

**Artigo original**Dalmo Roberto Lopes Machado¹
Valdir J. Barbanti^{1,2}**MATURAÇÃO ESQUELÉTICA E CRESCIMENTO EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES****SKELETAL MATURATION AND GROWTH IN CHILDREN AND ADOLESCENTS****RESUMO**

O crescimento físico durante a adolescência pode receber diversas interpretações quando as diferenças entre idade biológica e idade cronológica (IC) não são consideradas. A idade óssea (IO) é reconhecida como um eficiente indicador biológico, assim, a repercussão que a classificação etária feita com base na idade cronológica ou na idade biológica tem no crescimento de escolares, foi o objeto de estudo em 233 escolares de nove a 16 anos de ambos os sexos (fem=109; masc=114). A IO foi determinada por radiografia de punho e mão e o crescimento por antropometria convencional (estatura, massa corporal e dobras cutâneas). Os resultados mostraram que a IO foi em média maior que a IC, e com maior variabilidade no sexo feminino: o sexo feminino estava mais maduro que o sexo masculino em todas as idades, todavia o sexo masculino apresentou maiores médias finais na estatura, na massa corporal e menores valores de dobras cutâneas. Observaram-se maiores diferenças entre IO e IC, a partir dos 13 anos, no sexo feminino e dos 12, no sexo masculino, com maiores evidências no sexo feminino. Além do mais, a significância estatística entre as idades também foi diferente nas diferentes idades em ambos os sexos. Concluiu-se que durante o crescimento, a maturação biológica é um importante fator a ser considerado, mas apresenta comportamento distinto em diferentes idades e sexos.

Palavras-chave: Dimorfismo sexual; Determinação da idade pelo esqueleto; Crescimento.

ABSTRACT

If the differences between biological age and chronological age (CA) are not taken into account, it is possible that the physical growth that is observed during adolescence may be given divergent interpretations. Bone age (BO) has been recognized as an effective indicator of biological age, and, based on this, this study investigates the repercussions of analyzing growth according to chronological age or to biological age, with a sample consisting of 233 schoolchildren aged nine to 16 years of both sexes (female=109; male=114). Bone age was determined using wrist and hand x-rays and growth by conventional anthropometry (stature, body mass and skinfolds). The results demonstrate that BA was, on average, greater than CA, and females exhibited greater variation than males. Females were more mature than males, but males had larger mean final measurements for height and body mass and smaller skinfold measurements. The greatest differences between BA and CA were observed from 13 years onwards in females and from 12 years in males, being more evident among the females. Furthermore, there was also a statistically significant difference between different ages for both sexes. It was concluded that biological maturation is an important factor that should be considered when dealing with growth, but that it exhibits distinct behavior at different ages and in different sexes.

Key words: Sexual dimorphism; Age determination by skeleton; Growth.

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação Física – CNPq

² Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO

O processo da maturação é utilizado para descrever os eventos que marcam o início e o fim do desenvolvimento humano, processo este que em condições normais deve ser contínuo até que se alcance a maturidade como seu produto final.

Durante a infância e adolescência ocorrem importantes mudanças fisiológicas, principalmente no sistema reprodutor, num período relativamente curto. Para o sexo feminino este período se dá num tempo menor do que para o sexo masculino⁽¹⁾. Acontecem ainda mudanças psicológicas que traduzem a passagem progressiva da infância para a adolescência; e embora a puberdade forneça a base para a adolescência, não deve ser interpretada como seu sinônimo⁽¹⁾.

Outra característica da puberdade é o acelerado aumento nas dimensões corporais. No entanto, a idade, a duração e a intensidade em que acontecerão são geneticamente predeterminadas, podendo apresentar considerável variação entre os indivíduos⁽²⁾.

Se a origem genética tem grande participação na determinação das potencialidades máximas para estatura, distribuição da massa corporal, comprimento de membros, estrutura óssea e aspecto facial⁽³⁾, elementos ambientais como baixo nível sócio-econômico, alimentação inadequada ou insuficiente, limitações nas oportunidades de atividades físicas e ocorrência de enfermidades devem interferir para que tais potencialidades sejam alcançadas. Esta variação depende de uma série de fatores, sendo que um dos principais deles, é o sexo⁽⁴⁾.

Por idade biológica, entende-se a idade de um indivíduo definida pelos processos de maturação e por influências exógenas. Assim, não é incomum encontrar diferentes idades biológicas entre indivíduos de mesma idade cronológica. Para a sua determinação podem ser utilizados indicadores de maturação esquelética, sexual ou somática⁽¹⁾.

A avaliação da idade óssea por meio de radiografias para a análise da maturação esquelética é considerada um eficiente recurso para comparações entre porções ósseas de um esqueleto infantil e a padronização pré-estabelecida para uma determinada população de crianças, no entanto, estudos comparativos de idade óssea não são comuns⁽⁵⁾. A consideração das diferenças biológicas poderia evitar erros de classificação etária em crianças e adolescentes, caso essas diferenças realmente existam, mediante utilização dos diferentes critérios de avaliação da maturação atualmente disponíveis.

Sendo assim, o principal objetivo deste estudo foi verificar a repercussão que a classificação etária feita com base na idade cronológica ou na idade biológica tem no crescimento de escolares de ambos os sexos, com idades compreendidas entre nove e dezesseis anos de idade. De forma mais específica pretendeu-se: a) analisar a variabilidade da idade óssea em relação à idade cronológica e ao crescimento (estatura, massa corporal e dobras cutâneas), em crianças e adolescentes de ambos os sexos; b) e estudar o dimorfismo sexual para a idade óssea e idade cronológica.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Uma amostra intencional de 223 escolares de ambos os sexos da rede pública e privada foi selecionada, distribuída de forma estratificada entre nove e 16 anos de idade em uma cidade interiorana do Brasil, conforme descrição da TABELA 1.

