

Influência dos estágios de maturação sexual no estado nutricional, antropometria e composição corporal de adolescentes

Influence of the stages of sexual maturation in the nutritional status, anthropometrics and corporal composition of adolescents

Kiriarque Barra Ferreira Barbosa ¹
Sylvia do Carmo Castro Franceschini ²
Sílvia Eloiza Priore ³

¹ Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Campus Universitário, s/nº, Viçosa, MG, Brasil. CEP: 36.571-000, E-mail: kiribarra@yahoo.com.br
^{2,3} Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa. Campus Universitário, s/nº, Viçosa, MG, Brasil. CEP: 36.571-000

Abstract

Puberty phenomena concerning ages of onset and ending, speed and magnitude of expression, and inter-relations are variable. Such phenomena influence anthropometric and body composition changes characterizing the process of growth and development during adolescence.

This article has the objective of analyzing the influence of sexual maturing status on nutritional status, anthropometry and body composition in adolescents of both sexes. Literature review was accomplished through the use of the terms "Adolescent, Puberty and Body Composition" through consultation to the HighWire Press® database. Articles published from January 1995 to July 2006 were utilized, including others previously published and relevant to the subject.

To assess nutritional status, anthropometric and body composition changes, during adolescence it is extremely important that consideration is not restricted to chronological age but extended to sexual maturity as well. The considerable methodological difficulties related to puberty staging should be emphasized. There is a need to accomplish further studies to clarify sexual maturing staging in anthropometric and body composition parameters, enabling systematic building and use of references considering puberty development.

Key words *Adolescence, Puberty and body composition.*

Resumo

Os fenômenos puberais apresentam variabilidade no que diz respeito às idades de início e término, à velocidade e magnitude com que se expressam e as suas inter-relações. Tais fenômenos influenciam as modificações antropométricas e de composição corporal que caracterizam o processo de crescimento e desenvolvimento da adolescência. O artigo tem como objetivo analisar a influência dos estágios de maturação sexual, no estado nutricional, antropometria e composição corporal de adolescentes de ambos os sexos. A revisão de literatura foi realizada utilizando-se os termos "Adolescent, Puberty and Body Composition", por meio de consulta na base de dados do HighWire Press®. Trabalhou-se com artigos publicados desde janeiro de 1995 até julho de 2006, incluindo, outros relevantes ao tema, publicados anteriormente. Na adolescência, para se avaliar o estado nutricional e as modificações antropométricas e de composição corporal, é de extrema importância a consideração não somente da idade cronológica, mas também do estágio de maturação sexual. Cabe ressaltar as consideráveis dificuldades metodológicas existentes nos estudos acerca do estadiamento pubertário. Destaca-se a importância da realização de mais estudos, no sentido de elucidar a influência dos estágios de maturação sexual na evolução dos parâmetros antropométricos e de composição corporal, possibilitando a construção e utilização sistemática de referências que considerem o desenvolvimento pubertário.

Palavras-chave *Adolescência, Puberdade, Composição corporal.*

Introdução

A puberdade é definida como um processo fisiológico de maturação hormonal e crescimento somático que torna o organismo apto a se reproduzir. Durante a puberdade ocorrem modificações no padrão de secreção de alguns hormônios. É essencialmente a ativação do eixo hipotálamico-hipofisário-gonadal, que desencadeia, sob estímulo das gonadotrofinas, a secreção dos esteróides sexuais, predominantemente, a testosterona no menino e o estradiol nas meninas, que são responsáveis pelas modificações morfológicas do período puberal.¹

Essas modificações morfológicas iniciam-se pelo aparecimento das características sexuais secundárias, seguindo-se da modificação da massa corporal magra, distribuição da gordura corporal, aceleração da velocidade de crescimento (estirão puberal) e a fusão das epífises ósseas com a parada do crescimento.¹

Existem numerosos fatores intrínsecos e ambientais, que podem influenciar o início da puberdade, não havendo até então um marcador hormonal ideal. Assim, o processo parece ser lento, gradual e evolutivo, vencendo uma série de etapas. As principais implicações metodológicas relacionadas aos estudos acerca do estadiamento pubertário incluem a determinação do seu início, progressão e a forma de avaliação. As medidas mais comuns de avaliação compreendem os indicadores de maturação sexual (estágios de Tanner) e avaliações do crescimento ósseo e fusão das epífises (avaliação da idade óssea).¹ Cabe ressaltar que estas últimas representam técnicas mais dispendiosas, o que limita sua aplicação populacional.

