

## O esporte e suas implicações na saúde óssea de atletas adolescentes

Carla Cristiane da Silva<sup>1</sup>, Altamir Santos Teixeira<sup>2</sup> e Tamara Beres Lederer Goldberg<sup>3</sup>

### RESUMO

A adolescência é um período fundamental para a aquisição da massa óssea. Em adolescentes atletas, o pico de massa óssea pode apresentar maior incremento, em virtude do estresse mecânico imposto aos ossos pelo exercício físico praticado. O objetivo desta revisão foi investigar o papel do treinamento esportivo vigoroso e precoce sobre a saúde óssea de atletas adolescentes. Através da revisão da literatura científica, envolvendo adolescentes atletas de diferentes modalidades e de ambos os sexos, é possível inferir que a densidade mineral óssea é potencializada pelos exercícios, quando grupos de atletas são comparados com grupos de controle. Entretanto, muito se discute na literatura quanto à recomendação da intensidade adequada da prescrição de exercício físico para população adolescente, uma vez que, caso o treinamento se torne muito extenuante, os benefícios gerados pela atividade sobre a saúde dos ossos podem ser minimizados ou anulados. Embora muita controvérsia ainda envolva o tema, independente do tipo de esporte praticado, o aumento de intensidade do treinamento deve ser razoável e coerente com as metas, sendo enfatizado treinamento seguro e eficaz para cada uma das faixas de idade e momentos da maturação biológica, independente dos calendários competitivos.

**Palavras-chave:** Adolescência. Esporte. Massa óssea. Exercício físico. Densidade mineral óssea.

1. Mestranda em Pediatria pelo Programa de Pós-Graduação em Pediatria da Faculdade de Medicina Botucatu-Unesp, Bolsista CNPq.
2. Professor Assistente do Departamento de Doenças Tropicais e Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina Botucatu-Unesp.
3. Professora Assistente Doutora do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina Botucatu-Unesp.

Recebido em 13/9/03

2ª versão recebida em 10/11/03

Aceito em 12/11/03

### Endereço para correspondência:

Profª Tamara Beres Lederer Goldberg  
Departamento de Pediatria – Disciplina de Adolescência  
18607-918 – Botucatu, SP – Brasil  
Tels.: (14) 3811-6274/3811-6083  
E-mail: tamara@fmb.unesp.br

### RESUMEN

#### *El deporte y sus implicaciones en la salud ósea de los atletas adolescentes*

*La adolescencia es un periodo fundamental para la adquisición de masa ósea. En los adolescentes atletas, el pico de masa óssea puede presentar un mayor incremento, en virtud del estrés mecánico impuesto a los huesos por el ejercicio físico practicado. El objetivo de esta revisión fue investigar el papel del entrenamiento deportivo vigoroso e precoz sobre la salud ósea de los atletas adolescentes. A través de esta revisión de la literatura científica, incluyendo adolescentes atletas de diferentes modalidades y de ambos sexos, es posible inferir que a la densidad mineral ósea es potencializada por los ejercicios, cuando los grupos de atletas son comparados con grupos control. Entretanto, mucho se discute en la literatura en cuanto a la recomendación de la intensidad adecuada de la prescripción de ejercicio físico para la población adolescente, una vez que, en caso de que el entrenamiento se torne muy extenuante, los beneficios generados por la actividad sobre la salud de los huesos pueden ser minimizados o anulados. Mismo que mucha controversia exista en torno al tema, independiente del tipo de deporte practicado, el aumento de intensidad del entrenamiento debe ser razonable y coherente con las metas, siendo enfatizado el entrenamiento seguro y eficaz para cada una de las franjas de edad y los momentos de maduración biológica, independientemente de los calendarios deportivos.*

**Palabras clave:** Adolescencia. Deporte. Masa ósea. Ejercicio físico. Densidad mineral ósea.

### INTRODUÇÃO

Grande ênfase tem sido dada aos efeitos da atividade esportiva sobre a massa óssea e a possibilidade de prevenção da osteoporose em época futura<sup>1</sup>, uma vez que o exercício físico vigoroso exerce um papel fundamental no processo de ganho de massa óssea<sup>2</sup>. Os mecanismos de carga, impostos pelos exercícios, aumentam a densidade mineral óssea, independentemente do sexo e da idade dos indivíduos que os praticam<sup>3</sup>.

