

## Crescimento, maturação e desenvolvimento na infância e adolescência: Implicações para o esporte

Growth, maturation and development during childhood and adolescence: Implications for sports practice

A.H.N. Ré

---

### RESUMO

O desenvolvimento humano emerge a partir da interação entre fatores biológicos e ambientais. O presente estudo de revisão teve como objetivo abordar as relações entre o desenvolvimento biológico e a experiência ambiental durante a infância e a adolescência e suas implicações para a aquisição de habilidades e capacidades motoras inerentes ao esporte. Durante a infância, em consequência do rápido desenvolvimento do sistema nervoso central, é fundamental que ocorra uma ampla e adequada variação dos estímulos ambientais, favorecendo assim o desenvolvimento motor, cognitivo e afetivo-social. Na adolescência, ocorrem alterações biológicas associadas ao pico de produção dos hormônios testosterona no gênero masculino e estradiol no feminino, com grande variabilidade em relação à idade cronológica, o que acarreta na necessidade de ajustar os estímulos motores em função do estágio de maturação biológica e das experiências anteriores. A aquisição de habilidades motoras na infância tem importante relação com a continuidade da prática de atividade física e esportiva na adolescência e nos anos posteriores, favorecendo tanto a geração de futuros atletas como a promoção da saúde populacional.

*Palavras-chave:* desenvolvimento humano, desempenho motor, crianças e adolescentes

### ABSTRACT

Human development emerges from the interactions between environmental and biological factors. This review focuses on the relationship between biological development and environmental experiences during infancy and adolescence and their implications for motor skill acquisition. During infancy, as a consequence of the accelerated development of the central nervous system, it is fundamental that a vast and adequate variation in environmental stimuli is supplied, favoring motor, cognitive and affective-social domains. In adolescence, biological alterations are associated with peaking testosterone and estradiol hormone production in males and females respectively and it is necessary to adjust motor stimulation to biological maturation and previous experiences. Motor skill acquisition during infancy has an important relation to continuity of physical activity in later years and the practice of sports in adolescence and adulthood, favoring both the blossoming of athletes and promotion of health in general population.

*Keywords:* human development, motor performance, children and adolescents

Submetido: 13.09.2009 | Aceite: 11.11.2010

---

Alessandro H. Nicolai Ré. Curso de Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo – Brasil.

Endereço para correspondência: Alessandro H. Nicolai Ré, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, Rua Arlindo Béttio, 1000, CEP: 03828-000 Ermelino Matarazzo, São Paulo, Brasil.

E-mail: alehnre@usp.br

O processo de crescimento, maturação e desenvolvimento humano interfere diretamente nas relações afetivas, sociais e motoras dos jovens; conseqüentemente, é necessário adequar os estímulos ambientais em função desses fatores. Primeiramente, é necessário esclarecer que o crescimento inclui aspectos biológicos quantitativos (dimensionais), relacionados com a hipertrofia e a hiperplasia celular, enquanto a maturação pode ser definida como um fenômeno biológico qualitativo, relacionando-se com o amadurecimento das funções de diferentes órgãos e sistemas (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2009; Massa & Ré, 2010; Papalia & Olds, 2000).

Por sua vez, o desenvolvimento é entendido como uma interação entre as características biológicas individuais (crescimento e maturação) com o meio ambiente ao qual o sujeito é exposto durante a vida (Frisancho, 2009; Gallahue & Ozmun, 2006; Malina et al., 2009; Papalia & Olds, 2000; Rogoff, 2005). Crescimento, maturação e desenvolvimento humano são processos altamente relacionados que ocorrem continuamente durante todo o ciclo de vida. Desse modo, as aquisições motoras de crianças e adolescentes não podem ser compreendidas de forma exclusivamente biológica ou ambiental; uma abordagem biocultural é essencial, reconhecendo a interação entre fatores biológicos e socio-culturais presentes na vida do ser humano.

Sendo assim, o presente texto tem como objetivo abordar as relações entre o desenvolvimento biológico e a experiência ambiental durante a infância e a adolescência e suas implicações para o processo de aquisição de habilidades e capacidades motoras inerentes ao esporte.

### **Crescimento, maturação e desenvolvimento do nascimento aos três anos de idade**

A partir do nascimento, inicia-se uma complexa relação entre o bebê e o ambiente que o cerca. As estruturas neurológicas já estão razoavelmente bem formadas, principalmente o cérebro e as funções sensoriais

exteroceptivas (visão, audição, tato, paladar e olfato), possibilitando um complexo interacional do bebê com seu entorno (Hernandez & Li 2007; Nelson & Bloom, 1997; Papalia & Olds, 2000). Como decorrência do amplo repertório funcional para interação com o ambiente, as relações afetivas e sociais, principalmente com os pais, devem ser fortemente estabelecidas. Assim, fica claro que, desde o nascimento, o bebê já é capaz de sentir e começar a formar as primeiras impressões perceptuais e afetivas com o ambiente que o cerca, que serão fundamentais para seu futuro desenvolvimento (Busseri, Rose-Krasnor, Willoughby, & Chalmers, 2006; Liebermann, Giesbrecht, & Müller, 2007).

A atividade motora do recém-nascido é bem ativa, mas desordenada e sem finalidade objetiva, movimentando de modo assimétrico tanto os membros superiores como os inferiores (pedalagem). Alguns reflexos são próprios desta idade e ocorrem em praticamente todos os bebês, sendo inibidos nos meses subsequentes devido principalmente ao amadurecimento do cerebelo e do córtex frontal, iniciando-se assim o surgimento de movimentos voluntários e melhor organizados (Diamond, 2000; Malina et al., 2009; Tiemeier et al., 2010), como a locomoção, manipulação de objetos e controle postural. Por isso, é fundamental que o bebê seja exposto a estímulos motores adequados ao seu nível de desenvolvimento.