Uma vez iniciado o desenvolvimento puberal, segue-se, de acordo com o sexo, certa cronologia fisiológica de eventos. Neste sentido, realizaram-se estudos acerca do estadiamento pubertário em 1969² e 1970,³ para meninas e meninos, respectivamente. Os indivíduos estudados foram acompanhados desde o primeiro sinal da puberdade, até a completa maturação, sendo classificados em cinco estágios (estágio 1: pré-puberal; estágios de 2 a 4: puberais, estágio 5: pós-puberal). Tal classificação foi realizada considerando o desenvolvimento dos pelos pubianos (ambos os sexos), das mamas e da genitália masculina.

A idade de início do desenvolvimento puberal, marcado pelo estágio 2 de Tanner, varia com o sexo e etnia. No Brasil, entre os estudos realizados com o objetivo de caracterizar o processo de maturação sexual, utilizando os estágios de Tanner,^{2,3} pode-se

citar o de Colli,⁴ realizado com 6765 adolescentes, entre 10 e 19 anos, residentes do município de Santo André, São Paulo. O autor evidenciou que, de modo geral, a maturação sexual se inicia um ano mais cedo, no sexo feminino, quando comparado ao masculino. No feminino, o início do desenvolvimento pubertário ocorreu, geralmente, até os 13 anos, com o desenvolvimento mamário e dos pêlos púbicos, quase que simultaneamente. Já no masculino, o início se deu até os 14 anos, com o desenvolvimento da genitália, seguido dos pêlos pubianos.

A diferença entre os sexos não se dá somente em relação à idade de ocorrência dos eventos puberais, mas também em função das modificações antropométricas e de composição corporal características deste processo. Em ambos os sexos ocorrem significativo aumento da massa de gordura corporal. No entanto, no masculino, tal aumento é mais lento, sendo superado pelo ganho da massa livre de gordura corporal.⁵

Dessa forma, cabe ressaltar a importância das modificações antropométricas e de composição corporal que ocorrem durante o processo da puberdade. Uma vez que desde o início até o final do estadiamento pubertário, em função do crescimento acelerado, o indivíduo passa por intensas modificações corporais.

Assim, o presente artigo de revisão, se propõe a analisar a influência dos estágios de maturação sexual no estado nutricional, antropometria e composição corporal de adolescentes do sexo masculino e feminino, bem como, expor as dificuldades metodológicas existentes nos estudos acerca do estadiamento pubertário.

A presente revisão de literatura foi realizada utilizando-se os termos "*Adolescent, Puberty and Body Composition*", por meio de consulta na base de dados do *HighWire Press*® produzido pela *Stanford University Libraries*, que disponibiliza versões *online* dos principais periódicos científicos de impacto. Trabalhou-se, principalmente, com artigos publicados desde janeiro de 1995 até julho de 2006, incluindo também, aqueles relevantes ao tema, publicados anteriormente e citados nos artigos previamente selecionados.

Crescimento estatural e estágios de maturação sexual

A avaliação do estado nutricional, bem como, as modificações antropométricas e de composição corporal na adolescência, são fortemente rela-

cionadas ao estirão puberal. Dessa forma, Siervogel *et al.*¹ e a World Health Organization (WHO)⁶ ressaltam a importância de se considerar marcadores biológicos para o início e o final do estirão puberal. Tais marcadores possibilitam prever o estágio de desenvolvimento puberal em que o adolescente se encontra.

Para o sexo masculino, foram propostos o estágio 3 do desenvolvimento da genitália masculina e a mudança do timbre da voz, como marcadores biológicos do início e final do estirão puberal, respectivamente. O estágio 3 do desenvolvimento da genitália masculina, precede em aproximadamente, um ano o pico da velocidade máxima de crescimento. Ao passo que, a mudança do timbre da voz ocorre, aproximadamente, um ano após o pico máximo da velocidade de crescimento.⁶

No sexo feminino, os marcadores biológicos, propostos para o início e final do estirão puberal foram o estágio 2 do desenvolvimento mamário e a menarca, respectivamente. O estágio 2 do desenvolvimento mamário, se dá, aproximadamente, um ano antes do pico da velocidade de crescimento, enquanto que a menarca, ocorre, aproximadamente, um ano após o pico máximo da velocidade de crescimento.⁶