Tabela 1. Classificação por sexo e idade de escolares de nove a 16 anos.

| Idade (anos) | Rapazes | Moças |
|--------------|---------|-------|
| 9 | 14 | 13 |
| 10 | 11 | 14 |
| 11 | 14 | 17 |
| 12 | 14 | 13 |
| 13 | 14 | 15 |
| 14 | 15 | 14 |
| 15 | 13 | 15 |
| 16 | 14 | 13 |
| Total (223) | 109 | 114 |

Embora não tenha sido aplicado nenhum instrumento de mensuração do nível sócio-econômico, os grupos participantes eram pertencentes a duas escolas da região central da cidade com características sociais aparentemente similares. Todavia, num estudo anterior com esta população⁽⁶⁾, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nas variáveis investigadas, levando os pesquisadores a tratar os dados como um único grupo. Os escolares ainda não apresentavam aparência ou desenvolvimento físico discrepante de seus pares etários, não relataram uso ou administração exógena de hormônios, não estavam envolvidos em algum programa de treinamento físico intenso, nem declaravam patologias como: diabetes *melitus*, desnutrição aguda ou crônica, obesidade e endocrinopatias. Essas manifestações poderiam desajustar a velocidade de crescimento bem como o momento do pico máximo de velocidade de crescimento e, por vezes, comprometer a estatura final⁽⁷⁾, sendo estas informações levantadas mediante entrevista com os avaliados, foram utilizadas como critério de inclusão no estudo.

O estudo seguiu as diretrizes e normas que regulamentam a pesquisa com seres humanos (Lei 196/96), sendo informado aos participantes todos os propósitos e métodos utilizados no estudo e ressaltando o direito dos mesmos, de desistir do experimento a qualquer momento. Após obtenção de termo de consentimento livre e esclarecido dos pais ou responsáveis, os dados antropométricos foram coletados por um mesmo avaliador.

Antropometria

Embora as variações antropométricas durante o crescimento possam representar alterações na

estatura, massa corporal, diâmetros ósseos, perímetros, circunferências corporais, proporcionalidade corporal entre outras, neste estudo foram utilizadas apenas a estatura, a massa corporal e as dobras cutâneas tricipital e subescapular por serem medidas frequentemente utilizadas em estudos com crianças e adolescentes, de simples mensuração e fácil reprodutibilidade.

As medidas foram realizadas seguindo a padronização da Sociedade Internacional para o Progresso da Cineantropometria (International Society for Advancement in Kinanthropometry – ISAK)⁽⁸⁾. O método de estatura alongada foi utilizado, sendo determinada com o auxílio de um estadiômetro de madeira, com escala de 0,1 cm e a massa corporal foi medida numa balança mecânica da marca Fillizola, com precisão de 100 gramas. Foram realizadas também medidas de espessuras das dobras cutâneas das regiões tricipital e subescapular, destacadas com compasso da marca Harpenden, no hemisfério direito, conforme a proposição de Harrison *et al.*⁽⁹⁾ para crianças e adolescentes.

Para assegurar maior confiança nas medidas, os cálculos de erro técnico de medida (ETM) intra-avaliador foram realizados para cada uma das variáveis antropométricas incluídas neste estudo. Para este cálculo, foram considerados os resultados de dois dias de medidas em 24 sujeitos, com características semelhantes aos da amostra do estudo. Após determinação das diferenças entre as medidas do 1º e 2º dias, estas foram elevadas ao quadrado e em seguida somadas ($\sum d^2$) e aplicadas à equação abaixo para a obtenção do ETM.

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

Onde:

$\sum d^2$ = somatório das diferenças elevada ao quadrado

n = número de voluntários medidos

É importante observar que, quanto menor for o ETM obtido, melhor é a precisão do avaliador ao realizar a medida. Assim, os valores encontrados (Tabela 2) estiveram dentro dos limites de erro técnico esperados para estas medidas.

Tabela 2. Erro técnico de medidas intra-avaliador entre réplicas de medidas antropométricas em escolares de nove a 16 anos.

| | Masc (n=13) | Fem (n=11) |
|----------------------|-------------|------------|
| Estatura (cm) | 0,64 | 0,76 |
| Massa corporal (Kg) | 1,03 | 0,19 |
| Dobras cutâneas (mm) | | |
| Tricipital | 0,07 | 0,02 |
| Subescapular | 0,43 | 0,55 |

Idade óssea

A IO foi determinada mediante laudo médico em clichê radiográfico de mão e punho, segundo o método comparativo de Greulich & Pyle⁽¹⁰⁾ (G&P). Os profissionais envolvidos eram experientes e devidamente registrados nos respectivos conselhos regionais de competência. A técnica utilizada na obtenção das imagens versou de radiografia obtida numa área de colimação de 24 x 30 cm, em filme de alta resolução, o Temat-G da Kodak. A dose efetiva destas radiografias foi em sessão única, estimada entre 3 a 5 mrem (0,003 a 0,007 rads), o que corresponde aproximadamente a 5% da dosagem anual permitida.

Tratamento estatístico

Os dados foram tratados estatisticamente a partir de procedimentos descritivos, com as informações sendo processadas no pacote computacional SPSS, versão 10.0 – Windows Release. Inicialmente, os sujeitos foram agrupados segundo IC, sexo e os dados analisados transversalmente. Para as comparações do crescimento nas diferentes idades (IC e IO), recorreu-se à ANOVA do tipo “two - way” (sexo e idade), seguido do teste de comparações múltiplas “*Post-Hoc*” de Tukey, para identificação das possíveis diferenças. O teste t de Student foi também utilizado para as comparações entre IO e IC para cada sexo. O valor de significância estatística foi previamente estabelecido no nível de 5%.