Esse conjunto de relações com o mundo deixa clara a interferência que o ambiente exerce no desenvolvimento humano, sendo fundamental para a estruturação e a organização do sistema nervoso no que se refere aos aspectos emocionais, cognitivos e motores. Assim, o potencial de futuras aquisições começa a ser estruturado desde o nascimento, e muito do que vai ocorrer no futuro está diretamente ligado a essas interações iniciais entre o ambiente e o desenvolvimento biológico (Diamond, 2000; Knudsen, 2004; Stodden et al., 2008; Wolfe & Bell, 2007).

Conforme exposto na Figura 1, a curva neural apresenta uma evolução (dimensional e funcional) extremamente rápida no início da vida, de modo que por volta dos três anos de idade o cérebro e as estruturas relacionadas já atingiram aproximadamente 70% do seu tamanho na idade adulta.

Essa elevada taxa de evolução biológica possibilita uma rápida aquisição da capacidade de organização e controle de movimentos, principalmente quando acompanhada de experiências motoras adequadas (Diamond, 2000; Hernandez, & Li, 2007; Timmons, Naylor, & Pfeiffer, 2007). Em tese, uma experiência ambiental adequada favorece o surgimento de uma boa competência motora, a qual, por sua vez, tende a aumentar a prática de atividade física, desenvolvendo assim um sistema de retroalimentação (Raudsepp & Pall, 2006; Stork & Sanders, 2008; Williams et al., 2008).

Em contrapartida, a falta de experiências motoras adequadas nessa fase pode comprometer o desenvolvimento posterior da criança, não somente em termos motores (Ahnert & Schneider, 2007; Barnett, Beurden, Morgan, Brooks, & Beard, 2009; Stork &

Sanders, 2008; Williams et al., 2008) como também cognitivos, afetivos e sociais (Busseri et al., 2006; Sibley & Etnier, 2003; Stork & Sanders, 2008; Wolfe & Bell, 2007). Portanto, essa etapa pode ser considerada importante tanto para a geração de futuros atletas como para a formação de cidadãos que utilizam o esporte/atividade física apenas como ferramenta de educação, integração social, lazer, entretenimento e promoção da saúde (Barnett et al., 2009; Stodden et al., 2008; World Health Organization, 2005).

### Crescimento, maturação e desenvolvimento dos três aos cinco anos de idade

Entre os 3 e os 5 anos de idade, os sistemas sensoriais devem continuar a ser estimulados através de uma ampla gama de experiências (Gallahue & Ozmun, 2006), com ênfase nos mecanismos proprioceptivos, proporcionando à criança diferentes modos de integração sensorio-motora (exteroceptiva e proprioceptiva) (Hernandez & Li, 2007; Stodden et al., 2008). As habilidades motoras fundamentais adquiridas na etapa anterior são cada vez mais refinadas, possibilitando a execução de movimentos de complexidade crescente.

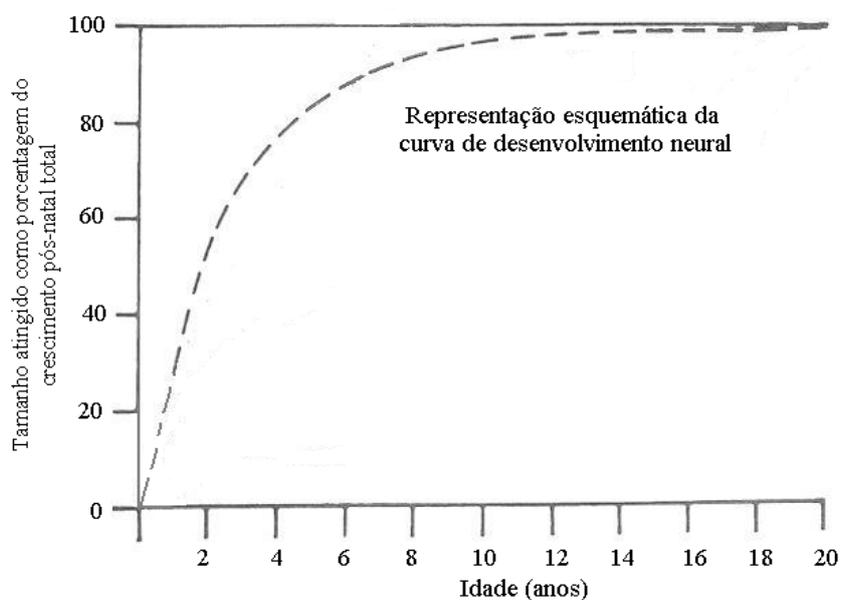


Figura 1. Crescimento e desenvolvimento do sistema neural (adaptado de Tanner, 1962)

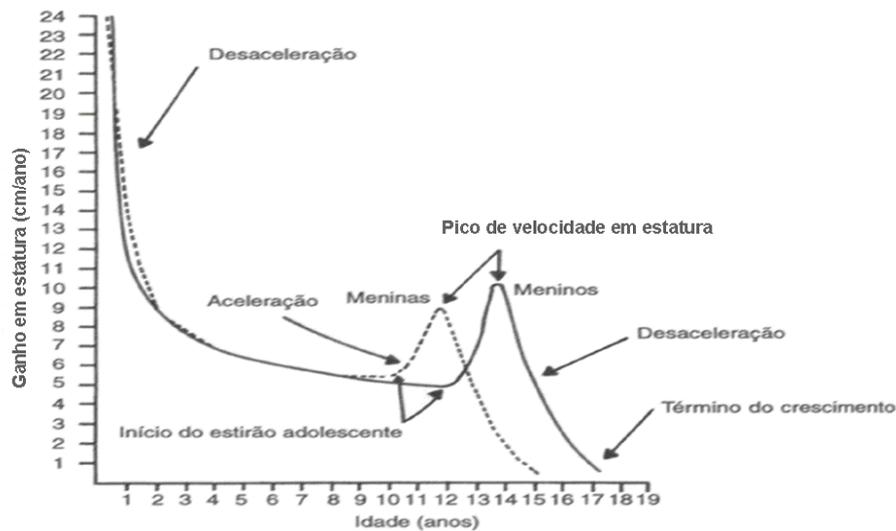


Figura 2. Curvas típicas de crescimento em estatura masculino (linha contínua) e feminino (linha pontilhada) (adaptado de Malina et al., 2009)

