujo acoplamento acústico foi realizado por meio de gel padrão para ultrassonografia. O transdutor emite uma onda sonora de 1,25 Mhz, que perpassa, transversalmente, os elementos constitutivos do tecido ósseo, enquanto o outro transdutor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange.

A AD-SoS fornece informações sobre a quantidade óssea e é obtida de forma automática e representa a média de 96 aquisições de medidas de velocidade de ultrassom (m/s), que variam entre 1650-2250 m/s. A AD-SoS avalia a velocidade de ultrassom (m/s) que, por transmissão, rastreia as trabéculas do tecido ósseo nas quatro falanges proximais[28]. O UBPI fornece informações da qualidade óssea e é obtido a partir do comportamento dos três tipos de ossos, denominado perfil osteossonográfico, também após aquisição de 96 registros por automação, por um processo de análise matemática multifatorial, cujo cálculo independe do operador que manuseia a tecnologia - o que é fundamental para confiabilidade do método. O *software* gera valores compreendidos entre 0 e 1; quanto mais próximos de 1, melhor é a qualidade óssea[20].

A utilização desse método é interessante pois o local avaliado (metáfises distais das falanges proximais) demonstra elevada atividade metabólica do esqueleto durante todos os períodos da vida e possui grande semelhança com a microestrutura da coluna lombar[26], além de disso, possui a vantagem de ser portátil, não invasivo, sem irradiação, de fácil manipulação, e ter um erro interno que varia entre 0,23 e 0,57%[29].

Todas as medidas de ultrassom foram realizados apenas por um avaliador (EMG). A precisão "in vivo" a curto prazo foi avaliada com base na média da raiz quadrada do coeficiente de variação (RMS-CV) para 80 medições feitas em 10 jovens saudáveis (6 homens e 4 mulheres medidos cada um quatro vezes), calculados de acordo com Bonnick et al[30]. O RMS-CV foi de 0,55% para AD-SoS e de 5,72% para UBPI.

Indicadores de Aptidão Física

Para a determinação da aptidão física optou-se pela avaliação das capacidades de força, flexibilidade e cardiorrespiratória (VO_{2pico}). Para medir essas capacidades, foram realizados os testes de abdominal de 1 minuto, sentar-e-alcançar e salto horizontal, conforme padronização descrita pela AAHPERD[31,32]. Para avaliar a aptidão cardiorrespiratória utilizou-se o teste de ida e volta proposto por Léger et al[33].

Os testes foram aplicados por uma equipe de avaliadores experientes e treinados previamente; um único avaliador foi responsável pelo registro das informações em cada teste, na tentativa de evitar erros.

Análise estatística

Para o arquivo de dados e a análise estatística foi utilizado o software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, Inc., Chicago, IL, USA) versão 16.0. A distribuição dos dados quanto à normalidade foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Quando a distribuição normal não foi observada, a transformação de Blom foi utilizada para conseguir homogeneidade e normalidade das variáveis. As variáveis quantitativas foram apresentadas por média e desvio-padrão. O teste t dependente foi utilizado para comparar as diferenças entre a primeira e a segunda avaliação. O teste de correlação de Pearson foi utilizado para verificar as correlações entre os parâmetros ósseos e as variáveis antropométricas, de composição corporal e de aptidão física. Análises de regressão linear multivariada *stepwise* foram utilizadas para determinar os possíveis efeitos de cada variável independente (idade, peso, estatura, IMC, massa gorda, massa magra, %GC, estadio puberal, salto horizontal, flexibilidade, abdominal e VO_{2pico}) em relação às dependentes

(AD-SoS e UBPI) para cada avaliação e também com as diferenças encontradas entre as avaliações (Δ), para verificar o efeito das mudanças das variaveis independentes sobre as dependentes. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para $p<0,05$.

Resultados

Caracteristicas antropométricas, de aptidão física e dos parâmetros QUS

Os dados de composição corporal estão descritos por grupo de idade e sexo na Tabela 1. Nos dois sexos e para os dois grupos de idade observou-se aumento significativo em estatura, peso, e somente na primeira avaliação houve aumento significativo nos meninos para %GC, massa gorda e DcTR e DcPM e no grupo 2 diminuição significativa para DcTR, DcPM, %GC e massa gorda e aumento na massa magra. Para as meninas também foi observado aumento significativo nos dois grupos para IMC, %GC, massa gorda, massa magra e somente na segunda avaliação para DcTR e DcSE.

Para as variáveis de aptidão física (Tabela 2), o estudo mostrou aumento significativo no teste abdominal somente no sexo masculino nos grupos dois grupos.

Relação entre a composição corporal, aptidão física e os parâmetros de QUS

Os resultados da AD-SoS e do UBPI estão descritos na Tabela 3 por sexo, idade e estadio puberal. Ocorreu aumento significativo da AD-SoS no sexo feminino no grupo 1 entre a primeira e a segunda avaliação. Para os demais resultados não se observou diferença significativa entre os grupos.

Para verificar a relação entre os parâmetros da AD-SoS e do UBPI com as variáveis de composição corporal e aptidão física em relação ao sexo realizou-se o teste de correlação de Pearson, e os dados são apresentados na Tabela 4. Em ambos os sexos, nas duas avaliações,

a AD-SoS apresentou correlação positiva significativa com idade, estatura e massa magra. Para os meninos, nas duas avaliações houve correlação positiva da AD-SoS com os testes abdominal e salto horizontal e apenas na primeira avaliação com o peso, DcPM e massa gorda. Ainda nos meninos, na segunda avaliação, a AD-SoS apresentou correlação negativa significativa com DcTR, DcSE, DcPM, %GC e massa gorda. Nas meninas, a AD-SoS apresentou correlação positiva significativa com o peso somente na primeira avaliação.

Com relação ao UBPI, em ambos os sexos, foi observada correlação com a idade nas duas avaliações. Para os meninos, houve correlação positiva nas duas avaliações para a estatura, massa magra e salto horizontal; na primeira avaliação para peso, DcPM e massa gorda; e na segunda avaliação para o teste abdominal. Ainda para os meninos, houve correlação negativa na primeira avaliação para flexibilidade e na segunda avaliação para DcTR, DcPM e %GC.

Para as meninas, houve correlação positiva do UBPI na primeira avaliação com peso, massa gorda e IMC e correlação negativa com VO_{2pico}, enquanto que na segunda avaliação com estatura e massa magra.

Considerando os resultados das diferenças, no masculino, %GC e a massa gorda mostraram correlação negativa para AD-SoS, enquanto que nas meninas, peso e massa magra apresentaram correlação positiva tanto para AD-SoS quanto para UBPI, e flexibilidade para AD-SoS; o %GC correlação negativa para AD-SoS e UBPI, a DcTR correlação negativa para AD-SoS, e a DcPM para UBPI.

Efeito das variáveis de composição corporal e aptidão física nos parâmetros de QUS

A análise de regressão multivariada da AD-SoS e do UBPI em relação às duas avaliações em ambos os sexos e para as variáveis independentes são apresentadas na Tabela 5. Nos meninos, para a AD-SoS, a estatura foi preditora positiva nas duas avaliações e o salto horizontal preditor positivo apenas na primeira avaliação e a DcPM preditora negativa para a segunda avaliação. Quanto ao UBPI para os meninos, a massa magra foi preditora positiva e a flexibilidade negativa na primeira avaliação e a maturação e o teste abdominal preditores positivos na segunda avaliação. Nas meninas, a idade e a massa magra foram preditoras positivas e a DcSE foi preditora negativa da AD-SoS na primeira avaliação, na segunda avaliação, a idade e a estatura foram preditoras positivas e o %GC negativo da AD-SoS. A idade foi preditora positiva do UBPI para as meninas nas duas avaliações, o IMC foi preditor negativo na primeira avaliação e a estatura e o salto horizontal preditores negativos na segunda avaliação.