RESULTADOS

Na identificação da maturação esquelética em relação ao crescimento, uma análise descritiva dos dados está representada nas Tabelas 3 e 4 para cada sexo e idade, quando foram considerados apenas os casos da IO em que a classificação etária foi coincidente à IC.

Inicialmente, observa-se que para todos os grupos (idade e sexo), a IO apresentou tendência de crescimento paralelo ao período cronológico. Embora alguns casos isolados tenham se afastado bastante das médias, caracterizando *outliers* (casos extremos), o teste de Kolmogorov-Smirnov indicou tendência de normalidade na distribuição dos dados.

O campo de amplitude da IO em cada período etário foi particularmente amplo e variante. O maior intervalo, todavia, foi observado no sexo feminino de 11 anos (IC), quando a amplitude da IO foi dos oito aos 15 anos (Tabela 4).

Observou-se, também, maior homogeneidade no crescimento ósseo do sexo feminino (Tabela 4), expressos pelos menores valores de desvio padrão, muito embora apresentem maior amplitude das IO. Esses resultados sugerem a presença de outliers aumentando a amplitude da IO sem grandes efeitos sobre o desvio padrão. Em contrapartida, olhando para os valores do sexo masculino apresentados na tabela 3, os desvios padrões no IO são maiores aos 9, 10, 11, 14, 15 e 16 anos, caracterizando pouca homogeneidade nas respectivas IO para cada IC.

Tabela 3. Médias, desvios padrão (dp), valores mínimos e máximos, resultado de t, graus de liberdade (gl) e significância estatística (sig.) da comparação entre IC e IO em escolares do sexo masculino de nove a 16 anos de idade.

| MASCULINO | | | | | | | |
|-----------|-------------|------|--------|--------|--------|----|-------|
| Grupo (n) | Idade Média | dp | mínimo | máximo | t | gl | sig. |
| IC (n=14) | 9,0 | 1,07 | 9,0 | 12,0 | 2,621 | 13 | 0,021 |
| IO (n=13) | 8,2 | 1,12 | 5,0 | 9,0 | | | |
| IC (n=11) | 10,0 | 0,46 | 10,0 | 11,0 | 0,482 | 10 | 0,640 |
| IO (n=8) | 9,8 | 1,25 | 7,0 | 12,0 | | | |
| IC (n=14) | 11,0 | 0,71 | 10,0 | 11,0 | -1,073 | 13 | 0,303 |
| IO (n=2) | 11,5 | 1,74 | 9,0 | 13,0 | | | |
| IC (n=14) | 12,0 | 1,00 | 10,0 | 12,0 | -2,223 | 13 | 0,045 |
| IO (n=3) | 12,6 | 1,08 | 9,0 | 13,0 | | | |
| IC (n=14) | 13,0 | 1,11 | 11,0 | 15,0 | -3,667 | 13 | 0,003 |
| IO (n=29) | 13,8 | 0,80 | 13,0 | 16,0 | | | |
| IC (n=15) | 14,0 | 1,00 | 13,0 | 16,0 | -1,964 | 14 | 0,070 |
| IO (n=12) | 14,6 | 1,18 | 13,0 | 16,0 | | | |
| IC (n=13) | 15,0 | 0,76 | 14,0 | 16,0 | -2,382 | 12 | 0,035 |
| IO (n=8) | 15,9 | 1,28 | 13,0 | 17,0 | | | |
| IC (n=14) | 16,0 | 0,71 | 13,0 | 15,0 | -3,347 | 13 | 0,005 |
| IO (n=9) | 17,3 | 1,44 | 14,0 | 19,0 | | | |

Para ambos os sexos houve tendência de a IO aumentar de forma mais acelerada que a idade cronológica, assinalando maior distância entre as idades (IO e IC) nos períodos etários finais. Com exceção dos 11 anos, a IO do sexo feminino sempre foi maior que a IC, enquanto no sexo masculino esta ocorrência só foi observada a partir dos 11 anos. Ainda nas comparações entre sexos, a IO média do sexo feminino foi geralmente maior que a do sexo masculino em todas as idades, exceto aos 11 e 12 anos. Em ambos os sexos a IO e IC apresentaram tendência de se igualarem nas idades finais, sugerindo para ambos os sexos uma aproximação do estado final de maturação, em idade adulta.

No sexo masculino, apenas aos nove e 10 anos

observaram-se os únicos momentos em que IC foi maior que a IO, indicando que a idade biológica ocorreu mais tarde que as indicações do Atlas (G&P) utilizado nestas comparações. Em todas as idades subseqüentes, todavia, a maturação esquelética sempre foi mais adiantada.

A IO média quase sempre foi maior no sexo feminino que no sexo masculino, com exceção dos 11 e 12 anos de idade, sugerindo que, em geral, elas amadureceram mais cedo. No entanto, quando o teste t foi realizado para comparar a IO com a IC, um interessante resultado foi obtido (Tabelas 3 e 4). As maiores diferenças foram encontradas nas idades iniciais no sexo masculino e nas idades finais do sexo feminino.

Tabela 4. Médias, desvios padrão (dp), valores mínimos e máximos, resultado de t, graus de liberdade (gl) e significância estatística (sig.) da comparação entre IC e IO em escolares do sexo feminino de nove a 16 anos de idade.