A coordenação motora deve ser desenvolvida de modo integrado com o processamento cognitivo, em situações que exijam certo grau de percepção e decisão referente à solução motora adequada, obviamente, condizente com a capacidade individual da criança. Nessa fase, as curvas de crescimento em estatura e peso corporal mantêm-se relativamente estáveis em ambos os gêneros, com ganhos anuais médios em torno de 7 cm e 2.5 kg, respectivamente. Esse ritmo lento de crescimento (Figura 2) é importante para a aquisição e retenção de um amplo acervo motor (Malina et al., 2009).

Além disso, tanto na infância como na adolescência, as forças mecânicas gravitacionais (impacto) e as contrações musculares inerentes à atividade física/esportiva contribuem para um desenvolvimento saudável do sistema esquelético, proporcionando uma maior densidade mineral óssea, sem influenciar seu crescimento longitudinal (Kemper, 2000; Malina et al., 2009; Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjöström, 2008.). Tanto o ritmo de crescimento como a estatura final estão vinculados principalmente a fatores genéticos e nutricionais (Malina et al., 2009; Roemmich, Richmond, & Rogol, 2001; Wilson, 1986) e, respeitando-se os limites

fisiológicos e estruturais da criança, não há risco da atividade física prejudicar o crescimento (Damsgaard, Bencke, Matthiesen, Petersen, & Muller, 2000; Malina, 1994).

Considerando a composição corporal, crianças e adolescentes ativos tendem a apresentar menores índices de gordura corporal, fato positivo inclusive para o controle do sobrepeso e obesidade, principalmente quando associado a aspectos nutricionais adequados (Epstein & Goldfield, 1999; Ortega et al., 2008). Já em relação à quantidade de massa muscular, a atividade física não exerce influência marcante na infância, pois a quantidade de hormônios esteroides é baixa (Baxter-Jones & Helms, 1996; Patel, Pratt, & Greydanus, 2002; Rogol, Roemmich, & Clark, 2002; Timmons et al., 2007).

Como consequência, as atividades direcionadas às crianças devem proporcionar maior ênfase em aspectos coordenativos e cognitivos (tomada de decisão), ao invés da preocupação com o treinamento de capacidades como força e resistência. Considerando a individualidade da criança em função de seu ritmo de desenvolvimento biológico e de experiências ambientais, é importante a iniciação esportiva. Idealmente, essa participação deveria ocorrer em atividades

prazerosas e diversificadas, possibilitando a prática de várias habilidades motoras (Baker, 2003; Timmons et al., 2007), com implicações também para o desenvolvimento cognitivo e social (Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008).

### **Crescimento, maturação e desenvolvimento dos cinco aos dez anos de idade**

Entre os 5 e 10 anos de idade ocorre uma grande evolução na coordenação e controle motor, facilitando a aprendizagem de habilidades motoras cada vez mais complexas (Gallahue & Ozmun, 2006; Massa & Ré, 2010). Durante esse período, a criança tem condições de entender as regras do esporte e participar em programas estruturados de treinamento, sendo ainda aconselhável uma grande diversificação dos movimentos. A adoção de jogos reduzidos, com regras simples e voltadas para a realização de diversas habilidades, é bastante válida.

Nesta fase assistimos a um aumento relativamente constante da força, velocidade e resistência, especialmente quando ocorrem estímulos ambientais adequados (Armstrong & Welsman, 2000; Praagh, 2000). Assim, desde que adequado com as possibilidades da criança, é importante que sejam oferecidos estímulos para a evolução dessas capacidades (Ratel, Duché, & Williams, 2006), preferencialmente em situações que privilegiem o desenvolvimento da coordenação e a integração cognição-ação (Jantzen & Kelso, 2007; Williams & Hodges, 2005).

Assim como nas fases anteriores, as diferenças no desempenho motor entre meninos e meninas é pequena ou inexistente (Malina et al., 2009; Rogol et al., 2002), desde que ambos tenham oportunidade de prática motora. Todavia, deve haver uma atenção especial com as meninas, pois muitas vezes, por questões culturais, elas não têm o mesmo acesso ao movimento dos meninos, fato que pode prejudicar a aquisição de habilidades motoras neste período crítico do

desenvolvimento (Ahnert & Schneider, 2007; Carvalhal & Vasconcelos-Raposo, 2007; Tucker, 2008).

Na realidade, diversos pesquisadores têm destacado a existência de períodos críticos durante a infância para a aquisição de habilidades motoras, devido principalmente ao rápido desenvolvimento neurológico e maior plasticidade neural. A argumentação central desta visão é a de que a experiência durante a infância altera a arquitetura dos circuitos neurais devido à sua maior plasticidade, fazendo com que certos padrões de conexão (sinapses) tornem-se mais estáveis e, conseqüentemente, fortalecidos (Hensch, 2004; Hernandez & Li, 2007; Knudsen, 2004; Yarrow, Brown, & Krakauer, 2009).