Assim, considerando-se a velocidade de crescimento, torna-se possível inferir se um adolescente com baixa estatura para a idade, iniciou ou não o estirão puberal, possibilitando o direcionamento das ações de intervenção. Da mesma forma, a informação da ocorrência ou não do estirão puberal, auxilia na avaliação do estado nutricional e consequentemente na avaliação das modificações antropométricas e de composição corporal.^{1,6}

No entanto, não se deve perder de vista que tal proposta tem aplicação populacional, sendo importante ressaltar que, individualmente, são necessários exames mais detalhados. Cabe também evidenciar as dificuldades metodológicas existentes na determinação de tais marcadores biológicos, com exceção da menarca, que é um marcador mais facilmente obtido. No entanto, a ocorrência da menarca é um marcador tardio do desenvolvimento puberal, uma vez que se associa com a já ocorrência do pico máximo de velocidade de crescimento.⁶

Rogol *et al.*,⁷ baseando-se no estadiamento pubertário^{2,3} e considerando o pico máximo de velocidade de crescimento, predizem o estágio de desenvolvimento pubertário em que o adolescente se encontra. No sexo feminino, o pico de velocidade de crescimento (9 cm/ano) ocorre geralmente aos 13 anos de idade, sendo referente ao estágio 3 de desenvolvimento mamário. No sexo masculino, ocorre,

geralmente, dois anos depois, em torno dos 14 anos de idade, coincidindo com o estágio 4 do desenvolvimento da genitália, caracterizado pela velocidade de 10,3 cm/ano.

Índice de Massa Corporal (IMC) e estágios de maturação sexual

É evidente a crescente importância em se considerar o estágio de maturação sexual na avaliação do estado nutricional de adolescentes. Díaz *et al.*,⁸ utilizando o IMC, segundo o grau de desenvolvimento pubertário, na avaliação do estado nutricional de adolescentes, realizaram um estudo, com 2976 crianças e adolescentes, entre 7 e 17 anos de idade, de ambos os sexos, concluindo que o IMC aumentava, significativamente, a cada estágio de maturação sexual, entre 0,5 a 1,3 kg/m².

A partir de tal pressuposto, foi proposta uma classificação de IMC, segundo o estágio de maturação sexual, para avaliação do estado nutricional de adolescentes, utilizando os pontos de corte de Percentil 10 e Percentil 90, para diagnóstico de baixo peso e sobrepeso, respectivamente. Dessa forma, classificaram como sobrepeso, indivíduos do sexo masculino, nos estágios 2 e 3 do desenvolvimento pubertário, com valores de IMC acima de 21,0 kg/m²; no estágio 4, acima de 22,0 kg/m² e no estágio 5, acima de 23,0 kg/m². Para o sexo feminino, considerando o estágio 2, foram classificados como sobrepeso, aqueles com IMC maior que 21,0 kg/m², com aumento de 1 kg/m² em cada estágio do desenvolvimento pubertário, atingindo o valor de 24,0 Kg/m² referente ao estágio 5.⁸

Díaz *et al.*,⁸ ressaltam que seus resultados encontram respaldo em estudos realizados no Chile, Suécia e Guatemala, nos quais foram encontrados valores similares de IMC segundo o estágio de maturação sexual. Dessa forma, os autores⁸ sugeriram que a proposta em questão seja utilizada, sistematicamente, na avaliação do estado nutricional de adolescentes.

Comparando-se o diagnóstico do estado nutricional (quando se leva em consideração o estágio de maturação sexual em que o adolescente se encontra) com o diagnóstico obtido utilizando-se a referência clássica do Center for Disease Control and Prevention - CDC⁹ pode-se perceber que, independente do sexo, os adolescentes diagnosticados como sobrepeso segundo o estágio de maturação sexual, não o foram segundo a proposta do CDC. Dessa forma, é possível inferir que o diagnóstico de sobrepeso, considerando o estágio de desenvolvi-

mento pubertário, apresenta maior sensibilidade em relação à proposta clássica.