Para os meninos, a variabilidade da AD-SoS pode ser explicada 25,1% pelo salto horizontal e pela estatura e 29,3% pela estatura e pela DcPM, e para as meninas 20,9% pela idade, pela DcSE e pela massa magra e 20% pela estatura, pelo %GC e pela idade. Já a variabilidade da UBPI para os meninos pode ser explicada 14,7% pela massa magra e pela flexibilidade e 25,5% pelo estadio puberal e pelo teste abdominal, e para as meninas 29,5% pela idade e pelo IMC e 20,4% pela idade, pela estatura e pelo salto horizontal.

Nas análises de regressão linear para as diferenças (Δ), nas meninas apenas a massa magra foi preditora tanto para a AD-SoS quanto para o UBPI respondendo por 21,9% e 13,9% de suas variabilidades respectivamente (Tabela 5). Para os meninos, não foi

observado contribuições significativas dessas variáveis independentes tanto para AD-SoS quanto para UBPI.

Discussão

Nosso estudo forneceu valores específicos da ultrassonografia quantitativa (QUS) e seus parâmetros que avaliam o estado ósseo (AD-SoS e UBPI) por idade, estadio puberal e suas associações com a aptidão fisica e composição corporal. A importância do estudo se deve ao fato de que o exercício físico e a composição corporal encontram-se entre os principais determinantes da massa óssea ao longo da vida[24]. Além disso, pelo nosso conhecimento, é o primeiro estudo longitudinal envolvendo o ultrassom das falanges e a aptidão física no Brasil.

Os resultados de composição corporal seguiram o esperado e corroboram com os encontrados em outros estudos[21,28,34]. Sabe-se que o início da adolescência é marcado por um período de aumento acelerado no peso e na estatura, provocado pelo estirão de crescimento que é determinado geneticamente e estabelece os limites do crescimento individual. Esses resultados evidenciam as diferenças no crescimento provocadas pela puberdade entre os sexos, que podem ser explicadas pelo fato das meninas apresentarem puberdade mais cedo que os meninos e pelo fato da puberdade feminina ser modulada pelo estrógeno que favorece o acúmulo de gordura e a puberdade masculina pelo andrógeno que favorece o desenvolvimento da massa magra[35].

Quanto à aptidão física, os resultados do teste abdominal mostraram aumento somente nos meninos, e esses resultados podem ser explicados pelo aumento do tamanho corporal e da massa magra que ocorre nos meninos de forma mais acentuada, e nas meninas de forma

mais lenta provocado pelas alterações hormonais, e, além disso, os ganhos de força também dependem da maturação neurológica[36].

Os resultados da AD-SoS corroboram com os achados do estudo longitudinal de Carvalho et al[21] e estão em desacordo com estudos transversais e longitudinais encontrados na literatura[39,40], principalmente no sexo masculino, que mostra evidências de que a massa óssea aumenta com a idade, peso e estatura durante a infância, com ganho significativo na puberdade. Assim, mesmo as crianças e os adolescentes crescendo e ganhando peso e, sobretudo, apresentando avanço na puberdade não houve melhora na massa óssea no período de estudo. Entretanto, as diferenças observadas no sexo feminino podem ser explicadas pelo fato das mulheres fazerem a puberdade mais cedo, ganhando massa óssea de forma mais acelerada em relação aos meninos da mesma idade, e pelo fato dos hormônios sexuais serem importantes moduladores da massa óssea. No entanto, neste grupo de adolescentes, apesar da massa óssea não ter aumentado o esperado em relação à primeira avaliação, ela apresenta valores normais para idade e sexo.

Com relação às associações das variáveis independentes com as dependentes, os resultados evidenciam que as variáveis ligadas ao crescimento (idade, peso e estatura) e a massa magra mostram associações positivas com a AD-SoS e UBPI em ambas as avaliações, o mesmo se observou com os resultados dos testes de aptidão física relacionados à força. Já as variáveis relacionadas à gordura corporal mostraram associação negativa nos meninos na segunda avaliação. Os resultados indicam que a massa magra é um reflexo tanto da maturação quanto da atividade física, enquanto que o tecido adiposo age como um órgão endócrino com influência negativa importante sobre o osso[41] acompanhando os resultados de outros estudos[42] . Outro fator a se considerar é que nas

fases da infância e adolescência, forças mecânicas exercidas sobre o corpo e contrações musculares inerentes à atividade física contribuem para um desenvolvimento do sistema esquelético, promovendo maior densidade mineral óssea, mesmo sem influenciar seu crescimento longitudinal[35]. Destaca-se que a segunda avaliação caracteriza melhor as mudanças provocadas pela maturação sobre os estudantes.

Ao analisarmos as associações entre as variáveis dependentes e independentes pelas diferenças, ocorre uma inversão, com as meninas mostrando mais variáveis associadas que os meninos. Mesmo assim, manteve-se a tendência das variáveis ligadas ao crescimento e a massa magra associarem-se com o aumento da AD-SoS e UBPI nas meninas, e para ambos os sexos, as variáveis ligadas a gordura associarem-se com sua diminuição. Esses resultados podem ser outro indicativo da importância da aptidão física sobre a massa óssea, pois para que ocorram adaptações positivas na aptidão física, os exercícios físicos devem ser executados nessa fase em intensidades mais elevadas. Além disso, sabe-se que quando executados em altas intensidades e com impactos elevados (saltos, corridas) provocam maiores alterações no osso[43,45]. A partir da adolescência até a idade adulta, apenas as aptidões neuromotoras, relacionadas à aptidão muscular e de velocidade e não a aptidão cardiorrespiratória foram relacionadas com a densidade mineral óssea em adultos[44].

Nesse estudo, para os meninos a variabilidade da AD-SoS e do UBPI relacionada com a composição corporal e com a aptidão física corrobora com os dados de composição corporal de Carvalho et al[21] e de aptidão física de Kalkwarf et al[39].

Os resultados da regressão linear mostram a influência positiva da força muscular e a influência negativa da gordura na aquisição da massa óssea nos meninos. Sabe-se que o comportamento da força muscular está intimamente associado aos hormônios anabólicos,

em especial os hormônios de crescimento e a testosterona[31]. Quanto a flexibilidade como preditora negativa, pode estar associada ao crescimento longitudinal, também decorrente das alterações hormonais, podendo apresentar um crescimento ósseo mais acelerado do que o crescimento dos tendões e músculos[7].

Quanto às meninas, as variáveis de composição corporal têm importante influência na aquisição da massa óssea juntamente com a idade. A explicação para esses resultados está na ação de hormônios como o estrógeno, que causa maior retenção de líquido e aumento da gordura corporal e consequentemente prejuízo do desempenho[7]. Os resultados desse estudo estão em acordo com outros estudos[18,24,35,36].

Ao analisarmos a influência das variaveis independentes sobre as dependentes pelas diferenças (Δ), observamos que somente nas meninas a massa magra foi preditora tanto para a AD-SoS quanto para UBPI, explicando 25,1% e 13,8% de suas variabilidades respectivamente. Vicente-Rodriguez et al (2008) observaram que a massa magra apresentou uma relação independente com massa óssea, explicando 67% da variância total no corpo inteiro e que, as relações independentes entre aptidão física e massa óssea desapareceram após o controle de massa magra, concluindo que provavelmente as diferenças entre homens e mulheres na massa óssea podem ser explicada por diferenças de massa magra e aptidão física. Além disso, como o músculo esquelético é o principal componente da massa magra, a melhoria da aptidão muscular acompanhada pela hipertrofia muscular pode aumentar a geração de força sobre a fixação óssea, estimulando indiretamente seu crescimento.

Limitações do presente estudo incluem o uso de uma amostra conveniente de crianças em sua maioria do município de Campinas, não ter comparado os dados de ultrassonografia com o DXA, a auto-avaliação da maturação sexual, e a não avaliação de

ingestão de nutrientes específicos para a aquisição de massa óssea, como cálcio e vitamina D. Assim, sugere-se a realização de novos estudos longitudinais com possíveis comparações entre o método de ultrassom das falanges e o DXA juntamente com as variáveis de aptidão física.

Conclui-se no presente estudo que, apesar do aumento do peso, da estatura e do avanço do estadiamento puberal após 15 meses de acompanhamento, não ocorreu um ganho significativo de massa óssea neste grupo de adolescentes, porém os resultados dos parâmetros QUS estão dentro da normalidade para a idade e o sexo, e a aptidão física e a composição corporal influenciaram na aquisição da massa óssea nessa população.