| FEMININO | | | | | | | |
|-----------|-------------|------|--------|--------|--------|----|-------|
| Grupo (n) | Idade Média | dp | mínimo | máximo | t | gl | sig. |
| IC (n=14) | 9,0 | 0,01 | 9,0 | 11,0 | -1,720 | 12 | 0,111 |
| IO (n=13) | 9,5 | 0,97 | 8,0 | 11,0 | | | |
| IC (n=11) | 10,0 | 1,01 | 10,0 | 11,0 | -5,643 | 13 | 0,001 |
| IO (n=8) | 10,9 | 0,62 | 10,0 | 12,0 | | | |
| IC (n=14) | 11,0 | 0,83 | 10,0 | 11,0 | 0,001 | 16 | 1,000 |
| IO (n=2) | 11,0 | 1,50 | 8,0 | 15,0 | | | |
| IC (n=14) | 12,0 | 1,01 | 10,0 | 12,0 | -0,887 | 12 | 0,392 |
| IO (n=3) | 12,3 | 1,25 | 10,0 | 15,0 | | | |
| IC (n=14) | 13,0 | 0,64 | 11,0 | 15,0 | -3,452 | 14 | 0,004 |
| IO (n=29) | 14,3 | 1,50 | 12,0 | 16,0 | | | |
| IC (n=15) | 14,0 | 0,01 | 13,0 | 16,0 | -6,271 | 13 | 0,001 |
| IO (n=12) | 15,6 | 0,94 | 14,0 | 17,0 | | | |
| IC (n=13) | 15,0 | 1,21 | 14,0 | 16,0 | -6,325 | 14 | 0,001 |
| IO (n=8) | 16,3 | 0,82 | 15,0 | 18,0 | | | |
| IC (n=14) | 16,0 | 0,86 | 13,0 | 15,0 | -4,788 | 12 | 0,001 |
| IO (n=9) | 17,3 | 0,93 | 15,0 | 18,0 | | | |

Ao ser investigado o dimorfismo sexual para a idade óssea e idade cronológica, o comportamento das variáveis de crescimento foi distinto, segundo a forma de agrupamento etário, ou seja, observou-se variabilidade distinta entre a classificação por IO e IC, conforme apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente para os grupos masculino e feminino.

Os valores de estatura e massa corporal do sexo masculino (Tabela 5) apresentaram um comportamento crescente à medida que aumentava a IC, como era esperado, entretanto, no agrupamento por IO não se observou a mesma tendência, sugerindo que o crescimento pode apresentar resultados distintos, segundo a forma de observação, etária ou maturacional. Por outro lado, no sexo feminino (Tabela 6) a estatura apresentou crescimento contínuo na IO, mas na IC tenderam à estabilização e até mesmo diminuição nas idades finais, enquanto a massa corporal variou nas duas formas de classificação. O comportamento das dobras cutâneas apresentou irregularidade no comportamento tanto na IO como na IC, sugerindo que fatores diferentes da IO e IC podem ter sido responsáveis por um comportamento tão variante.

O sexo masculino teve o maior aumento da massa corporal aos 15 anos de idade, possivelmente mais influenciado pelo aumento de massa magra, uma vez que as dobras cutâneas também diminuíram. Por outro lado, a massa corporal do sexo feminino teve seu maior aumento coincidente à estatura (aos 13 anos).

Já em relação às dobras cutâneas, em ambos os sexos os maiores valores observados foram das idades de nove aos 10 anos, com grande oscilação nas idades subseqüentes, ainda que com ligeira tendência de aumento.

No sexo masculino, com exceção das idades de 10, 11 e 14 anos (Tabela 3), os agrupamentos de maturação esquelética não diferiram estatisticamente da IC. Todavia, no sexo feminino (Tabela 4), com exceção das idades de nove, 11 e 12 anos, as diferenças foram significantes em todas as idades ($p < 0,05$). Este fato sugere que a maturação esquelética pode ser um importante fator a ser considerado na correta classificação do crescimento no sexo feminino, principalmente durante as idades finais da adolescência, todavia com menores influências sobre o sexo masculino.

Ainda nas Tabelas 3 e 4, o crescimento etário apresenta uma distinta e importante diferença entre os sexos. Claramente, pode se perceber uma linha divisória nas diferenças entre IO e IC, nas idades de 12 e 13 anos, respectivamente nos sexos masculino e feminino, quando a partir dessas idades as diferenças com significância estatística passam a ser mais constantes. Este fato sugere que a maturação óssea pode ter influenciado o crescimento do sexo masculino de forma mais coincidente à IC, nas idades iniciais, mas não nas idades finais. No entanto, essas evidências são mais marcantes no sexo feminino, uma vez que nas idades subseqüentes, há ocorrência das maiores comparações entre IO e IC e em todas as idades seguintes.

Nas comparações entre IO e IC, as maiores diferenças ocorreram aos 16 anos para o sexo masculino (Tabela 5, diferenças de 1,3 anos) e aos 14 anos para o sexo feminino (Tabela 6, diferenças de 1,6 anos). Todavia, quanto à variação do crescimento, as diferenças estatisticamente significantes entre os sexos ocorreram apenas na estatura aos 10 anos, dobra cutânea tricipital e soma de dobras (tr+sb) aos 15 anos.

Tabela 5. Médias e desvios padrão (dp) de variáveis de crescimento quanto à idade cronológica (IC) e idade óssea (IO) em escolares do sexo masculino de nove a 16 anos de idade.