Yalcin e Kinik,¹⁰ em estudo transversal realizado com 167 adolescentes do sexo feminino, de 9 a 16 anos de idade, observaram que o IMC se correlacionou positivamente com os estágios de desenvolvimento mamário ($r = 0,79; p < 0,001$) e, também, com a idade cronológica. No entanto, quando foram consideradas, independente da idade, meninas que se encontravam num mesmo estágio de desenvolvimento mamário, o IMC deixou de se correlacionar com a idade cronológica.

Kanbur *et al.*¹¹ realizaram estudo com 6462 adolescentes obesos ($IMC \geq$ Percentil 95), entre 9 e 16 anos, encontrando que o IMC se correlacionava positiva e significativamente com a idade cronológica em ambos os sexos. Considerando o estadiamento puberal, no sexo feminino, o aumento do IMC teve significância estatística entre os estágios 1 e 2. Para o sexo masculino, não foi observado aumento do IMC em relação aos estágios de desenvolvimento pubertário, no entanto, a prevalência de obesidade foi maior nos estágios 1 e 2.

Diante do exposto, considera-se que o estadiamento puberal condiciona marcantes modificações nos parâmetros antropométricos e de composição corporal em adolescentes. Assim, cabe ressaltar que durante a puberdade, não somente a idade cronológica e o sexo devem ser considerados na avaliação do estado nutricional, mas também o estágio de maturação sexual em que o adolescente se encontra.

Composição corporal e estágios de maturação sexual

Holst e Grimaldi¹² ressaltam que as modificações do tecido adiposo, bem como a distribuição do mesmo durante a adolescência, são fortemente influenciadas pela maturação sexual. Esta, por sua vez, é marcada pela variabilidade biológica humana, que se origina da interação entre os fatores genéticos e ambientais que ocorrem durante o estirão puberal.

Em relação a tal influência, existem crescentes evidências de que a maturação sexual precoce constitui um fator de risco para o maior percentual de gordura corporal. Por outro lado, os indivíduos com maior percentual de gordura corporal, têm maiores chances de maturar precocemente. Nesse sentido, Frisch e McArthur¹³ argumentam que seria necessário atingir 17% de gordura corporal para possibilitar a ocorrência da menarca. Segundo Siervogel *et al.*,¹ não somente para o sexo feminino,

mas também para o masculino, é necessário um determinado depósito de gordura corporal para que ocorra o estirão puberal.

Baseando-se na cronologia do desenvolvimento pubertário,^{2,3} a maturação sexual é considerada precoce quando se instala numa idade correspondente a mais de dois desvios padrão abaixo da idade média de instalação da mesma na população de referência, ou seja, quando os eventos puberais esteróides sexuais dependentes, ocorrem abaixo dos oito anos de idade na menina e nove anos no menino.¹⁴

Em estudo epidemiológico, realizado com 3524 crianças e adolescentes da Louisiana, nos Estados Unidos, encontrou-se que, nas meninas com maior peso, a maturação sexual ocorreu precocemente, mas tal diferença não foi observada para o sexo masculino.¹⁵

Com o objetivo de verificar a associação da maturação sexual precoce, com a adiposidade e distribuição de gordura corporal, Ibanez *et al.*¹⁶ realizaram um estudo transversal retrospectivo, com adolescentes do sexo feminino, assistidas em uma clínica especializada. Com base no estudo de Tanner e Marshall,² os autores procederam à divisão das meninas em dois grupos. O grupo das que apresentaram maturação sexual precoce foi constituído de 67 adolescentes, que apresentaram o início do estadiamento pubertário, marcado pelo estágio 2 do desenvolvimento dos pêlos púbicos (pubarca), numa idade correspondente a mais de dois desvios padrão abaixo da idade média da população de referência, ou seja, abaixo de oito anos de idade. O grupo sem maturação sexual precoce foi constituído de 65 meninas, pareadas para idade e estágio de desenvolvimento dos pêlos púbicos, caracterizando assim, o grupo controle.

Os resultados de tal estudo¹⁶ mostraram que, independente do IMC, tanto as medidas que refletem a adiposidade total (gordura corporal em kg e percentual de gordura corporal), como aquelas que refletem a distribuição de gordura corporal (circunferência da cintura, relação cintura/quadril, gordura abdominal) foram significativamente maiores, em relação a todos os estágios puberais, entre as meninas com maturação sexual precoce, quando comparadas ao grupo controle. Assim, concluiu-se que, no sexo feminino, a maturação sexual precoce está associada à maior adiposidade e à distribuição centralizada dessa.