Todavia, a aquisição motora depende tanto de fatores neurofisiológicos como de fatores psicológicos como a atenção, motivação, autoconfiança, e ainda de aspectos socio-culturais associados à experiência, estilos de ensino, entre outros (Hensch, 2004; Nelson & Bloom, 1997). Portanto, os períodos críticos de aquisição de habilidades motoras parecem ser dependentes de uma complexa interação de vários fatores, não sendo possível estabelecer uma relação causal com nenhuma variável isolada.

Empiricamente, diversos estudos corroboram a existência de períodos críticos ao demonstrarem uma forte relação entre a coordenação motora na infância e nos anos de vida posteriores, além de maiores índices de prática de atividade física em indivíduos fisicamente ativos desde a infância, ou seja, parece que os primeiros anos de vida compõem um período crítico tanto para a aquisição de habilidades motoras quanto para a adesão à prática de atividades físicas (Ahnert & Schneider, 2007; Barnett et al., 2009; Brutsaert & Parra, 2006; Busseri et al., 2006; Raudsepp & Päll, 2006; Stodden et al., 2008). De fato, é desejável que até aproximadamente os 10 anos de idade, a criança tenha um amplo domínio das habilidades motoras fundamentais.

### **Crescimento, maturação e desenvolvimento durante a puberdade**

Durante a puberdade (aproximadamente dos 11 aos 16 anos de idade), ocorrem diversas alterações morfológicas e funcionais que interferem diretamente no envolvimento e na capacidade de desempenho esportivo. A puberdade é um período dinâmico do desenvolvimento marcado por rápidas alterações no tamanho e na composição corporal. Um dos principais fenômenos da puberdade é o pico de crescimento em estatura, acompanhado da maturação biológica (amadurecimento) dos órgãos sexuais e das funções musculares (metabólicas), além de importantes alterações na composição corporal, as quais apresentam importantes diferenças entre os gêneros.

#### *Gênero masculino*

Nos meninos, o pico de crescimento em estatura ocorre aproximadamente aos 14 anos de idade, com grandes variações individuais, sendo normal sua ocorrência entre os 12 e os 16 anos de idade. Aproximadamente seis meses após o pico de crescimento em estatura, ocorre o pico de ganho de massa muscular, diretamente associado à elevação do hormônio testosterona (Beunen et al., 1988; Rogol et al., 2002). Esse ganho de massa e o amadurecimento das funções musculares proporcionam um aumento na capacidade metabólica, que por sua vez tende a aumentar os índices de força, velocidade e resistência, especialmente se houverem estímulos motores adequados (Jones, Hitchen, & Stratton, 2000; Ré, Bojikian, Teixeira, & Böhme, 2005; Stodden et al., 2008).

Em geral, os jovens que apresentam maturação biológica precoce (antes dos 13 anos de idade), possuem maior capacidade metabólica e tamanho corporal em comparação aos seus pares de mesma idade cronológica com ritmo maturacional normal (por volta dos 13-14 anos) ou tardio (após os 14 anos) (Malina et al., 2000, 2009; Pearson, Naughton, & Torode, 2006; Ré et al., 2005). Vale destacar

a transitoriedade desse fenômeno biológico, ligado ao ritmo de crescimento e maturação individual. Porém, especialmente em situações de esporte competitivo, alguns jovens podem ter desvantagem significativa enquanto estiverem em estágios de maturação biológica menos adiantada do que seus colegas de mesma faixa etária (Pearson et al., 2006; Ré, Corrêa, & Böhme, 2010; Tranckle & Cushion, 2006.).

Portanto, sem a avaliação da maturação biológica, não será possível interpretar adequadamente se o desempenho apresentado pelo indivíduo reflete a sua real capacidade ou se, por outro lado, está sofrendo uma interferência transitória do processo de maturação biológica. Como tal, nesta fase de desenvolvimento, além de se justificar a necessidade de adequar as solicitações motoras em função das características individuais, exige-se uma avaliação do estágio de maturação biológica (Böhme & Ré, 2009; Bruch et al., 2007; Nedeljkovic, Mirkov, Kukolj, Ugarkovic, & Jaric, 2007; Portal et al., 2008). Para isso podem ser utilizadas medidas que permitem estimar a idade biológica. Entre os procedimentos utilizados para a estimativa da idade biológica podem ser citados: a) maturação sexual – idade de aparecimento das características sexuais secundárias; b) maturação morfológica – acompanhamento da curva de crescimento da estatura; c) maturação dental – idade de erupção de dentes temporários e permanentes; e d) maturação esquelética – idade de ossificação e fusões epifisiais (Malina et al., 2009). A maturação dental e esquelética são mais fidedignas do que a sexual e a morfológica; entretanto, devido a sua complexidade, custo relativamente elevado e dificuldade de aplicação em larga escala, têm sido pouco utilizadas na área esportiva. Por esse motivo, serão abordadas apenas a maturação sexual e a morfológica.

Tanner (1962) observou que existe uma relação razoavelmente linear entre o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários (no caso masculino, o surgimento

da pilosidade pubiana e o aumento dos genitais) e o estágio de maturação biológica em que o jovem se encontra. Na prática, isso significa que um adolescente precoce para o desenvolvimento das características sexuais secundárias, também será precoce em sua curva de crescimento de estatura, ou seja, quanto mais adiantado o desenvolvimento genital, mais adiantado e próximo da estatura adulta o sujeito estará, e vice-versa. Assim, os meninos precoces tendem a atingir a estatura adulta mais cedo e, em contrapartida, tendem a apresentar valores médios de estatura adulta inferiores a meninos tardios (Malina et al., 2009; Philippaerts et al., 2006).