| Masc | Idades (n) | Estatura | Peso | Tricipital | Subescapular | Soma (tr+sb) |
|------|------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 9 | IC (14) | 135,4 (6,1) | 32,4 (5,9) | 13,9 (6,8) | 9,8 (8,3) | 23,7 (14,3) |
| | IO (13) | 141,5 (7,28) | 36,7 (6,9) | 14,0 (8,0) | 12,3 (10,1) | 26,3 (17,2) |
| 10 | IC (11) | 143,5 (5,6)* | 40,5 (9,6) | 17,5 (10,3) | 15,1 (12,1) | 32,6 (21,6) |
| | IO (8) | 145,7 (3,6) | 42,5 (8,0) | 18,2 (8,5) | 16,4 (12,5) | 34,6 (19,7) |
| 11 | IC (14) | 149,0 (5,2) | 41,6 (9,5) | 14,0 (7,3) | 13,4 (10,5) | 27,4 (16,9) |
| | IO (2) | 142,3 (2,4) | 34,0 (6,9) | 10,3 (3,0) | 14,1 (11,2) | 24,4 (14,1) |
| 12 | IC (14) | 153,4 (7,6) | 45,7 (14,5) | 13,9 (8,8) | 15,2 (13,1) | 29,2 (21,4) |
| | IO (3) | 144,6 (2,3) | 37,7 (6,5) | 18,3 (13,6) | 14,9 (13,0) | 33,3 (26,6) |
| 13 | IC (14) | 163,3 (7,9) | 49,0 (9,6) | 10,4 (4,8) | 11,5 (8,0) | 21,8 (12,4) |
| | IO (29) | 157,0 (8,0) | 47,3 (11,7) | 14,2 (8,2) | 14,4 (12,1) | 28,5 (19,7) |
| 14 | IC (15) | 168,0 (9,5) | 55,2 (4,0) | 12,0 (5,9) | 14,2 (7,7) | 26,2 (13,2) |
| | IO (12) | 163,7 (8,6) | 51,7 (9,7) | 10,1 (4,8) | 12,9 (8,7) | 23,0 (13,2) |
| 15 | IC (13) | 175,9 (5,7) | 63,7 (9,6) | 11,2 (5,2)* | 11,3 (4,5) | 22,5 (9,4)* |
| | IO (8) | 176,8 (5,2) | 60,0 (4,3) | 8,8 (3,5) | 9,7 (1,7) | 18,5 (4,8) |
| 16 | IC (14) | 177,3 (5,5) | 64,6 (11,0) | 7,6 (2,7) | 9,7 (4,3) | 17,3 (6,4) |
| | IO (9) | 173,7 (6,3) | 61,3 (11,0) | 11,8 (5,9) | 12,3 (5,3) | 24,1 (10,9) |

Soma (tr+sb) = soma das dobras cutâneas tricipital e subescapular * diferenças entre sexos ($p < 0,05$)

Tabela 6. Médias e desvios padrão (dp) de variáveis de crescimento quanto à idade cronológica (IC) e idade óssea (IO) em escolares do sexo feminino de nove a 16 anos de idade.

| Fem | Idades (n) | Estatura | Peso | Tricipital | Subescapular | Soma (tr+sb) |
|-----|------------|-------------|-------------|------------|--------------|--------------|
| 9 | IC (13) | 137,6 (4,9) | 35,9 (6,1) | 15,7 (6,3) | 14,3 (9,3) | 30,0 (15,0) |
| | IO (5) | 137,5 (6,5) | 38,5 (6,1) | 16,9 (5,0) | 15,7 (10,6) | 32,6 (15,0) |
| 10 | IC (14) | 142,2 (4,8) | 38,9 (8,4) | 20,3 (9,0) | 18,4 (12,3) | 38,6 (20,4) |
| | IO (13) | 141,6 (5,1) | 34,0 (5,5) | 15,0 (5,2) | 12,0 (7,5) | 26,9 (11,6) |
| 11 | IC (17) | 149,2 (7,4) | 37,4 (9,1) | 15,3 (6,0) | 12,0 (7,6) | 27,2 (13,1) |
| | IO (20) | 144,8 (7,3) | 36,8 (7,8) | 17,1 (8,3) | 15,2 (11,2) | 32,3 (19,6) |
| 12 | IC (13) | 153,6 (7,9) | 45,4 (11,2) | 17,6 (8,5) | 15,4 (7,9) | 32,9 (15,5) |
| | IO (11) | 153,7 (7,2) | 46,5 (10,1) | 19,7 (8,6) | 16,6 (8,3) | 36,3 (16,1) |
| 13 | IC (15) | 162,0 (4,8) | 55,0 (11,7) | 19,2 (9,3) | 19,2 (10,8) | 38,4 (19,8) |
| | IO (8) | 157,7 (2,9) | 46,2 (5,8) | 13,3 (4,5) | 13,4 (5,4) | 26,7 (7,6) |
| 14 | IC (14) | 165,8 (4,8) | 51,5 (6,2) | 15,8 (4,9) | 17,1 (8,5) | 32,9 (12,8) |
| | IO (2) | 162,4 (0,1) | 49,2 (2,6) | 15,3 (4,4) | 17,1 (2,7) | 32,4 (7,1) |
| 15 | IC (15) | 165,8 (5,3) | 57,5 (7,8) | 19,0 (5,3) | 19,7 (7,6) | 38,7 (11,5) |
| | IO (16) | 166,4 (5,4) | 56,1 (6,6) | 19,6 (7,5) | 19,6 (9,5) | 39,2 (16,5) |
| 16 | IC (13) | 162,0 (5,3) | 58,5 (7,9) | 20,9 (6,5) | 19,4 (5,9) | 40,2 (10,8) |
| | IO (17) | 164,0 (5,2) | 56,5 (11,4) | 18,1 (7,2) | 19,8 (10,4) | 37,8 (16,8) |

Soma (tr+sb) = soma das dobras cutâneas tricipital e subescapular

DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que a relação entre maturação esquelética, idade cronológica e sexo, embora pertinentes, não podem ser tratadas de forma generalizada. A diferença média da IO para IC (0,7 anos), representou um tempo na maturação esquelética oito meses e meio mais adiantada que o mesmo período etário cronológico. Todavia, a classificação clínica para maturação precoce ou atrasada só é confirmada quando a diferença excede a dois anos⁽⁹⁾, uma vez que certa amplitude maturacional não é incomum.

Esta amplitude da IO encontrada em todas as idades é concordante aos relatos de Jones, Hitchen & Straton⁽¹¹⁾ ao detectarem grande variação da maturidade sexual em adolescentes quando agrupados por idade cronológica. Esses autores consideram um erro, efetuar uma classificação de crianças e adolescentes com base apenas no ano de nascimento, podendo dissimular importantes diferenças biológicas entre indivíduos de mesma IC.