Com base nos dados de peso e comprimento ao nascer de 3650 crianças saudáveis, nascidas a termo, entre os anos de 1973 e 1975, numa clínica especializada no município de Hong Kong, foi realizado um

estudo longitudinal, no qual os indivíduos foram acompanhados desde o nascimento até os 18 anos de idade. Os dados referentes ao período do nascimento até os 6 anos de idade, foram coletados nos prontuários dessas crianças e os dados de 7 a 18 anos foram coletados a partir da sua avaliação nas escolas em que estudavam.¹⁷

Construíram-se curvas de velocidade de crescimento, para cada indivíduo do estudo, encontrando-se que a ocorrência do pico máximo da velocidade de crescimento (PVC) se dava entre 13,4 e 14,4 anos de idade, no sexo masculino e entre 11,5 e 12,5 anos, no sexo feminino. Esses valores correspondiam à média e desvio padrão. Foram caracterizados como maturadores precoces, aqueles indivíduos que alcançavam o PVC em idades correspondentes a 1 desvio padrão abaixo da média da ocorrência do mesmo nesta população, ou seja, abaixo dos 13,4 e 11,5 anos de idade, no sexo masculino e feminino, respectivamente.¹⁷

Assim, demonstrou-se que o ganho de IMC, entre 2-18 anos de idade, foi significativamente maior nos indivíduos com maturação sexual precoce. O impacto do ganho de IMC, na maturação sexual, foi de 0,6 e 0,7 anos, nos sexos masculino e feminino, respectivamente, ou seja, aqueles indivíduos com maior ganho de IMC alcançaram em média o PVC, 0,6 e 0,7 anos antes, quando comparados aqueles com menor ganho de IMC.¹⁷

Em outro estudo longitudinal, acompanhou-se uma coorte nascida em 1966, na Finlândia. Os indivíduos foram avaliados ao nascer e com 1, 14 e 31 anos de idade. Foram coletados dados de peso e comprimento ao nascer de 12.058 crianças. Posteriormente, coletaram-se os mesmos dados, em prontuários de acompanhamento do crescimento dessas crianças. Na última avaliação, aos 31 anos de idade, as mulheres referiram a idade de ocorrência da menarca.¹⁸

Laitinen *et al.*¹⁸ encontraram que a prevalência de obesidade, aos 14 (IMC \geq Percentil 95) e 31 anos de idade (IMC \geq 30 kg/m²), foi significativamente maior nas mulheres que referiam a ocorrência da menarca aos 11 anos, quando comparadas àquelas que a referiam aos 15. Assim, concluiu-se que a menarca precoce constitui um fator de risco para o desenvolvimento da obesidade na adolescência, bem como, sua manutenção na vida adulta.

Remsberg *et al.*¹⁹ avaliaram o efeito da menarca precoce sobre as modificações de composição corporal e marcadores de risco para a ocorrência de doenças cardiovasculares. Participaram do estudo 391 meninas entre 8 a 21 anos de idade. De acordo com a idade da menarca, foram classificadas em dois

grupos distintos: menarca precoce (n = 91) e sem menarca precoce (n = 300). As meninas com menarca precoce mostraram maiores níveis de percentual de gordura corporal, pressão arterial, lipídios sanguíneos, insulina e glicose.

Com o objetivo de testar a hipótese de que a associação entre a maturação sexual precoce e a obesidade se diferencia entre os sexos, Wang²⁰ realizou um estudo transversal, baseado nos dados de 1501 e 1520 indivíduos, do sexo feminino e masculino, respectivamente, com idade de 8 a 14 anos. Tais indivíduos participaram do Third National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES III) de 1988 a 1994 e tinham disponíveis dados antropométricos (peso, estatura e pregas cutâneas) e de maturação sexual.