A partir da relação entre a curva de crescimento e o desenvolvimento de genitais, Tanner (1962) propôs a classificação em cinco estágios indicativos da maturação biológica, conforme exposto nas Figuras 3 e 4. Normalmente, os meninos atingem a fase de pico de crescimento em estatura e de ganho de massa muscular no estágio 4 de Tanner (Pearson et al., 2006; Rogol et al., 2002; Tanner, 1962), logo, nessa fase deve ser

iniciado o treinamento visando diretamente um amplo desenvolvimento das capacidades de força, velocidade e resistência (Malina et al., 2009; Smith, 2003). Antes disso, principalmente até o estágio 2, o treinamento deve ter uma grande ênfase na coordenação motora (Beunen et al., 1988; Martindale, Collins, & Daubney, 2005).

Apesar da validade e importância do acompanhamento da maturação biológica por meio do desenvolvimento de pilosidade pubiana e genitais, convém ressaltar que a maturação sexual é um processo contínuo e, portanto apresenta limitações quando é avaliada como uma variável discreta, dividida em estágios de 1 a 5. Além disso, numa pequena parcela da população, nem sempre a idade biológica e os estágios de maturação sexual ocorrem em períodos iguais (Marshall & Tanner, 1970). Sendo assim, outros indicadores do processo de maturação biológica devem ser utilizados neste processo, como o acompanhamento da curva de crescimento.

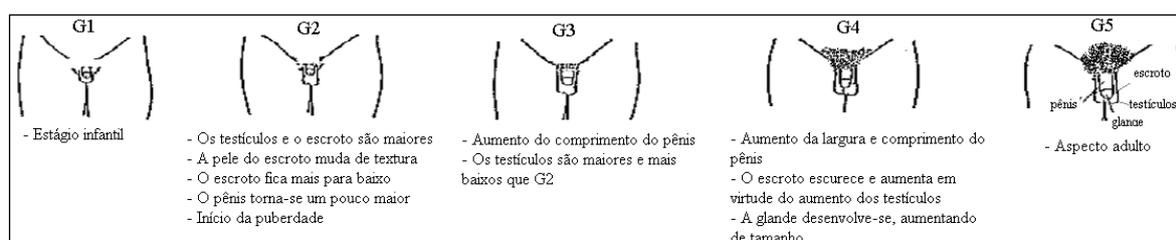


Figura 3. Estágios de desenvolvimento dos genitais (a avaliação pode ser feita por um médico ou por meio da autoavaliação; adaptado de Morris & Udry, 1980)

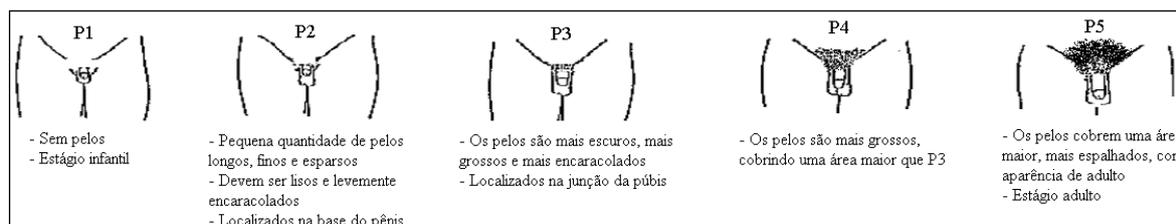


Figura 4. Estágios de pilosidade pubiana masculina (a avaliação pode ser feita por um médico ou por meio da autoavaliação; adaptado de Morris & Udry, 1980)

Com a realização de medidas trimestrais de peso e estatura, é possível calcular (matematicamente) a taxa de crescimento anual do jovem e, graficamente, identificar a evolução da curva de crescimento (maiores detalhes em Beunen et al., 1988 e Philippaerts et al., 2006). A Figura 2 representa valores médios das curvas de crescimento em estatura de ambos os gêneros. Seria ideal que cada jovem tivesse seu gráfico individual de curva de crescimento, facilitando a visualização do estágio de maturação biológica em que se encontra, especialmente quando utilizado em conjunto com os estágios propostos por Tanner (1962).

Em função do exposto acima, podem ser destacados quatro itens principais: i) a velocidade de maturação biológica é variável; ii) a maturação biológica favorece o desempenho esportivo masculino, principalmente porque está associada ao amadurecimento e ganho de massa muscular, proporcionando uma importante evolução das capacidades de força, velocidade e resistência; iii) a idade cronológica não é um indicador confiável do estágio de maturação biológica; e iv) o professor tem melhores condições para a adequação do treinamento se conhecer o estágio de maturação biológica em que seu aluno se encontra.

#### *Gênero feminino*

Diferentemente dos meninos, as meninas com maturação biológica precoce (antes dos 12 anos de idade) não apresentam uma vantagem transitória no desempenho esportivo. Isso ocorre, tal como referimos a seguir, fundamentalmente em função da composição corporal.

Nas meninas, o pico de crescimento em estatura ocorre por volta dos 12 anos de idade e apresenta consideráveis variações em relação à idade cronológica, podendo ocorrer entre os 10 e os 14 anos (Malina et al., 2009; Rogol et al., 2002; Rowland, 1996). Após o pico de crescimento em estatura, ocorre a menarca, diretamente associada à elevação da produção

de hormônios femininos (estradiol). Entretanto, não há um ganho acentuado de massa muscular, uma vez que não há elevação significativa na produção de testosterona (Malina et al., 2009; Rogol et al., 2002). Assim, as meninas aumentam o percentual de gordura corporal (principalmente na região dos seios e quadris), o que não favorece a execução de habilidades motoras.