Outro fato observado foi a prevalência da maturação esquelética sempre mais adiantada que a IC. Se não fosse pela variação normal e previsível nestas idades, poderia ser especulada a necessidade de ajustes dos referenciais para esta população, uma vez que o método G&P data de 1959 e poderia estar ocorrendo discordâncias, como por exemplo, os efeitos de tendência secular negativa. A exemplo de idade sexual, idade da menarca e outros indicadores de maturação biológica, que vêm ocorrendo em idades cada vez mais precoces, se as médias de IO continuarem indicando maiores diferenças da IC, talvez o método G&P mereça uma revisão. No entanto, até o momento sua utilização ainda é preferencialmente sugerida a outros métodos, dada à maior precisão na estimativa da IO, comparando-se, por exemplo, ao próprio método TW2⁽¹²⁾, amplamente utilizado na Europa até 2001. Por outro lado, Neto e

colaboradores⁽¹³⁾ efetuaram comparação entre o método de G&P com TW2 em população brasileira de 6 a 14 anos e não verificaram diferenças significantes entre os dois métodos para estimativa da IO naquela população. No entanto, a comunidade científica sempre deve estar atenta quanto à validade permanente dos instrumentos utilizados.

Até aos 11 anos de idade, a menor IO do sexo masculino em relação à IC (Tabela 3) sugerem diferenças na validade do instrumento (G&P) para diferentes idades, uma vez que nas outras comparações a IO foi maior que a IC em todas as idades. Outra explicação dessas diferenças pode se dar pela presença de *outliers* na amostra, como foi o caso de um sujeito de 9 anos (IC) com IO de 5 anos, aumentando os vieses na amplitude dessa idade, muito embora em estudo anterior com esta amostra⁽⁶⁾, quando os casos extremos foram retirados, não foram encontradas diferenças. Poderia ser ainda questionada a aplicabilidade do instrumento em idades específicas, a exemplo dos gráficos de acompanhamento do crescimento (originário de outras populações) utilizados principalmente na pediatria, quando a partir de certas idades podem representar diferenças nas tendências de crescimento entre as populações observadas e as de referência. No entanto, a IO do sexo feminino, sempre maior que a IC (com exceção dos 11 anos), foi concordante aos resultados obtidos por Beunen⁽¹⁴⁾, sugerindo melhor adequação do sexo feminino ao modelo G&P.

A IO do sexo feminino, de modo geral, aconteceu mais cedo que do sexo masculino, conotando amadurecimento etário mais adiantado delas em relação a eles. Beunen *et al.*^(14,15) também encontraram maiores médias de maturação óssea no sexo feminino que no sexo masculino em mesmas idades cronológicas. Esta maturação precoce pode acontecer no sexo feminino até dois anos antes que no sexo masculino⁽¹⁴⁾, sendo, portanto, considerada normal.

Outra evidência da normalidade de uma maturação mais precoce no sexo feminino está na diferença considerada nas interpretações do formato ósseo do próprio Atlas G&P⁽¹⁰⁾, quando se atribui idades distintas para rapazes e moças para uma mesma imagem radiográfica. O método ainda considera normal a diminuição das diferenças de IO entre os sexos, nos períodos finais de maturação, por se aproximar do estado adulto de maturação, fato que se confirmou neste estudo.

As maiores diferenças entre IO e IC, observadas tanto para o sexo masculino (16 anos) como para o sexo feminino (14 anos), somados à grande amplitude encontrada na IO (fem=11 anos; masc=10 e 16 anos), revelam a diversidade da maturação esquelética entre indivíduos de mesma idade cronológica, podendo resultar em marcantes diferenças morfo-corporais. Essas diferenças foram observadas na tendência de aumento da estatura e da massa corporal, embora oscilante, com o crescimento etário.

Ao investigar a variância pondero-estatural em características antropométricas, a IO se mostra como um fator mais importante na relação de crescimento do que a IC. Um estudo feito no sexo feminino, Beunen et al.⁽¹⁴⁾ concluíram que a IO ou a interação entre IO e IC é o único preditor significativo da variabilidade morfológica de um conjunto de características somáticas para além da massa corporal e da estatura. Em outra investigação no sexo masculino⁽¹⁵⁾ chegaram a uma conclusão semelhante, afirmando que a IO explica melhor a variabilidade das medidas lineares e da massa corporal do que dos diâmetros, circunferências ou IC. Estas conclusões confirmam a importância de se considerar o estado biológico de crianças e adolescentes durante o crescimento, uma vez que tais diferenças (morfológicas) sugerem também diferenças de desempenho motor e, exigem intervenção/orientação específica na prática de exercícios físicos, durante esta fase da vida.

Embora não tenha sido feita nenhuma dosagem hormonal neste estudo, partes das diferenças observadas entre os sexos poderiam ser explicadas mediante as típicas e intensas alterações bioquímicas/hormonais que ocorrem na adolescência, a exemplo das concentrações de estradiol, um dos principais responsáveis por desencadear o crescimento. Em ambos os sexos, inicialmente, os níveis séricos do estradiol são similares⁽¹⁶⁾, somente quando ultrapassam determinados níveis o estirão de crescimento é desencadeado e as diferenças começam a surgir. Uma vez que a produção do estrogênio, um dos responsáveis por acelerar a maturação esquelética é mais precoce no sexo feminino do que no sexo masculino^(17,4), elas tendem a crescer primeiro. Assim, estas informações não podem ser desprezadas, pois são concordantes com as maiores diferenças entre IO e IC observadas em ambos os sexos neste estudo, a partir de determinadas idades (Tabelas 3 e 4).