Baseando-se na cronologia do desenvolvimento pubertário, segundo Tanner e Marshall,^{2,3} os autores Frisch e McArthur¹³ dividiram os indivíduos em dois grupos: os com maturação sexual precoce (caracterizada pelo início do desenvolvimento pubertário, marcado pelo estágio 2 do desenvolvimento mamário e da genitália masculina, em idade correspondente a mais de dois desvios padrão abaixo da média de ocorrência do mesmo na população de referência) e o grupo controle, ou seja, sem maturação sexual precoce. Os resultados de tal estudo¹³ mostraram que a maturação sexual precoce se associa, positivamente, com o sobrepeso e obesidade no sexo feminino, enquanto que no masculino, tal associação é negativa, uma vez que a prevalência de sobrepeso no grupo dos maturadores precoces, comparado ao grupo controle, foi de 22,6% contra 31,6% no sexo masculino e 34,4% contra 23,2% no sexo feminino. Situação similar ocorreu para a obesidade, encontrando os valores de 6,7% contra 14,8% para o sexo masculino e 15,6% contra 8,1% para o feminino. A Odds Ratio para obesidade foi de 0,4 (0,2-0,8) para o sexo masculino e 2,0 (1,1-3,5) para o feminino.

Ainda em relação à associação entre maturação sexual precoce e obesidade, foi realizado um estudo longitudinal com 68 adolescentes do sexo feminino, acompanhadas durante três anos. Foram realizadas avaliações antropométricas e do estágio pubertário duas vezes por ano. Os resultados demonstraram que, a adiposidade (somatória das quatro pregas cutâneas) não se associou positivamente com a maturação sexual precoce (ocorrência do estágio 2 do desenvolvimento mamário abaixo dos oito anos de idade), mas sim com a velocidade do desenvolvimento pubertário. Dessa forma, os autores ressaltaram que a adiposidade corporal, através da regulação dos níveis séricos de hormônios sexuais,

possivelmente, modula não só o início do desenvolvimento pubertário, mas também sua velocidade.²¹

Outro estudo longitudinal²² comparou, entre os sexos, a associação entre a velocidade do desenvolvimento pubertário e a obesidade. Tal estudo foi realizado com 79 indivíduos do sexo masculino e 98 do feminino. A média de idade, no início do acompanhamento, foi de 13 anos, sendo então acompanhados até os 27 anos de idade. Encontrou-se que, para ambos os sexos, havia uma associação positiva entre a velocidade do desenvolvimento pubertário e obesidade, uma vez que os indivíduos com desenvolvimento pubertário mais rápido mostraram valores significativamente maiores de IMC e somatório das quatro pregas cutâneas (bicipital, tricipital, subescapular e suprailíaca).

Biro *et al.*,²³ em estudo com 1166 meninas, de 9 e 10 anos de idade, acompanhadas durante 10 anos, encontraram que a associação entre maturação sexual precoce e obesidade, depende, também, da característica sexual que marca o início do desenvolvimento pubertário. As meninas que mostraram um assincronismo entre o desenvolvimento mamário (telarca) e dos pêlos pubianos (adrenarca), tiveram maiores chances de iniciar o estadiamento pubertário através da telarca (65,7%) quando comparado a adrenarca (34,3%). O grupo que iniciou o desenvolvimento pubertário através da telarca, mostrou ocorrência da menarca mais cedo e também, maiores valores de pregas cutâneas, IMC e percentual de gordura corporal.

Dessa forma, os autores²³ concluíram que as meninas que apresentaram um assincronismo entre o desenvolvimento das mamas e dos pêlos púbicos e que iniciaram a puberdade com o desenvolvimento mamário, mostraram ocorrência da menarca mais cedo e, conseqüentemente, apresentaram maior risco de obesidade. No entanto, tal inferência deve ser cuidadosa, uma vez que, os próprios autores colocam que é mais comum o início da puberdade através do desenvolvimento mamário, podendo ser esse um viés para tal conclusão.

No que diz respeito à influência dos estágios de maturação sexual, nas medidas que refletem a massa livre de gordura corporal, Derman *et al.*²⁴ observaram que em adolescentes do sexo masculino, a área muscular do braço se correlacionou positivamente, não só com a idade cronológica, mas também com os estágios de desenvolvimento pubertário.