A melhora da aptidão física, principalmente relacionadas ao sistema neuromuscular, através de exercícios físicos executados em moderadas e altas intensidades, deve ser um objetivo importante para o aumento da massa óssea na infância e adolescência.

Agradecimentos

Os autores agradecem a professora Nanci Bertoldo diretora da Fundação Bradesco pela autorização do estudo e os alunos e professores que participaram da coleta de dados.

Referências

1. Woodcock J, Franco OH, Orsini N, Roberts I. Non-vigorous physical activity and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis of cohort studies. Int J Epidemiol. 2010;40(1), 121-38.
2. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guide- lines Advisory Committee Report. Washington (DC): U.S. Department of Health and Human Services; 2008.
3. Kohl HW 3rd, Craig CL, Lambert EV, Inoue S, Alkandari JR, Leetongin G et al. The pandemic of physical inactivity: global action for public health. Lancet. 2012;21;380(9838):294-305.
4. Gunter KB, Kasianchuk A. Examining the influence of participation in a community-based running program on skeletal health in growing girls. Osteoporosis Int. 2011; 22(Suppl2):S417Y39.
5. Maggio AB, Rizzoli RR, Marchand LM, Ferrari S, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ. Physical activity increases bone mineral density in children with type 1 diabetes. Med Sci Sports Exerc. 2012;44(7):1206-11.
6. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. Exerc Sport Sci Rev. 2012 Jan;40(1):13-21.
7. Baxter-Jones AD, Faulkner RA, Forwood M, Mirwald RL, Bailey DA. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass. J. Bone Miner. Res. 2011; 26(8):1729Y39.
8. Frost HM. Bone's mechanostat: a 2003 update. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol 2003;275:1081-101.

9. Cheung AM, Giangregorio L. Mechanical stimuli and bone health: what is the evidence? Curr Opin Rheumatol. 2012;24:561-6.
10. Bauer JJ, Snow CM. What is the prescription for healthy bones? J. Musculoskelet. Neuronal Interact. 2003;3:352Y5
11. Ahles CP, Singh H, Joo W, Lee Y, Lee LC, Colazas W, Pierce RA, Prakash A, Jaque SV, Sumida KD. High volumes of resistance exercise are not required for greater bone mineral density during growth. Med Sci Sports Exerc. 2013 Jan;45(1):36-42.
12. Baptista F, Barrigas C, Vieira F, Santa-Clara H, Homens PM, Fragoso I, Teixeira PJ, Sardinha LB. The role of lean body mass and physical activity in bone health in children. J Bone Miner Metab. 2012;30(1):100-8.
13. Heidemann M, Mølgaard C, Husby S, Schou AJ, Klakk H, Møller NC, Holst R, Wedderkopp N. The intensity of physical activity influences bone mineral accrual in childhood: the childhood health, activity and motor performance school (the CHAMPS) study, Denmark. BMC Pediatr. 2013;2;13:32.
14. Weidauer LA, Eilers MM, Binkley TL, Vukovich MD, Specker BL. Effect of different collegiate sports on cortical bone in the tibia. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2012 Jun;12(2):68-73.
15. Farr JN, Lee VR, Blew RM, Lohman TG, Going SB. Quantifying Bone-Relevant Activity and Its Relation to Bone Strength in Girls. Med Sci Sports Exerc. 2011 Mar;43(3):476-83.
16. McKay H, Liu D, Egeli D, Boyd S, Burrows M. Physical activity positively predicts bone architecture and bone strength in adolescent males and females. Acta Paediatr. 2011 Jan;100(1):97-101.

17. Chobot AP, Haffke A, Polanska J, Halaba ZP, Deja G, Jarosz-Chobot P, Pluskiewicz W. Quantitative ultrasound bone measurements in pre-pubertal children with type 1 diabetes. Ultrasound Med Biol. 2012 Jul;38(7):1109-15.
18. Lopez-Rodriguez MJ, Lavado-Garcia JM, Canal-Macias ML, Calderon-Garcia JF, Moran JM, Pedrera-Zamorano JD. Quantitative ultrasound in spanish children and young adults with cystic fibrosis. Biol Res Nurs. 2012 Apr 28.
19. Mussa A, Porta F, Baldassarre G, Tuli G, de Terlizzi F, Matarazzo P, Einaudi S, Lala R, Corrias A. Phalangeal quantitative ultrasound in 1,719 children and adolescents with bone disorders. Osteoporos Int. 2012 Jul;23(7):1987-98.
20. Wüster C, Hadji P. Use of quantitative ultrasound densitometry (QUS) in male osteoporosis. Calcif Tissue Int. 2001;69(4):225-8.
21. Carvalho WRG, Gonçalves EM, Ribeiro RR, Farias ES, Carvalho SSP, Guerra-Junior G. Influence of body composition on bone mass in children and adolescents. Rev Assoc Med Bras. 2011; 57:662-7.
22. Eveleth PH, Tanner J. Worldwide variation in human growth. Cambridge: Cambridge University Press; 2nd edition,1991. 412 p.
23. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1988. 184 p.
24. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Phyladelphia: Wolters Kluwer Health Ltd; 2010. p. 400.
25. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. Hum Biol. 1988;60:709-23.

26. Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys.Arch Dis Child. 1970;45:13-23.

27. Marshall WA, Tanner JM. Variations in pattern of pubertal changes in girls. Arch Dis Child. 1969;44:291-303.

28. Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanxes of the hand. Ultrasound Med Biol. 1997;23:1331– 1335.

29. Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, de Terlizzi F, Cadossi R, Saggese G. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanxes of the hand in healthy subjects aged 3-21 years. Pediatr Res. 2001;49:713-8.

30. Bonnick SL, Johnston Jr CC, Kleerekoper M, Lindsay R, Miller P, Sherwood L, Siris E: Importance of Precision in Bone Density Measurements. J Clin Densitom. 2001;4:105-110.

31. American Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance (AAHPERD). Youth fitness test manual. Washington, 1976, 69 p.

32. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD). The American alliance physical fitness and assessment program. Reston: Physical Best; 1988.

33. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. J Sports Sci. 1988;6:93-101.

34. Sun SS, Deng X, Sabo R, Carrico R, Schubert CM, Wan W, Sabo C. Secular trends in body composition for children and young adults: the Fels Longitudinal Study. Am J Hum Biol. 2012;24(4):506-14.

35. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O: Growth, Maturation, and Physical Activity.2nd edition. Champaign: Human Kinetics; 2004.
36. Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise. 5th edition. Champagn. Human Kinetics; 2011.640p.
37. Sollerhed AC, Ejlertsson G. Physical benefits of expanded physical education in primary school: Findings from a 3-year intervention study in Sweden. Scand J Med Sci Sports. 2008;18(1):102-7.
38. Starc G, Strel J: Tracking excess weight and obesity from childhood to young adulthood: A 12-year prospective cohort study in Slovenia. Public Health Nutr. 2011, 14:49-55.
39. Kalkwarf HJ, Gilsanz V, Lappe JM, Oberfield S, Shepherd JA, Hangartner TN, Huang X, Frederick MM, Winer KK, Zemel BS. Tracking of bone mass and density during childhood and adolescence. J Clin Endocrinol Metab. 2010;95:1690-8.
40. Halaba ZP. Quantitative ultrasound measurements at hand phalanges in children and adolescents: a longitudinal study. Ultrasound Med Biol 2008;34:1547-53.
41. Dimitri P, Wales JK, Bishop N. Adipokines, bone-derived factors and bone turnover in obese children; evidence for altered fat-bone signalling resulting in reduced bone mass. Bone. 2011;48:189-196.
42. Sukumar D, Schlussel Y, Riedt CS, Gordon C, Stahl T, Shapses SA. Obesity alters cortical and trabecular bone density and geometry in women. Osteoporos Int. 2011; 22:635–45.
43. Gunter K, Baxter-Jones AD, Mirwald RL, Almstedt H, Fuchs RK, Durski S, Snow C. Impact exercise increases BMC during growth: an 8-year longitudinal study. J. Bone Miner. Res. 2008;23:986–993.