Da mesma forma, parte do aumento da massa corporal do sexo masculino (15 anos) poderá eventualmente ser explicada pelo maior aumento

de massa muscular, coincidentemente há maior diminuição da dobras cutâneas, que poderá figurar em significativos aumentos da força muscular nessa idade. Hansen et al.⁽¹⁸⁾ ao investigarem longitudinalmente a força funcional e isométrica de 98 indivíduos do sexo masculino a partir dos 11 anos, observaram que os maiores aumentos aconteciam de forma concorrente aos típicos aumentos da concentração de testosterona e massa corporal na puberdade. Já há algum tempo, estes aumentos são relatados na literatura^(2,18,19), resultando em crescimento físico e funcional durante o estirão. Estas alterações reforçam a idéia das diferenças entre os sexos e das variações do crescimento mais concordantes com a maturação do que com IC.

O aumento da massa corporal observada no sexo feminino foi coincidente aos aumentos das dobras cutâneas e do período de maior aumento estatural (aos 13 anos), sem tendência à posterior redução ponderal. Inversamente ao que foi observado no sexo masculino, o fato reforça a necessidade de consideração distinta do crescimento entre os sexos. Sem dúvida estes resultados podem chamar atenção para a proposição de programas de atividades motoras que venham atender de forma específica aos interesses, necessidades e limitações de nossas crianças, considerando distinção entre os sexos e as enormes diferenças morfológicas que podem apresentar durante o crescimento na infância e adolescência.

Uma relação interessante entre IO e IC ocorre a partir dos 12 anos, no sexo masculino e dos 13, no feminino (Tabelas 3 e 4). Exatamente nesses pontos a IO passa a figurar nas maiores diferenças em relação à IC, com significância estatística em todas as idades subseqüentes, com exceção dos 14 anos, no sexo masculino. É como se ocorresse um estirão da maturação esquelética aos 12 anos para o sexo masculino e aos 13 para o sexo feminino, inversamente ao que se observa na literatura da maturação precoce feminina.

A IO do sexo masculino acelerou mais cedo, tendendo a um distanciamento da IO do sexo feminino. Uma representação gráfica da velocidade da IO representada por uma linha da tendência de média móvel, pode ser expressa da forma apresentada na Figura 1.

Por todas essas razões, as expectativas de rendimento motor por parte dos técnicos, professores e pais, deveriam ser revistas em função das mudanças típicas do crescimento nesse período. Estas considerações, depois de um tempo de reflexão e estudo, deveriam nortear as cobranças por resultados e performance do desempenho esportivo em crianças e adolescentes durante o crescimento.

Além do mais, se observou uma tendência de maior distanciamento da maturação esquelética à medida que aumentava a IC, concomitantemente à maior similaridade da IO entre os sexos, ou seja, menores diferenças de maturação biológica aos 15-16 anos em ambos os sexos por se aproximarem do *status* de maturação adulta final.

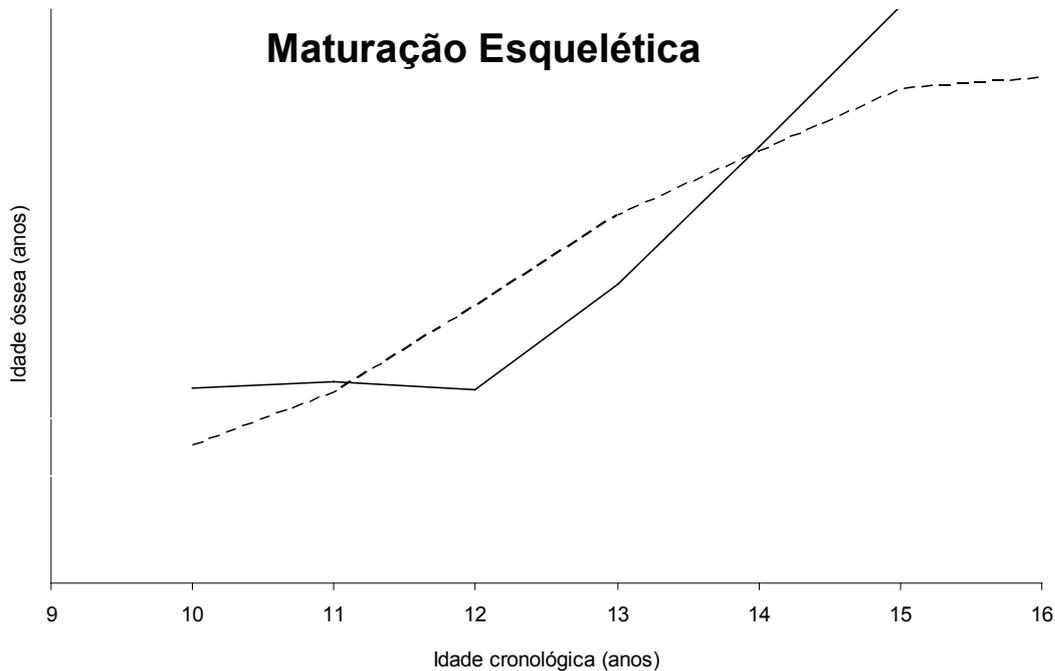


Figura 1. Tendência de média móvel da maturação esquelética em escolares de ambos os sexos de nove a 16 anos de idade.

Portanto, o estado de maturação biológica deveria também ser considerado ao ocorrer intervenções e orientação de exercícios e prática de esportes para crianças e adolescentes, do que meramente ter como referência a IC. Estas considerações são importantes, uma vez que há distinção entre sexos no tempo médio das mudanças biológicas, além das diferenças de velocidade e do tempo que dura o processo de maturação entre sujeitos de mesma IC.

O comportamento do crescimento, além de indicar a amplitude da idade óssea para cada idade e sexo, indica claramente que o **tempo** e a **intensidade** da maturação esquelética podem ser bem diferentes para ambos os sexos: Assim, o comportamento da maturação biológica poderia ser mais claramente determinado, a partir do **tempo** (compreendido como o momento cronológico em que ela ocorre, sendo possível identificação do tempo inicial e final) e da **intensidade** (como a duração temporal da maturação) (FIGURA 2).