Importância da composição corporal durante a puberdade

As modificações na composição corporal de adolescentes são marcadores das alterações metabólicas que ocorrem durante o desenvolvimento pubertário. Estas, por sua vez, predizem o risco de ocorrência, na vida adulta, de doenças crônicas não-transmissíveis, destacando-se a doença cardiovascular, o diabetes, a osteoporose e a obesidade. Assim, cabe ressaltar que o conhecimento da associação entre desenvolvimento pubertário e composição corporal possibilita o planejamento e a prática de medidas de intervenção, no sentido de evitar tal desfecho.^{1,25-27} Demerath *et al.*²⁸ evidenciaram que tais modificações são influenciadas por vários fatores e entre eles destacam-se os genéticos e ambientais, além do sexo e idade.

As modificações que ocorrem na adolescência, durante a puberdade, exercem maior influência no risco de desenvolvimento de doenças crônicas não-transmissíveis, quando comparadas àquelas que ocorrem na infância. Guo *et al.*²⁹ afirmam que entre crianças obesas de 8 a 13 anos de idade, a obesidade se manteve na vida adulta em 33% dos indivíduos do sexo masculino e 50% do feminino. Em adolescentes obesos, entre 13 e 18 anos de idade, a obesidade se manteve na vida adulta em 50% e 66%, no sexo masculino e feminino, respectivamente.

Entre as modificações na composição corporal que ocorrem durante a puberdade, destacam-se àquelas referentes ao tecido adiposo. Host e Grimaldi¹² ressaltaram que o tecido adiposo se constitui em um órgão com atividade endócrina, sendo os adipócitos os responsáveis pela secreção de adipocinas, entre elas a leptina, a adiponectina e a resistina. Essas substâncias têm atividade hormonal e regulam o metabolismo de lipoproteínas, a homeostase vascular e a função fibrinolítica e ainda desempenham efeitos pró ou antiinflamatórios.

Roemmich *et al.*³⁰ afirmam que, predominantemente no sexo feminino, os níveis séricos de leptina correlacionam-se positivamente com o percentual de gordura corporal durante a puberdade. O acúmulo de tecido adiposo, bem como, sua distribuição, modula a resistência à insulina nesse período.

Goran *et al.*,³¹ por meio de estudo longitudinal realizado com 60 indivíduos entre 8 e 13 anos de idade, demonstraram que na transição entre o estágio 1 e 3 de Tanner,^{2,3} houve uma redução de 1/3 na sensibilidade à insulina, associado a um aumento na glicemia.

Considerações finais

Diante do exposto, evidencia-se que na adolescência, para se avaliar o estado nutricional, bem como as modificações antropométricas e de composição corporal, é de extrema importância a consideração não somente da idade cronológica, mas também do estágio de maturação sexual. Assim, justifica-se a realização de mais estudos, no sentido de elucidar a influência dos estágios de maturação sexual na evolução dos parâmetros antropométricos e de composição corporal, possibilitando a construção e

utilização sistemática de referências que considerem o desenvolvimento pubertário.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição da Universidade Federal de Viçosa.