44. Kemper HC: Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. Pediatr Exerc Sci. 2000;12:198–216.

45. Scerpella TA, Dowthwaite JN, Rosenbaum PF. Sustained skeletal benefit from childhood mechanical loading. Osteoporos Int. 2011;22(7):2205–2210.

Tabela 1: Dados da média (M), desvio-padrão (DP) e diferenças entre as avaliações (Δ) da composição corporal de acordo com os grupos de idades e sexo nas duas avaliações.

	Composição corporal											
	Masculino (n = 81)						**Feminino (n = 89)**					
	Avaliação Grupo 1 (n=42)			**Avaliação Grupo 2 (n=39)**			**Avaliação Grupo 1 (n=41)**			**Avaliação Grupo 2 (n=48)**		
	Primeira	Segunda	Δ	Primeira	Segunda	Δ	Primeira	Segunda	Δ	Primeira	Segunda	Δ
Variável							**Grupo1**	**Grupo1**		**Grupo2**	**Grupo2**	
Peso (kg)	42,4±10,0	**49,4±11,5***	7,0	49,6±10,3	**58,2±12,0***	8,6	36,8±7,3	**44,6±8,9***	7,8	49,4±8,8	**54,3±8,2***	4,9
Estatura (m)	1,46±0,09	**1,54±0,1***	8,0	1,56±0,09	**1,65±0,09***	0,09	1,43±0,7	**1,5±0,07***	0,07	1,56±0,06	**1,59±0,06***	0,03
IMC (kg/m^2)	19,7±3,6	20,7±3,6	1,04	20,2±2,8	21,1±3,2	0,93	17,8±2,5	**19,51±3,1***	1,7	20,3±2,9	**21,5±2,9***	1,3
DcTR (mm)	12,9±4,3	**17,2±7,2***	4,3	13,5±4,6	**12,2±5,3***	-1,31	11,5±3,2	15,9±5,8	4,4	16,3±5,3	**21,1±6,4***	4,8
DcSE (mm)	11,2±6,7	14,2±10,2	3,0	11,4±5,1	11,8±6,5	0,04	9,7±4,3	13,0±5,6	3,3	13,8±4,5	**17,9±6,2***	4,1
DcPM (mm)	12,3±4,7	**14,9±6,2***	2,6	16,7±6,6	**12,8±6,0***	-3,9	12,2±4,6	14,7±5,8	2,6	18,0±5,1	19,8±6,1	1,9
Gordura (%)	19,6±5,8	**25,0±9,8***	5,4	22,9±8,0	**19,3±7,7***	-3,6	19,5±4,4	**23,8±6,8***	4,2	26,0±6,1	**30,1±7,1***	4,1
Massa gorda (kg)	8,7±4,4	**13,1±7,9#**	4,4	11,9±6,0	11,8±7,0	-0,7	7,4±3,2	**11,0±5,7***	3,6	13,1±4,6	**16,7±5,9**	3,6
Massa magra (kg)	33,7±6,4	36,32±6,6	2,6	37,7±6,2	**46,36±7,6***	8,7	29,4±6,4	**33,5±4,7#**	4,1	36,3±6,0	37,6±4,5	1,3

DcTR = dobra cutânea triciptal; DcSE = dobra cutânea subescapular; DcPM = dobra cutânea perna medial; *Teste t p<0,01; #teste t p<0,05

Tabela 2: Dados da média (M), desvio-padrão (DP) e diferenças entre as avaliações (Δ) dos testes de aptidão física de acordo com os grupos de idade e sexo nas duas avaliações.

	APTIDÃO FÍSICA											
	Masculino (n = 81)						**Feminino (n = 89)**					
	Avaliação Grupo 1 (n=42)			**Avaliação Grupo 2 (n=39)**			**Avaliação Grupo 1 (n=41)**			**Avaliação Grupo 2 (n=48)**		
	Primeira	Segunda	Δ	Primeira	Segunda	Δ	Primeira	Segunda	Δ	Primeira	Segunda	Δ
Variável												
Flexibilidade (cm)	18,8±7,9	18,5±6,7	-0,25	19,3±8,4	20,9±8,5	1,6	24,3±4,5	25,3±6,7	1,0	25,0±7,3	25,4±8,2	0,4
Salto Horizontal (cm)	136,6±23,4	138,8±24,1	2,16	164,4±27,1	171,2±44,1	6,8	127,9±16,2	128,8±16,4	0,9	126,5±16,2	127,3±5,1	0,8
Abdominal (repetições)	28,5±10,5	**31,5±10,6***	3,0	34,2±9,3	**40,0±9,9***	5,8	26,6±8,2	30,0±7,1	3,4	24,2±6,8	27,2±6,9	3,0
VO2pico (ml. kg. min)	44,6±4,6	44,7±4,2	0,01	43,9±4,9	42,3±6,3	-1,6	42,2±3,4	41,0±3,3	-1,2	39,3±3,1	37,0±3,4	-2,3

*Teste t p<0,01

Tabela 3: Dados da média (M), desvio-padrão (DP) e diferenças entre as avaliações (Δ) da AD-SoS (m/s) e do UBPI de acordo com os grupos de idade, sexo e estadio puberal nas duas avaliações.

AD-SoS										
	Masculino (n = 81)					**Feminino (n=89)**				
	Primeira Avaliação		**Segunda Avaliação**		Δ	**Primeira Avaliação**		**Segunda Avaliação**		Δ
	n		n			n		n		
Grupo 1	42	1937±59,5	42	1938±69	1,0	41	1977±56	41	**1999±54***	22
Grupo 2	39	2001±88	39	2002±75	1,0	48	2022±84	48	2036±60	14
Pré/intra	48	1946±71,6	30	1928±77,6	-16,0	42	1974±68	17	1980±52	6
Púbere	33	1998±84,6	51	1993±69,0	-5,0	47	2026±73	72	2028±58	2
UBPI										
	Masculino (n = 82)					**Feminino (n=88)**				
	Primeira Avaliação		**Segunda Avaliação**		Δ	**Primeira Avaliação**		**Segunda Avaliação**		Δ
	n		n			n		n		
Grupo 1	42	0,57±0,15	42	0,6±0,03	0,03	41	0,62±0,14	41	0,68±0,14	0,04
Grupo 2	39	0,73±0,16	39	0,71±0,15	-0,02	48	0,72±0,16	48	0,78±0,12	0,06
Pré/intra	48	0,6±0,2	30	0,54±01	-0,06	42	0,65±0,16	17	0,66±0,1	0,05
Púbere	33	0,73±0,1	51	0,72±0,1	-0,01	47	0,70±0,15	72	0,75±0,1	0,07

Tabela 4: Coeficiente de correlação linear de Pearson da AD-SoS e do UBPI nas duas avaliações de acordo com o sexo e variáveis antropométricas e de aptidão física.