Evidentemente, isso não significa que a menina tenha uma queda no desempenho após a menarca; é comum (e esperado) observar uma evolução do desempenho motor feminino após o pico de crescimento em estatura e a menarca, especialmente se houver um envolvimento adequado em atividades físicas/esportivas desde idades anteriores (Jones et al., 2000; Little, Day, & Steinke, 1997; Volver, Viru, & Viru, 2000). De qualquer modo, é importante que o professor esteja atento para o fato de que as meninas que apresentam uma maturação biológica precoce têm certa desvantagem em relação às outras com maturação normal (por volta dos 12 anos) ou tardia (após os 12 anos) (Davison, Werder, Trost, Baker, & Birch, 2007; Van Den Berg, Coetzee, & Pienaar, 2006).

Essa característica feminina é especialmente importante para o processo de aquisição de habilidades motoras, pois caso a menina não tenha uma vivência motora/esportiva adequada durante a infância, a probabilidade de envolvimento e evolução do desempenho esportivo após a menarca é reduzida (Davison et al., 2007). Além disso, especialmente durante a fase de aceleração do crescimento, o envolvimento adequado com atividades físicas vigorosas tem efeito positivo na absorção de cálcio pelos ossos (em ambos os gêneros), fato positivo inclusive para a prevenção da osteoporose em idades posteriores (Burrows, 2007; Nichols, Sanborn, & Essery, 2007).

Assim, é fundamental que existam políticas públicas de incentivo à participação feminina no esporte, especialmente porque, culturalmente, essa participação não é tão incentivada e valorizada como no gênero masculino

(Carvalho & Vasconcelos-Raposo, 2007; Rogoff, 2005). Conforme já destacado para os meninos, durante a puberdade é necessário considerar, além das experiências anteriores, o estágio de maturação biológica para interpretar adequadamente os fatores relacionados ao desempenho esportivo. As meninas têm melhores condições de desenvolver a coordenação motora antes da menarca para, após a menarca, o treinamento da força, velocidade e resistência poder ocupar um lugar de maior destaque (Jones et al., 2000; Malina et al., 2009).

As mesmas estratégias apresentadas para a estimativa da idade biológica no gênero masculino podem ser utilizadas no gênero feminino (maturação sexual, morfológica, dental e esquelética). Em relação ao estudo de Tanner (1962), no gênero feminino são consideradas as características sexuais secundárias relacionadas ao aumento da pilosidade pubiana e volume dos seios, com uma classificação que também ocorre em cinco estágios de maturação biológica, conforme apresentado nas Figuras 5 e 6. Normalmente, as meninas atingem a fase de pico de

crescimento em estatura no estágio 3 ou 4 de Tanner de desenvolvimento dos seios (Rogoff et al., 2002; Tanner, 1962) e, conforme citado, esse crescimento em estatura não é acompanhado de um pico no ganho de massa muscular. As mesmas limitações descritas no gênero masculino em relação ao método proposto por Tanner são válidas para o gênero feminino. Sendo assim, também é válido o acompanhamento das curvas de crescimento.

Na prática, os seguintes conceitos devem ser considerados durante a formação esportiva feminina no período pubertário: i) a velocidade de maturação biológica é variável; ii) a maturação biológica não favorece o desempenho esportivo feminino, principalmente porque proporciona uma maior quantidade de gordura corporal, sem um aumento significativo da quantidade de massa muscular; iii) o treinamento nos estágios 1, 2 e 3 de Tanner (antes do pico de crescimento em estatura), deve proporcionar uma ampla base motora, principalmente no que se refere à coordenação; e iv) a idade cronológica não é um indicador confiável do estágio de maturação biológica.

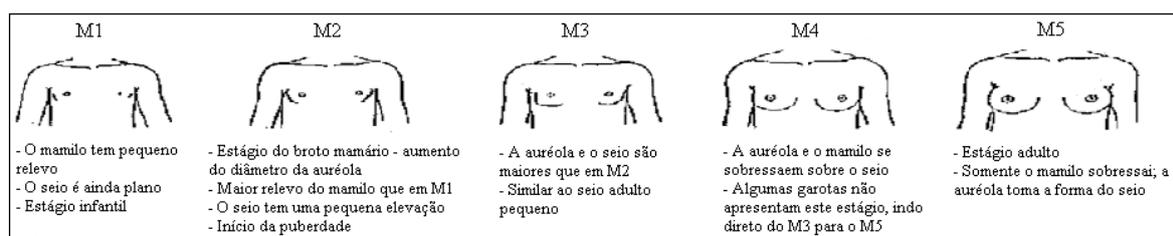


Figura 5. Estágios de desenvolvimento de seios (a avaliação pode ser feita por um médico ou por meio da autoavaliação; adaptado de Morris & Udry, 1980)



Figura 6. Estágios de pilosidade pubiana feminina (a avaliação pode ser feita por um médico ou por meio da autoavaliação; adaptado de Morris & Udry, 1980)

### CONCLUSÕES

O processo de aquisição de habilidades e capacidades motoras, assim como o desempenho esportivo, emerge em função das interações entre fatores biológicos e ambientais. Portanto, a infância pode ser considerada uma fase determinante desse processo, tanto pelo ritmo acelerado de alterações biológicas, como pela elevada capacidade de adequação aos estímulos ambientais. É provável que a quantidade e a qualidade dos estímulos presentes nessa fase influenciem diretamente o desenvolvimento em idades posteriores. Na adolescência, o ritmo de maturação biológica, em conjunto com as experiências anteriores, resulta numa grande variabilidade no desempenho motor. Assim, programas de treinamento nessa faixa etária devem avaliar ambos os fatores. Idealmente, no período pós-pubertário, o adolescente deveria possuir um excelente padrão coordenativo e cognitivo (tomada de decisão), para que assim fosse priorizado o treinamento da força, velocidade e resistência, levando-se em consideração a especificidade de determinada modalidade esportiva.