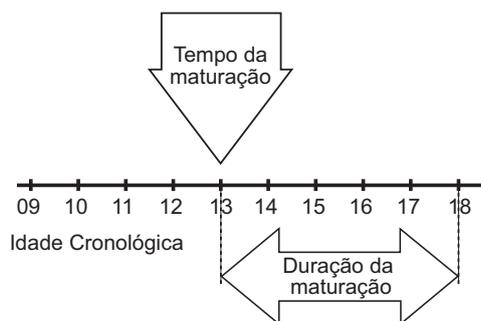


Figura 2. Esquema representativo de dois eventos ocorrentes durante a maturação biológica em crianças e adolescentes. Tempo e Duração da maturação.

Embora o esquema da Figura 2 retrate a ocorrência média da maturação biológica, não se deve deixar de lembrar que as diferenças individuais, o tempo de ocorrência de cada evidência maturacional e o gênero, são características variantes que precisam ser consideradas, para que a verdadeira repercussão da classificação etária, feita com base na idade cronológica ou biológica, tenha sobre o crescimento de escolares.

CONCLUSÃO

A partir dos objetivos inicialmente propostos para este estudo, pôde ser observado que o crescimento durante a infância e adolescência repercutiu maior complexidade do que se esperava em relação à seqüência, tempo de ocorrência e aspectos quantitativos do crescimento etário e biológico. Grande variação foi constatada quando os resultados indicaram maiores médias de IO com grande amplitude etária em comparação à IC. Além do mais, as diferenças são marcantes entre os sexos. A IO do sexo feminino, em média 1,4 anos mais adiantada que do sexo masculino, representou quantitativamente precocidade da idade óssea.

A grande variação da maturação esquelética dos nove aos 16 anos, foi maior que os outros indicadores de crescimento, não sendo observado crescimento de forma concorrente. Todavia o marco do crescimento ósseo nesta amostra registrou que as maiores diferenças entre o estado biológico e cronológico, aconteceram a partir dos 13, no sexo feminino e dos 12, no sexo masculino, com maiores efeitos sobre o sexo feminino.

A utilização da IO para a determinação de idade biológica foi eficiente e satisfatória, dada à sua grande

sensibilidade e precisão nas medidas. Assim, sua utilização é recomendada quando se pretende maior precisão na determinação de idade biológica, muito embora as comparações metodológicas com outros recursos devam ser evitadas.

Com relação à variação da estatura, massa corporal e dobras cutâneas observaram-se maior concordância com a idade óssea do que com a idade cronológica, no entanto, precisam ser consideradas as diferenças entre idades e sexos.

Quando houver necessidade de classificação de crianças e adolescentes durante o período de crescimento físico, o estado da maturação e o sexo devem ser considerados em lugar da mera utilização da idade cronológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbanti VJ. Dicionário de educação física e esporte. 2 ed. São Paulo: Manole; 2003.
- Gallahue DL, Ozmun JC. Compreendendo o desenvolvimento motor. 3 ed. São Paulo: Phorte; 2005.
- Malina RM. Growth and development. Mineapolis: Burgess; 1975.
- Koziel S. Relationships among tempo of maturation, midparent height, and growth in height of adolescent boys and girls. *Am J Hum Biol* 2001;13(1):15-22.
- Zerin JM, Hernandez RJ. Approach to skeletal maturation. *Hand Clin* 1991;7(1):53-62.
- Kater DP, Silva TF, Machado DRL. Crescimento e desempenho motor na escola pública e privada. *Anais XXVII Simpósio Internacional de Ciência do Esporte*, São Paulo; 2004. p. 287.
- Sherar LB, Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Thomis M. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *J Pediatr* 2005; 147:508-14.
- Norton K, Olds T, editors. *Antropométrica*. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standartization reference manual*. Champaign: Human Kinetics; 1988. p. 55-80.
- Greulich WW, Pyle SI. *A radiographic atlas of skeletal development of hand and wrist*. 2nd ed. Stanford: Stanford University Press; 1959.
- Jones MA, Hitchen PJ, Straton G. The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Ann Hum Biol* 2000;27(1):57-65.
- Kuchynkova I, Krasnicanova H. TW3 method in our clinical practice. 9th Middle European Workshop on Paediatric Endocrinology, Piestany 2001; p. 15-7.
- Neto FH, Almeida SM, Leite CC. Estudo comparativo dos métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. *Pesqui Odontol Bras* 2000;14(4):378-84.
- Beunen GP, Malina RM, Lefevre J, Claessens AL, Renson R, Kanden EB, et al. Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *Int J Sports Med* 1997;18:413-9.
- Beunen GP, Ostiyn R, Simons J, Renson R, Van Gerven D. Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. *Ann Hum Biol* 1981;8(4):321-31.
- Lee PA, Witchel SF. The influence of estrogen on growth. *Curr Opin Pediatr* 1977;9(4):431-6.
- Gardner E, Gray DJ, O'rahilly R. *Anatomia: estudo regional do corpo humano*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1978.
- Hansen L, Bangsbo J, Twisk J, Klausen K. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. *J Appl Physiol* 1999;87(3):1141-7.
- Van Coeverden SC, Netelenbos JC, De Ridder CM, Roos JC, Popp-Snijders C, Delemarre-Van De Waal HA. Bone metabolism markers and bone mass in healthy pubertal boys and girls. *Clin Endocrinol* 2002;57(1):107-16.

Endereço para correspondência

Rua Maria Madalena Mazuchelli Caravina, 100
Jardim Maracanã
CEP 19026-430 - Presidente Prudente - SP
E-mail: dalmomachado@yahoo.com.br

Recebido em 17/10/06
Revisado em 01/11/06
Aprovado em 11/01/07