Feminino (n = 89)												
Variável	Primeira avaliação				Segunda avaliação				Diferença			
	AD-SoS		UBPI		AD-SoS		UBPI		Δ AD-SoS		Δ UBPI	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Idade (anos)	**0,358**	**0,001**	**0,358**	**0,001**	**0,351**	**0,001**	**0,343**	**0,001**	-	-	-	-
Peso (kg)	**0,263**	**0,013**	**0,232**	**0,029**	0,156	0,144	0,153	0,153	**0,257**	**0,015**	**0,217**	**0,041**
Estatura (m)	**0,272**	**0,01**	0,123	0,251	**0,374**	**0,000**	**0,341**	**0,001**	0,193	0,070	0,152	0,155
IMC (kg/m^2)	0,148	0,168	**0,232**	**0,029**	0,018	0,864	0,038	0,722	0,086	0,424	0,045	0,673
DcTR (mm)	0,005	0,966	0,191	0,073	-0,089	0,409	-0,059	0,584	**-0,311**	**0,003**	-0,167	0,117
DcSE (mm)	0,001	0,992	0,208	0,051	-0,005	0,964	0,125	0,243	-0,900	0,403	-0,580	0,587
DcPM (mm)	0,064	0,548	0,168	0,115	-0,026	0,806	-0,024	0,822	-0,199	0,061	**-0,277**	**0,008**
Gordura (%)	0,04	0,709	0,178	0,096	-0,059	0,591	-0,035	0,743	**-0,258**	**0,014**	**-0,224**	**0,035**
Massa gorda (kg)	0,136	0,202	**0,724**	**0,000**	0,039	0,72	0,037	0,733	-0,160	0,135	-0,117	0,273
Massa magra (kg)	**0,310**	**0,003**	0,191	0,074	**0,276**	**0,009**	**0,309**	**0,003**	**0,510**	**0,000**	**0,384**	**0,000**
VO_{2pico} (ml.kg.min.)	-0,143	0,183	**-0,242**	**0,023**	-0,116	0,122	-0,086	0,423	0,081	0,449	-0,014	0,900
Flexibilidade (cm)	0,091	0,394	-0,014	0,899	0,122	0,256	0,046	0,669	**0,219**	**0,039**	0,093	0,386
Abdominal (rep.)	-0,057	0,596	0,000	1,000	-0,083	0,441	0,036	0,739	-0,030	0,782	0,079	0,462
SH (cm)	0,111	0,302	-0,107	0,319	0,125	0,243	0,099	0,355	-0,147	0,168	-0,134	0,234
Masculino (n = 81)												
Variável	Primeira avaliação				Segunda avaliação				Diferença			
	AD-SoS		UBPI		AD-SoS		UBPI		Δ AD-SoS		Δ UBPI	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Idade (anos)	**0,439**	**0,000**	**0,397**	**0,000**	**0,416**	**0,000**	**0,349**	**0,001**	-	-	-	-
Peso (kg)	**0,227**	**0,042**	**0,301**	**0,006**	0,179	0,109	0,085	0,45	-0,029	0,794	0,040	0,722
Estatura (m)	**0,405**	**0,000**	**0,431**	**0,000**	**0,427**	**0,000**	**0,361**	**0,001**	0,047	0,677	0,020	0,857
IMC (kg/m^2)	0,032	0,778	0,101	0,37	-0,099	0,38	-0,192	0,086	-0,025	0,824	0,074	0,510
DcTR (mm)	-0,081	0,47	0,061	0,586	**-0,494**	**0,000**	**-0,337**	**0,002**	-0,141	0,210	-0,060	0,597
DcSE (mm)	0,106	0,348	0,147	0,191	**-0,285**	**0,01**	-0,138	0,16	-0,142	0,207	0,141	0,209
DcPM (mm)	**0,253**	**0,022**	**0,246**	**0,027**	**-0,387**	**0,000**	**-0,251**	**0,024**	-0,248	0,025	-0,086	0,445
Gordura (%)	0,132	0,338	0,165	0,142	**-0,461**	**0,000**	**-0,315**	**0,004**	**-0,219**	**0,050**	-0,080	0,477
Massa gorda (kg)	**0,219**	**0,005**	**0,255**	**0,022**	**-0,276**	**0,013**	-0,178	0,122	**-0,229**	**0,040**	-0,087	0,440
Massa magra (kg)	**0,269**	**0,015**	**0,314**	**0,004**	**0,433**	**0,000**	**0,386**	**0,000**	0,188	0,092	0,075	0,507
VO_{2pico} (ml.kg.min.)	0,141	0,204	0,086	0,449	-0,019	0,867	0,024	0,835	-0,109	0,332	-0,186	0,097
Flexibilidade (cm)	-0,173	0,123	**-0,329**	**0,003**	-0,026	0,815	0,117	0,298	-0,105	0,351	-0,109	0,331
Abdominal (rep.)	**0,310**	**0,005**	0,163	0,145	**0,256**	**0,021**	**0,452**	**0,000**	-0,194	0,083	-0,083	0,460
SH (cm)	**0,477**	**0,000**	**0,336**	**0,001**	**0,511**	**0,000**	**0,454**	**0,000**	0,183	0,102	0,134	0,234

DcTR = dobra cutânea triciptal; DcSE = dobra cutânea subescapular; DcPM =: dobra cutânea perna medial; SH = salto horizontal

Tabela 5: Análise de regressão linear múltipla *stepwise* da AD-SoS e do UBPI em relação ao sexo nas duas avaliações e pela diferença (Δ).

Primeira Avaliação

AD-SoS

Masculino							Feminino						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**		**B**	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	1532,050	117,050	-		13,089	0,000	Constante	1741,610	57,570	-		30,243	0,000
Salto Horizontal	1,037	0,308	0,368	0,251	3,369	0,001	Idade	15,760	5,280	0,350	0,209	2,980	0,004
Estatura	185,710	86,700	2,340		2,143	0,035	DcSE	-5,960	1,844	-0,382		-3,234	0,002
-	-	-	-		-	-	Massa magra	3,296	1,462	0,333		2,686	0,002

UBPI

	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**		**B**	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	0,525	0,190	-		4,400	0,000	Constante	-1,705	0,447	-		-3,812	0,000
Flexibilidade	-0,006	0,002	-2,272	0,147	-2,568	0,001	Idade	0,555	0,175	0,273	0,295	3,168	0,002
Massa magra	0,007	0,003	0,252		2,376	0,020	IMC	-0,286	0,088	-0,278		3,262	0,001

Segunda Avaliação

AD-SoS

	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**		**B**	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	1161,567	175,761	-		6,609	0,000	Constante	1675,729	138,794	-		12,073	0,000
Estatura	584,981	115,344	0,477	0,293	5,072	0,000	Idade	18,791	7,351	0,297	0,200	2,556	0,012
DcPM	-6,153	1,909	-0,303		-3,224	0,002	Estatura	223,569	90,041	0,288		2,483	0,015
-	-	-	-		-	-	Gordura (%)	-18,057	8,112	-0,230		-2,226	0,029

UBPI

	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**		**B**	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	0,307	0,067	-		4,595	0,000	Constante	4,450	2,062	-		2,158	0,034
Maturação	0,057	0,020	0,321	0,255	2,900	0,005	Idade	0,460	0,109	0,483	0,204	4,232	0,000
Abdominal	0,005	0,002	0,288		2,609	0,011	Estatura	-2,947	1,333	-0,252		-2,212	0,030
-	-	-	-		-	-	Salto Horizontal	-0,344	0,113	-0,291		-3,043	0,003

Diferença (Δ)

Feminino

AD-SoS							UBPI						
	B	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**		**B**	**EP**	**β**	**$R^2_{(ajustado)}$**	**F**	**P**
Constante	27,372	5,479	-	0,219	4,996	0,000	Constante	0,090	0,021	-	0,139	4,306	0,000
Massa Magra	33,189	6,553	0,477		5,065	0,000	Massa Magra	0,097	0,025	0,386		3,905	0,000

CONCLUSÕES GERAIS

O presente estudo apresenta dados clínicos de adolescentes Brasileiros saudáveis avaliando a massa óssea por meio da ultrassonografia de falanges em relação ao sexo, à idade, estadio puberal, composição corporal e aptidão física.

No estudo transversal (capítulo 1), apesar da massa magra mostrar relação com AD-SoS em meninos e meninas e com UBPI em meninos, não apareceu como preditora na análise de regressão. No entanto, o salto horizontal como preditor para os meninos mostra que a força muscular influencia positivamente a AD-SoS e o %GC tem influência negativa sobre os parâmetros QUS em ambos os sexos.

Os resultados deste estudo demonstraram que os parâmetros QUS são correlacionados com as variáveis de crescimento, tais como idade, estatura, e estadio puberal. No entanto, quanto à aptidão física, apenas as variáveis relacionadas à força muscular, especialmente em meninos, mostraram associação com parâmetros QUS. Além disso, a massa gorda demonstrou uma associação negativa com AD-SoS e UBPI.