Nessa perspectiva, as oportunidades adequadas de prática motora na infância e posteriormente o envolvimento com o treinamento esportivo, são estratégias efetivas não somente para a geração de futuros atletas, como também para a geração de cidadãos que utilizam o esporte como ferramenta de educação, integração social, lazer, entretenimento e promoção da saúde. Diante dessa realidade, em estudos futuros é importante a adoção de delineamentos longitudinais que considerem a variabilidade das características do comportamento humano durante o ciclo de vida e permitam um maior entendimento das múltiplas possibilidades oferecidas pelo esporte.

### REFERÊNCIAS

- Ahnert, J., & Schneider, W. (2007). Development and stability of motor skills from preschool age to early adulthood: Findings of the Munich Longitudinal Study LOGIK. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39, 12-24.
- Armstrong, N., & Welsman, J. R. (2000). Development of aerobic fitness during childhood and adolescence. *Pediatric Exercise Science*, 12, 128-149.
- Baker, J. (2003). Early specialization in youth sport: A requirement for adult expertise? *High Ability Studies*, 14, 85-94.
- Barnett, L. M., Beurden, E. V., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2009). Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *Journal of Adolescent Health*, 44, 252-259.
- Baxter-Jones, A. D., & Helms, P. J. (1996). Effects of training at a young age: A review of the training of young athletes (TOYA) study. *Pediatric Exercise Science*, 8, 310-327.
- Beunen, G. P., Malina, R. M., Van't Hof, M. A., Simons, J., Ostry, M., Renson, R., & Van Gerven, D. (1988). *Adolescent growth and motor performance: A longitudinal study of Belgian boys*. Champaign: Human Kinetics.
- Böhme, M. T., & Ré, A. H. (2009). O talento esportivo e o processo de treinamento a longo prazo. In D. De Rose Jr. (Ed.), *Esporte e atividade física na infância e na adolescência* (2ª ed., pp. 171-183). Porto Alegre: ArtMed.
- Bruch, V. L., Boscatto, A., Silva, J. B., Neto, A. N., Medeiros, H. J., Dantas, P. M., & Knackfuss, M. A. (2007). Indicadores cronológico, morfológico e funcional e os estágios da maturidade em escolares do Nordeste do Brasil: Um estudo comparativo. *Motricidade*, 3(1), 315-322.
- Brutsaert, T. D., & Parra, E. J. (2006). What makes a champion? Explaining variation in human athletic performance. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 151, 109-123.
- Burrows, M. (2007). Exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 305-312.
- Busseri, M. A., Rose-Krasnor, L., Willoughby, T., & Chalmers, H. (2006). A longitudinal examination of breadth and intensity of youth activity involvement and successful development. *Developmental Psychology*, 42, 1313-1326.
- Carvalho, M. I. M., & Vasconcelos-Raposo, J. (2007). Diferenças entre gêneros nas habilidades: Correr, saltar, lançar e pontapear. *Motricidade*, 3(3), 44-56.

- Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J. H., & Muller, J. (2000). Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 1698-1703.
- Davison, K. K., Werder, J. L., Trost, S. G., Baker, B. L., & Birch, L. L. (2007). Why are early maturing girls less active? Links between pubertal development, psychological well-being, and physical activity among girls at ages 11 and 13. *Social Science and Medicine*, 64, 2391-2404.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development*, 71, 44-56.
- Epstein, L. H., & Goldfield, G. S. (1999) Physical activity in the treatment of childhood overweight and obesity: Current evidence and research issues. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(11), S553-S559.
- Frisancho, A. R. (2009). Developmental adaptation: Where we go from here. *American Journal of Human Biology*, 21, 694-703.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents and adults* (6<sup>a</sup> ed.). Boston: McGraw Hill.
- Hensch, T. K. (2004). Critical period regulation. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 549-579.
- Hernandez, A. E., & Li, P. (2007). Age of acquisition: Its neural and computational mechanisms. *Psychological Bulletin*, 133, 638-650.
- Jantzen, K. J., & Kelso, J. A. (2007). Neural coordination dynamics of human sensorimotor behavior: A review. In V. K. Jirsa & A. R. McIntosh (Eds.), *Handbook of brain connectivity* (pp. 421-461). New York: Springer.
- Jones, M. A., Hitchen, P. J., & Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in boys and girls aged 10 to 16 years. *Annals of Human Biology*, 27, 57-65.
- Kemper, H. C. (2000). Skeletal development during childhood and adolescence and the effects of physical activity. *Pediatric Exercise Science*, 12, 198-216.
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1412-1425.
- Liebermann, D., Giesbrecht, G. F., & Müller, U. (2007). Cognitive and emotional aspects of self-regulation in preschoolers. *Cognitive Development*, 22, 511-529.
- Little, N. G., Day, J. A., & Steinke, L. (1997). Relationship of physical performance to maturation in perimenarchal girls. *American Journal of Human Biology*, 9, 163-171.
- Malina, R. M. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 22, 389-433.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or O. (2009). *Crescimento, maturação e atividade física*. São Paulo: Phorte.
- Malina, R. M., Pena Reyes, M. E., Eisenmann, J. C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18, 685-693.
- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1970). Variations in patterns of pubertal changes in boys. *Archives of Disease in Childhood*, 45, 13-23.
- Martindale, R. J., Collins, D., & Daubney, J. (2005). Talent development: A guide for practice and research within sport. *Quest*, 57, 353-375.
- Massa, M., & Ré, A. H. (2010). Características de crescimento e desenvolvimento. In L. R. Silva (Ed.), *Desempenho esportivo: Treinamento com crianças e adolescentes* (2<sup>a</sup> ed., pp. 71-108). São Paulo: Phorte.
- Morris, N. M., & Udry, J. R. (1980). Validation of a self-administered instrument to assess stage of adolescent development. *Journal of Youth and Adolescence*, 9, 271-280.
- Nedeljkovic, A., Mirkov, D. M., Kukolj, S., Ugarkovic, D., & Jaric, S. (2007). Effect of maturation on the relationship between physical performance and body size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 245-250.
- Nelson, C. A., & Bloom, F. E. (1997). Child development and neuroscience. *Child Development*, 68, 970-987.
- Nichols, D. L., Sanborn, C. F., & Essery, E. V. (2007). Bone density and young athletic women: An update. *Sports Medicine*, 37, 1001-1014.
- Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjörström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32, 1-11.
- Papalia, D. E., & Olds, S. W. (2000). *Desenvolvimento humano* (7<sup>a</sup> ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Patel, D. R., Pratt, H. D., & Greydanus, D. E. (2002). Pediatric neurodevelopment and sports