Referências

- Siervogel RM, Demerath EW, Schubert C, Remsberg KE, Chumlea WC, Sun S, Czerwinski SA, Towne B. Puberty and body composition. *Horm Res* 2003; 60: 36-45.
- Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child* 1969; 44: 291-303.
- Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child* 1970; 45: 13-23.
- Colli AS. Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros. VI Maturação sexual. São Paulo: Ed. Brasileira de Ciências; 1988. p.19-32.
- Siervogel RM, Maynard LM, Wisemandle WA, Roche AF, Guo SS, Chumlea WC, Towne B. Annual changes in total body fat (TBF) and fat free mass (FFM) in children from 8 to 18 years in relation to changes in body mass index (BMI). The fels longitudinal study. *Ann NY Acad Sci*. 2000; 904: 420-3.
- WHO (World Health Organization). *Physical status: the use and interpretation of antropometry*. Geneve; 1995. (Technical Report Series, 854).
- Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health* 2002; 31: 192-200.
- Díaz EB, Burrows RA, Muzzo SB, Galgani JF, Rodriguez RR. Evaluación nutricional de adolescentes mediante índice de masa corporal para etapa puberal. *Rev Chil Pediatr* 1996; 67: 153-8.
- Kuczumski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat* 2002; 246: 1-190.
- Yalcin SS, Kinik E. The impact of sexual maturation stage on body mass index in adolescents girls. *Turk J Pediatr* 1999; 41: 315-21.
- Kanbur NO, Derman O, Kinik E. Prevalence of obesity in adolescents and the impact of sexual maturation stage on body mass index in obese adolescents. *Int J Adolesc Med Health* 2002; 14: 61-5.
- Holst D, Grimaldi PA. New factors in the regulation of adipose differentiation and metabolism. *Curr Opin Lipidol* 2002; 13: 241-5.
- Frisch RE, McArthur JW. Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 1974; 185: 949-51.
- De Sanctis V, Corrias A, Rizzio V, Bertelloni S, Urso L, Galuzzi F. Etiology of central precocious puberty in males: the results of the Italian study group for physiopathology of puberty. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2000; 13: 687-93.
- Foster TA, Voors AW, Webber LS, Frerichs RR, Berenson GS. Anthropometric and maturation measurements of children, ages 5 to 14 years, in a biracial community the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1977; 30: 582-591.
- Ibanez L, Ong K, de Zegher F, Marcos MV, Del Rio L, Dunger DB. Fat distribution in non-obese girls with and without precocious pubarche: central adiposity related to insulineaemia and androgenaemia from prepuberty to postmenarche. *Clin Endocrinol* 2003; 58: 372-9.
- Qing HE, Johan K. BMI in childhood and its association with height gain, timing of puberty, and final height. *Pediatr Res* 2001; 49: 244-51.
- Laitinen J, Power C, Järvelin M. Family social class, maternal body mass index, and age at menarche as predictors of adult obesity. *Am J Clin Nutr* 2001; 37: 119-32.
- Remsberg KE, Demerath EW, Schubert CM, Chumlea WC, Sun SS, Siervogel RM. Early menarche and the development of cardiovascular disease risk factors in adolescent girls: The fels longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 2718-24.
- Wang Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. *Pediatrics* 2002; 110: 903-10.
- Ridder CM, Thilssen JHH, Bruning PF, Van Den Brande JL, Zonderland ML, Erich W BM. Body fat mass, body fat distribution, and puberal development: a longitudinal study of physical and hormonal sexual maturation of girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75: 442-6.
- Van Lenthe FJ, Kemper CG, Van Mechelen W. Rapid maturation in adolescence results in greater obesity in adulthood: the Amsterdam growth and health study. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 18-24.

23. Biro FM, Lucky AW, Simbartl LA, Barton BA, Daniels SR, Striegel-Moore R, Krosenberg SS, Morrison JA. Pubertal maturation in girls and the relationship to anthropometric changes: pathways through puberty. *J Pediatr* 2003; 142: 643-7.
24. Derman O, Yalcin SS, Kanbur N, Kinik E. The influence of the sexual stages of adolescents boys on circumference of the arm, muscle area and skinfold measurements. *Int J Adolesc Med Health* 2002; 14: 19-26.
25. Siervogel RM, Wisemandle W, Maynard M, Guo SS, Chumlea WC, Towne B. Lifetime overweight status in relation to serial changes in body composition and risk factors for cardiovascular disease: the fels longitudinal study. *Obes Res* 2000; 8: 422-30.
26. Flegal KM, Ogden CL, Wei R, Kuczmarski RL, Johnson CL. Prevalence of overweight in US children: comparisons from the centers for disease control and prevention with other values for body mass index. *Am J Clin Nutr* 2001; 73: 1086-93.
27. Chumlea WC, Wisemandle W, Guo SS, Siervogel RM. Relations between frame size and body composition and bone mineral status. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 1012-6.
28. Demerath EW, Schubert CM, Maynard LM, Sun SS, Chumlea WC, Pickoff A, Czerwinski SA, Towne B, Siervogel RM. Do changes in body mass index percentile reflect changes in body composition in children? Data from the fels longitudinal study. *Pediatrics* 2006; 117: 487-95.
29. Guo SS, Wu W, Chumlea WC, Roche AF. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 653-8.
30. Roemmich JN, Clark PA, Lusk M, Friel A, Weitman A, Epstein LH, Rogol AD. Pubertal alterations in growth and body composition. VI. Pubertal insulin resistance: relation to adiposity, body fat distribution and hormone release. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002; 26: 701-9.
31. Goran MI, Gower BA. Longitudinal study on pubertal insulin resistance. *Diabetes* 2001; 50: 2444-2540.

Recebido em 25 de abril de 2005

Versão final apresentada em 07 de novembro de 2006

Aprovado em 30 de novembro de 2006