No estudo longitudinal (capítulo 2) apesar do aumento do peso, da estatura e do avanço do estadiamento puberal após 15 meses de acompanhamento, não ocorreu um ganho significativo de massa óssea neste grupo de adolescentes, porém os resultados dos parâmetros QUS estão dentro da normalidade para a idade e o sexo, e a aptidão física e a composição corporal influenciaram na aquisição da massa óssea nessa população.

A melhora da aptidão física, principalmente relacionada ao sistema neuromuscular, através de exercícios físicos executados em moderadas e altas intensidades, deve ser um objetivo importante para o aumento da massa óssea na infância e adolescência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shapses SA, Sukumar D. Bone Metabolism in Obesity and Weight Loss. Annu Rev Nutr. 2012;32:287–309.
2. Christofaro DG, Ritti-Dias RM, Fernandes RA, Polito MD, Andrade SM, Cardoso JR et al. High blood pressure detection in adolescents by clustering overall and abdominal adiposity markers. Arq Bras Cardiol. 2011;96(6):465-70.
3. Duncan S, Duncan EK, Fernandes RA, Buonani C, Bastos KD, Segatto AF et al. Modifiable risk factors for overweight and obesity in children and adolescents from São Paulo, Brazil. BMC Public Health. 2011;11(1):585.
4. Young JR, Kee HL, So CC, Ho SK, Duk HK. Effects of Body Composition, Leptin, and Adiponectin on Bone Mineral Density in Prepubertal Girls. J Korean Med Sci. 2010;25:1187-1190.
5. Cheung WW, Zhan JY, Paik KH, Mak RH. The impact of inflammation on bone mass in children. Pediatr Nephrol. 2011;26:1937–1946.
6. Rizzoli R. Determinants of peak bone mass. Ann Endocrinol (Paris). 2006;67:114–5.
7. Pekkinen M, Viljakainen H, Saarnio E, Lamberg-Allardt C, Mäkitie O. Vitamin D Is a Major Determinant of Bone Mineral Density at School Age. PLoS ONE. 2012;7(7): e40090.
8. Donaldson MG, Cawthon PM, Lui LY, Schousboe JT, Ensrud KE, Taylor BC et al. Estimates of the proportion of older white men who would be recommended for pharmacologic treatment by the new US National Osteoporosis Foundation guidelines. J Bone Miner Res. 2010; 25:1506–1511.

9. Albrand G, Munoz F, Sornay-Rendu E, DuBoeuf F, Delmas PD. Independent predictors of all osteoporosis-related fractures in healthy postmenopausal women: the OFELY study. Bone. 2003;32:78-85.

10. Kennedy K, Shepherd S, Williams JE, Ahmed SF, Wells JC, Fewtrell M. Activity, body composition and bone health in children. Arch Dis Child. 2012;25:302823.

11. Csakvary V, Erhardt E, Vargha P, Oroszlan G, Bodecs T, Torok D et al. Association of Lean and Fat Body Mass, Bone Biomarkers and Gonadal Steroids with Bone Mass during Pre- and Midpuberty. Horm Res Paediatr. 2012;78(4):203-11.

12. Kouda K, Nakamura H, Fujita Y, Iki M. Relationship between body mass index at age 3 years and body composition at age 11 years among Japanese children: the Shizuoka population-based study. J Epidemiol. 2012; 5;22(5):411-6.

13. Lem AJ, van der Kaay DC, Hokken-Koelega AC. Bone Mineral Density and Body Composition in Short Children Born SGA during Growth Hormone and Gonadotropin Releasing Hormone Analog Treatment. J Clin Endocrinol Metab. 2012;98(1): 77-86.

14. Poruk KE, Davis RH, Smart AL, Chisum BS, Lasalle BA, Chan GM et al. Observational study of caloric and nutrient intake, bone density, and body composition in infants and children with spinal muscular atrophy type I. Neuromuscul Disord. 2012;22(11):966-73.

15. Farr JN, Chen Z, Lisse JR, Lohman TG, Going SB. Relationship of total body fat mass to weight-bearing bone volumetric density, geometry, and strength in young girls. Bone. 2010;46(4):977–984.

16. Compston JE, Watts NB, Chapurlat R, Cooper C, Boonen S, Greenspan S et al. Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. Am J Med. 2011;124(11):1043-50.

17. El Hage RP, Courteix D, Benhamou CL, Jacob C, Jaffré C. Relative importance of lean and fat mass on bone mineral density in a group of adolescent girls and boys. Eur J Appl Physiol. 2009;105(5):759–764.

18. Janicka A, Wren TA, Sanchez MM, Dorey F, Kim PS, Mittelman SD et al. Fat mass is not beneficial to bone in adolescents and young adults. J Clin Endocrinol Metab. 2007;92:143-7.

19. Lucas R, Ramos E, Severo M, Barros H. Potential for a direct weight- independent association between adiposity and forearm bone mineral density during adolescence. Am J Epidemiol. 2011;17: 691–700.

20. Ribeiro RR, Guerra-Junior G, Azevedo Barros-Filho A. Bone mass in schoolchildren in Brazil: the effect of racial miscegenation, pubertal stage, and socioeconomic differences. J Bone Miner Metab. 2009;27:494-501.

21. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O: Growth, Maturation, and Physical Activity. 2nd edition. Champaign: Human Kinetics; 2004.

22. Levine MA. Assessing bone health in children and adolescents. Indian J Endocrinol Metab. 2012 December; 16(Suppl 2): S205–S212.

23. Bradney M, Karlsson MK, Duan Y, Stuckey S, Bass S, Seeman E. Heterogeneity in the growth of the axial and appendicular skeleton in boys: Implications for the pathogenesis of bone fragility in men. J Bone Miner Res. 2000;15:1871–8.

24. Bass S, Delmas PD, Pearce G, Hendrich E, Tabensky A, Seeman E. The differing tempo of growth in bone size, mass, and density in girls is region-specific. J Clin Invest. 1999;104:795–804.

25. Rauch F. Bone accrual in children: Adding substance to surfaces. Pediatrics. 2007;119(Suppl 2):S137–40

26. Bailey DA, Martin AD, McKay HA, Whiting S, Mirwald R. Calcium accretion in girls and boys during puberty: A longitudinal analysis. J Bone Miner Res. 2000;15:2245–50. [PubMed]

27. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, et al. Peak bone mass.Osteoporos Int. 2000;11:985–1009. [PubMed]

28. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Phyladelphia: Wolters Kluwer Health Ltd; 2010. p. 400.

29. Fogelholm M, Stigman S, Huisman T, Metsämuuronen J. Physical fitness in adolescents with normal weight and over- weight. Scand J Med Sci Sports. 2008;18:162-70.

30. Ara I, Sanchez-Villegas A, Vicente-Rodriguez G, Moreno LA, Leiva MT, Martinez-Conzalez MAet al. Physical fitness and obesity are associated in a dose-dependent manner in children. Ann NutrMetab. 2010;57:251-9.

31. Landry BW, Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. PM R. 2012;4(11):826-32.

32. Ré AHN. Growth, maturation and development during childhood and adolescence: Implications for sports practice. Motricidade. 2011;7(3):55-67.

33. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. J Adolesc Health. 2002;31:192-200.

34. Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, Roberton MA, Rudisill ME, Garcia C et al. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. Quest. 2008;60:290-306.

35. Fricke O, Sumnik Z, Tutlewski B, Stabrey A, Remer T, Schoenau E. Local body composition is associated with gender differences of bone development at the forearm in puberty. Horm Res. 2008;70:105–111.

36. Sardinha LB, Baptista F, Ekelund U. Objectively measured physical activity and bone strength in 9 year old boys and girls. Pediatrics. 2008;122:e728–e736.

37. Goulding A, Taylor RW, Grant AM, Jones S, Taylor BJ, Williams SM. Relationships of appendicular LMI and total body LMI to bone mass and physical activity levels in a birth cohort of New Zealand five-year olds. Bone. 2009;45(3):455-9.

38. Baptista F, Barrigas C, Vieira F, Santa-Clara H, Homens PM, Fragoso Iet al. The role of lean body mass and physical activity in bone health in children. J Bone Miner Metab. 2012;30:100–108.

39. World Health Organization (WHO). Steps to health—a European framework to promote physical activity for health. Copenhagen, 2007.