- participation: When are children ready to play sports? *Pediatric Clinics of North America*, 49, 505-531.
- Pearson, D. T., Naughton, G. A., & Torode, M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 277-287.
- Philippaerts, R. M., Vaeyens, R., Janssens, M., Renterghem, B. V., Matthys, D., Craen, R., ... Malina, R. M. (2006). The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 24, 221-230.
- Portal, M., Silva, J. B., Saraiva, A., Monte Júnior, G. C., Chaves, L. G., Neto, A. M., ... Dantas, E. H. (2008). Avaliação dos efeitos do treinamento em crianças futebolistas da Vila Olímpica da Mangueira. *Motricidade*, 4(2), 47-53.
- Praagh, E. V. (2000). Development of anaerobic function during childhood and adolescence. *Pediatric Exercise Science*, 12, 150-173.
- Ratel, S., Duché, P., & Williams, C. A. (2006). Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sports Medicine*, 36, 1031-1065.
- Raudsepp, L., & Páll, P. (2006). The relationship between fundamental motor skills and outside-school physical activity of elementary school children. *Pediatric Exercise Science*, 18, 426-435.
- Ré, A. H., Bojikian, L. P., Teixeira, C. P., & Böhme M. T. (2005). Relações entre crescimento, aptidão física, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 19, 153-162.
- Ré, A. H., Corrêa, U. C., & Böhme, M. T. (2010). Anthropometric characteristics and motor skills in talent selection and development in indoor soccer. *Perceptual and Motor Skills*, 110, 916-930.
- Roemmich, J. N., Richmond, E. J., & Rogol, A. D. (2001). Consequences of sport training during puberty. *Journal of Endocrinological Investigation*, 24, 708-715.
- Rogoff, B. (2005). *A natureza cultural do desenvolvimento humano*. Porto Alegre: Artmed.
- Rogol, A. D., Roemmich, J. N., & Clark, P. A. (2002). Growth at puberty. *Journal of Adolescent Health*, 31, 192-200.
- Rowland, T. W. (1996). *Developmental exercise physiology*. Champaign: Human Kinetics.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. (2003). The relationships between physical activity and cognition in children: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15, 243-256.
- Smith, D. J. (2003). A framework for understanding the training process leading to elite performance. *Sports Medicine*, 33, 1103-1126.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60, 290-306.
- Stork, S., & Sanders, S. W. (2008). Physical education in early childhood. *Elementary School Journal*, 108, 197-206.
- Tanner, J. M. (1962). *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Tiemeier, H., Lenroot, R. K., Greenstein, D. K., Tran, L., Pierson, R., & Giedd, J. N. (2010). Cerebellum development during childhood and adolescence: A longitudinal morphometric MRI study. *NeuroImage*, 49, 63-70.
- Timmons, B. W., Naylor, P.-J., & Pfeiffer, K. A. (2007). Physical activity for preschool children – How much and how? *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 32, S122-S134.
- Tomprowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2008). Exercise and children's intelligence, cognition, and academic achievement. *Educational Psychology Review*, 20, 111-131.
- Tranckle, P., & Cushion, C. J. (2006). Rethinking giftedness and talent in sport. *Quest*, 58, 265-282.
- Tucker, P. (2008). The physical activity levels of preschool-aged children: A systematic review. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 547-558.
- Van Den Berg, L., Coetzee, B., & Pienaar, A. E. (2006). The influence of biological maturation on physical and motor performance talent identification determinants of U-14 provincial girl tennis players. *Journal of Human Movement Studies*, 50, 273-290.
- Volver, A., Viru, A., & Viru, M. (2000). Improvement of motor abilities in pubertal girls. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 17-25.
- Williams, A., & Hodges, N. J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23, 637-650.

- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'Neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., & Pate, R. R. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children. *Obesity, 16*, 1421-1426.
- Wilson, R. S. (1986). Twins: Genetic influence on growth. In R. M. Malina & C. Bouchard (Eds.), *Sport and human genetics* (pp. 1-21). Champaign: Human Kinetics.
- Wolfe, C. D., & Bell, M. A. (2007). The integration of cognition and emotion during infancy and early childhood: Regulatory processes associated with the development of working memory. *Brain and Cognition, 65*, 3-13.
- World Health Organization (2005). *The European health report 2005: Public health action for healthier children and populations*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Yarrow, K., Brown, P., & Krakauer, J. W. (2009). Inside the brain of an elite athlete: The neural processes that support high achievement in sports. *Nature Reviews Neuroscience, 10*, 585-596.