40. Rolawd TW. Fisiologia do exercício na criança. 2ª edição, Manole: 2008, 296 p.

41. Fonseca RM, Franca NM, Van-Praagh E. Relationship between indicators of fitness and bone density in adolescent Brazilian children. Pediatr Exerc Sci. 2008;20:40–49.

42. Vicente-Rodriguez G, Urzanqui A, Mesana MI, Ortega FB, Ruiz JR, Ezquerra J et al. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association

between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. J Bone Miner Metab. 2008;26:288–294.

43. Matsudo V K R. Testes Em Ciências do Esporte. Brochura. São Caetano do Sul, 1987.

44. American Alliance for Health Physical Education Recreation and Dance (AAHPERD). Youth fitness test manual. Washington, 1976, 69p.

45. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance (AAHPERD). The American alliance physical fitness and assessment program. Reston: Physical Best; 1988.

46. Cooper Institute for Aerobic Research Fitnessgram & Activitygram Test Administration Manual (FITNESSGRAM). Human Kinetics; 4 edition; 2010. 152 p.

47. Cole ZA, Dennison EM, Cooper C. The impact of methods for estimating bone health and the global burden of bone disease. Salud Publica Mex. 2009;51 suppl.1:s38-s45.

48. Woodhead HJ, Kemp AF, Blimkie CJR, Briody JN, Duncan CS, Thompson M et al. Measurement of midfemoral shaft geometry: repeatability and accuracy using magnetic resonance imaging and dual-energy X-ray absorptiometry. J Bone Miner Res. 2001;16:2251-59.

49. Micklesfield LK, Zielonka EA, Charlton KE, Katzenellenbogen L, Harkins J, Lambert EV. Ultrasound bone measurements in pre-adolescent girls: interaction between ethnicity and lifestyle factors. Acta Paediatr. 2004;93:752-58.

50. Valtueña J, Gracia-Marco L, Vicente-Rodríguez G, González-Gross M, Huybrechts I, Rey-López JPet al. Vitamin D status and physical activity interact to improve bone mass in adolescents. The HELENA Study. Osteoporos Int. 2012;23:2227–2237.

51. Burt LA, Naughton GA, Greene DA, Ducher G. Skeletal differences at the ulna and radius between pre-pubertal non-elite female gymnasts and non-gymnasts. J Musculoskelet Neuronal Interact. 2011;11(3):227-233.

52. ChanYY, Bishop NJ. Clinical management of childhood osteoporosis. Int J Clin Pract. 2002;56(4):280-6.

53. Campos LMA, Liphaus BL, Silva CAA, Pereira RMR. Osteoporose na infância e na adolescência. J Pediatr. 2003;79(6):481-8.

54. Lazzareti-Castro M. Por que medir densidade mineral óssea em crianças e adolescentes? J Pediatr. 2004;80:(6):339-340.

55. Wüster C, Hadji P. Use of quantitative ultrasound densitometry (QUS) in male steoporosis. Calcif Tissue Int. 2001;69(4):225-8.

56. Carvalho WRG, Gonçalves EM, Ribeiro RR, Farias ES, Carvalho SSP, Guerra-Junior G. Influence of body composition on bone mass in children and adolescents. Rev Assoc Med Bras. 2011; 57:662-7.

57. Giolo De Carvalho F, de Souza Santos R, Ianneta R, Marques Miguel Suen V, Marliere Navarro A, Nonino Borges CB et al. Analysis of bone microarchitecture related to anthropometry in climateric women. Nutr Hosp. 2012;27(2):612-6.

58. Wüster C, Albanese C, de Aloysio D, Duboeuf F, Gambacciani S, Gonelli S et al. Phalangeal osteosonogrammetry study: age-related changes, diagnostic sensitivity, and discrimination power. J Bone Miner Res. 2000;15(8):1603-14.

59. Cipriani C, Romagnoli E, Scarpiello A, Angelozzi M, Montesano T, Minisola S. Phalangeal quantitative ultrasound and bone mineral density in evaluating cortical bone

loss: a study in postmenopausal women with primary hyperparathyroidism and subclinical iatrogenic hyperthyroidism. J Clin Densitom. 2009;12:456-460.

60. Guglielmi G, de Terlizzi F, Scalzo G, Battista C, Scillitani A. Cortical thickness and medullary canal dimensions of the bone phalanx are predicted by quantitative ultrasound parameters. J Clin Densitom. 2010;13:219–227.
61. Gonnelli S, Caffarelli C, Tanzilli L, Merlotti D, Gennari L, Rossi S et al. The association of body composition and sex hormones with quantitative ultrasound pa rameters at the calcaneus and phalanxes in elderly women. Calcif Tissue Int. 2011;89(6):456-63
62. Iannetta O. Osteoporose: uma ex-enfermidade silenciosa. São Paulo: Tecmed; 2006. p.19-373.
63. Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanxes of the hand. Ultrasound Med Biol. 1997;23:1331– 1335.
64. Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, de Terlizzi F, Cadossi R, Saggese G. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanxes of the hand in healthy subjects aged 3-21 years. Pediatr Res. 2001;49:713-8.
65. Vignolo M, Parodi A, Mascagni A, Torrisi C, De Terlizzi F, Aicar- di G. Longitudinal assessment of bone quality by quantitative ultrasonography in children and adolescents. Ultrasound Med Biol. 2006;32:1003-10.
66. Santos KD, Petroski EL, Ribeiro RR, Guerra-Junior G. Bone quantity and quality in Brazilian female schoolchildren and adolescentes. J Bone Miner Metab. 2009;27(4):507–12.

67. Duarte SB, Carvalho WR, Gonçalves EM, Ribeiro RR, Farias ES, Magro Dde Oet al. Preliminary comparision between phalangeal quantitative ultrassonography and bone densitometry for bone mass evaluation in adolescentes. Arq Bras Endocrinol Metab. 2012;56(1), 19-24.

ANEXOS

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 10/11/08.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 797/2008 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 3540.0.000.146-08

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: **"COMPOSIÇÃO CORPORAL E MASSA ÓSSEA: RELAÇÕES COM O DESEMPENHO FÍSICO".**
PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Anderson Marques de Moraes
INSTITUIÇÃO: Escola de Educação Básica e Profissional "Fundação Bradesco"
APRESENTAÇÃO AO CEP: 07/10/2008
APRESENTAR RELATÓRIO EM: 10/11/09 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Analisar o crescimento, composição corporal, massa óssea e desempenho motor em escolares durante um ano de avaliação.

III - SUMÁRIO

Estudo de caráter descritivo e longitudinal. Participarão alunos de 07 a 17 anos de idade, após os pais ou responsáveis autorizarem, sendo realizada avaliação antropométrica, de composição corporal e de massa óssea (esta por ultrassom). O desempenho motor será avaliado através de bateria de testes composta por indicadores de flexibilidade, agilidade, força e resistência. As avaliações serão realizadas por 3 vezes durante o ano de observação.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII - DATA DA REUNIÃO

Homologado na X Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 21 de outubro de 2008.

Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM/UNICAMP.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br

ANEXO 2

QUESTIONÁRIO ATIVIDADE FÍSICA – YOUTH, 2005

NOME_____

1. Em quantos dos últimos 7 dias , você participou de atividades físicas por pelo menos 30 minutos, isto NÂO fez você transpirar ou respirar aceleradamente, como por exemplo: Caminhar rápido, pedalar lentamente, skate, empurrar o cortador de grama e limpar o chão.
 nenhum dia _____ dias
2. Em quantos dos últimos 7 dias , você fez exercícios ou participou de atividades físicas por no mínimo 20 minutos, que fez você transpirar ou respirar aceleradamente, como por exemplo: Basquetebol, futebol, correr, nadar, pedalando rapidamente, dançando rapidamente ou atividades aeróbicas similares.
 nenhum dia _____ dias
3. Durante os últimos 7 dias, quantos dias você fez atividade física por um total de 60 minutos por dia? Vale todo o tempo que você passou em algum tipo de atividade física que aumentasse seu batimento cardíaco e fez você respirar rapidamente durante algum tempo.
 nenhum dia _____ dias
4. Em um dia normal de escola, quantas horas você assiste televisão?
 Eu não assisto TV Menos que 1 hora por dia
 1 hora por dia 2 horas por dia
 3 horas por dia 4 horas por dia
 5 horas ou mais, por dia
5. Em uma semana normal na escola, quantos dias você vai para aulas de educação física?
 nenhum dia _____ dias
6. Em uma aula de educação física, quanto tempo você passa realmente se exercitando ou praticando esportes?
 Eu não faço educação física Menos que 10 minutos
 10 a 20 minutos 21 a 30 minutos
 31 a 40 minutos 41 a 50 minutos
 51 a 60 minutos Mais de 60 minutos
7. Durante os últimos 12 meses em quantas equipes de esportes coletivos você participou (incluindo algumas equipes de corrida pela sua escola ou grupo da comunidade)
 Nenhuma equipe de esporte coletivo 1 equipe de esporte coletivo
 2 equipes de esporte coletivo 3 ou mais equipes de esporte coletivo
8. Quanto tempo você leva de casa até a escola?
 menos que 15 minutos 15 minutos
 meia hora 45 minutos
 1 hora mais de uma hora
9. Como você vai de casa para escola? (pode assinalar MAIS de uma)
 a pé de bicicleta
 de ônibus / trem / metrô / Van / Kombi de carro
 outro meio de transporte

10. Quantas horas por dia você costuma assistir TV?

□ não assisto TV
□ 1 hora ou menos
□ 2 horas
□ 3 horas
□ 4 horas
□ 5 horas
□ 6 horas ou mais

11. Quantas horas por dia você costuma jogar videogame ou ficar no computador?

□ Não jogo videogame / computador
□ 1 hora ou menos
□ 2 horas
□ 3 horas
□ 4 horas
□ 5 horas
□ 6 horas ou mais

APÊNDICES

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA A DIREÇÃO DA ESCOLA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente

Prezado Diretor,

Considerando a Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde e as determinações da Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), temos o prazer de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada **"Massa óssea, composição corporal e aptidão física em adolescentes"**, como projeto de Tese de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e Adolescente da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP.

Esta pesquisa tem por objetivo analisar a massa óssea, a composição corporal, maturação sexual e aptidão física em escolares da cidade de Campinas (SP) e relacioná-los com níveis de saúde. Espera-se que esta investigação, de natureza descritiva e longitudinal, possa propiciar informações importantes, permitindo assim, avaliar o estado de saúde e determinar especificamente quais capacidades devem ser desenvolvidas através das aulas de Educação Física, a fim de intervir positivamente na promoção da saúde de crianças e adolescentes em idade escolar.

Tendo em vista o cumprimento do objetivo da pesquisa, necessito coletar dados de medidas antropométricas como medida de peso, estatura, massa óssea, nível de maturação sexual, testes motores (flexibilidade, abdominal, salto horizontal e resistência geral), etnia, escolaridade dos pais e nível socioeconômico da família.

Para garantir a confiabilidade de nosso trabalho, os procedimentos utilizados estarão de acordo com padrões científicos. As avaliações dos escolares somente serão realizadas com a prévia autorização do responsável, mediante apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido devidamente preenchido e assinado pelo responsável.

A permanência dos investigadores nas dependências não afetará o desenvolvimento pleno das atividades da Escola. Além disso, será mantido sigilo das informações obtidas bem como o anonimato dos participantes direto da pesquisa. As informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para o desenvolvimento da pesquisa.

A sua colaboração tornara-se imprescindível para o alcance dos objetivos propostos, considerando principalmente a posição de destaque ocupada por sua Escola na cidade de Campinas (SP).

Agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e colocamo-nos à sua disposição para quaisquer esclarecimentos (e-mail: **ander-marques@hotmail.com** ou pelos telefones: (19) 3294-6901 ou (19) 9111-0155).

Qualquer denúncia ou queixas é recomendável telefonar para o Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP (19) 3521-8936 ou pelo e-mail: **cep@fcm.unicamp.br**.

De acordo com esclarecido, aceito colaborar (participar) na realização da pesquisa **"Massa óssea, composição corporal e aptidão física em adolescentes"**, estando devidamente informado sobre a natureza da pesquisa, objetivos propostos, metodologia empregada e benefícios previstos.

Campinas (SP), _____ de _____ de 20_____.

Nome do Diretor (a): _____

Assinatura do Diretor (a): _____

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O PAI/RESPONSÁVEL DO ALUNO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente

IDENTIFICAÇÃO DO (A) ALUNO (A):

Eu, _____, permito, por livre e espontânea vontade, a participação de _____ (nome do filho (a)), com idade de _____ anos, encontrando-se sob a responsabilidade de _____ (pai ou responsável), cujo grau de parentesco é _____, na pesquisa intitulada **"Massa óssea, composição corporal e aptidão física em adolescentes",** sendo esse, um projeto de Tese de Doutorado do aluno ANDERSON MARQUES DE MORAES, através da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Tenho ciência de:

a) os escolares serão submetidos nos meses de março, junho e novembro de 2009, a medidas de peso, estatura, massa óssea, composição corporal e testes físicos para avaliar aptidão física (flexibilidade, abdominal, salto horizontal e resistência geral); b) a avaliação da idade biológica (maturação sexual), no início e ao final do estudo, através de auto avaliação da criança por meio de figuras; c) as medidas serão realizadas na própria Escola, em horário de aula, e os dados serão coletados pelo pesquisador responsável pelo projeto, auxiliado pelo Professor de Educação Física responsável pela turma, buscando não oferecer nenhum constrangimento para as crianças e adolescentes; d) não receberei remuneração em troca da participação da criança a qual me responsabilizo no projeto; e) a criança poderá abandonar a pesquisa a qualquer momento, sem sofrer qualquer penalidade ou prejuízo, e ainda, o nome do mesmo e os seus dados serão somente utilizados para os fins do conhecimento científico, mantendo-os no mais absoluto sigilo.

Esta pesquisa não oferece nenhum risco físico ou moral às crianças e os demais envolvidos. Os resultados serão repassados aos professores conforme ficha de avaliação (1).

Para qualquer dúvida ou esclarecimento sobre os procedimentos da pesquisa podem ser obtidas com o responsável pelos telefones (19) 37058044 ou (19) 9111-0155, e denúncias ou queixas podem ser feitas a qualquer tempo pelo telefone do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP pelo telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail: cep@fcm.unicamp.br**.**

De acordo, responsável pelo escolar:

_____

Campinas (SP), _____de _____ de 20_____.

APÊNDICE 3

FICHA DE AVALIAÇÃO

<table>
<tr><td colspan="9">FICHA DE AVALIAÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="9">NOME DO ALUNO (A):_____</td></tr>
<tr><td colspan="3">NASCIMENTO:_____/_____/_____</td><td colspan="3">SÉRIE:_____</td><td colspan="3">DATA:____/____/_____</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9">COMPOSIÇÃO CORPORAL</td></tr>
<tr><td colspan="2">ESTATURA (m)</td><td colspan="3">PESO (Kg)</td><td rowspan="3"></td><td colspan="3">MASSA ÓSSEA</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="3" rowspan="2"></td><td colspan="2">AD-SoS</td><td>UBPI</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9">DOBRAS CUTÂNEAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">DC (TR)</td><td colspan="3">DC (SE)</td><td colspan="3">DC (PM)</td></tr>
<tr><td>1ª</td><td>2ª</td><td>3ª</td><td>1ª</td><td>2ª</td><td>3ª</td><td>1ª</td><td>2ª</td><td>3ª</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td colspan="9">TESTES DE APTIDÃO</td></tr>
<tr><td colspan="2">Flexibilidade (cm)</td><td colspan="2">Salto Horizontal (cm)</td><td>VO_{2pico}</td><td>Abdominal</td><td colspan="3">Avaliador:</td></tr>
<tr><td>1ª</td><td>2ª</td><td>1ª</td><td>2ª</td><td>1ª</td><td>1ª</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="9">Observações:</td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td colspan="9"></td></tr>
</table>