O tecido ósseo é dinamicamente responsivo à demanda funcional que lhe é imposta, o que gera alterações de sua massa e força. Essas mudanças resultam da força gravitacional e da ação intensa dos músculos ligados aos ossos<sup>4</sup>. A resposta adaptativa do osso dependerá, portanto, da magnitude da carga e da frequência de aplicação, as quais, sendo regularmente repetidas, desencadeiam efeitos osteogênicos<sup>2,5</sup>.

A massa óssea responde por cerca de 80% da variação na força óssea, mas outros fatores como geometria óssea, arquitetura interna e propriedades mecânicas também afetam a força de um osso específico<sup>1</sup>.

O estresse contínuo provocado pelo exercício físico resulta em adaptações morfológicas, tais como: aumento da espessura cortical e maior conteúdo ósseo na inserção musculotendínea<sup>4</sup>. Para outros pesquisadores, os mecanismos pelos quais o esqueleto responde ao treinamento físico ainda não estão totalmente compreendidos<sup>1</sup>.

Embora existam controvérsias na literatura sobre os mecanismos de adaptação do tecido ósseo exposto a cargas externas, o impacto do exercício físico vigoroso sobre a massa óssea é relevante durante a adolescência, quando o pico de massa óssea está por ser alcançado<sup>1,6,7</sup>. O aumento da densidade mineral óssea durante a puberdade é devido primariamente à expansão do tamanho ósseo em função do crescimento físico e, posteriormente, pelo aumento da espessura da cortical<sup>1</sup>.

Pesquisas têm sugerido que o aumento da massa óssea durante e imediatamente após o crescimento pode indicar uma importante estratégia de prevenção da osteoporose<sup>1,5</sup>. Os mesmos autores relatam que um incremento de 3 a 5% na densidade mineral óssea resulta em redução no risco de fraturas na ordem de 20 a 30%. Há evidências de que os efeitos do exercício físico sobre a massa óssea, próximo ao pico máximo da velocidade de crescimento, seja o período mais efetivo para potencializar o ganho da massa óssea, quando comparado com exercícios físicos realizados apenas na fase final da adolescência<sup>8</sup>.

Nos últimos 10 anos, considerável número de jogadores profissionais no tênis, ginástica olímpica, natação, futebol e outros esportes tem-se destacado em idades muito jovens, aproximadamente por volta dos 15 aos 17 anos<sup>4,9</sup>.

É justamente pelos bons resultados obtidos por essas atletas e pelo interesse em atividades esportivas, que uma elevada proporção de jovens tem procurado os clubes de iniciação esportiva<sup>4</sup>. A idade precoce para o início das atividades esportivas tem ocorrido graças à complexidade dos movimentos técnicos e ao alto grau de habilidade motora requisitados pelos esportes competitivos<sup>4</sup>. Os períodos sensíveis para adquirir essas habilidades têm sido considerados entre os 10 e os 12 anos de idade para as adolescentes e de 10

a 13 anos para os adolescentes<sup>10</sup>, dependendo do seu nível de maturidade.

Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo verificar, por meio de uma revisão da literatura, quais os efeitos e possíveis comprometimentos gerados pelo treinamento esportivo vigoroso e precoce sobre a saúde óssea de atletas adolescentes.

## ADOLESCÊNCIA E O ESPORTE

A adolescência é um período da vida permeado por profundas mudanças biopsicossociais. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a fase da adolescência compreende a faixa etária entre 10 e 19 anos<sup>11</sup>.

O componente “bio” da adolescência é reconhecido como puberdade e envolve, entre outras alterações fisiológicas próprias da idade, o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, o ganho acelerado de estatura e peso e as alterações da composição corporal.

A maturação pubertária pode ser descrita pela seqüência dos eventos pubertários, avaliados mediante o momento de seu surgimento e pela duração temporal de cada um deles. Assim, a puberdade caracteriza-se por uma série de estágios previsíveis e apresenta-se através de uma seqüência de mudanças dos caracteres sexuais secundários<sup>12</sup>.

O impulso de crescimento observado na adolescência, manifestação mais precoce do início da maturação sexual, surge primeiramente no sexo feminino<sup>10</sup>. O primeiro evento nesse sexo é geralmente constituído pelo aparecimento do broto mamário, seguido pelo desenvolvimento dos pêlos pubianos. Nos adolescentes do sexo masculino, o primeiro evento é o aumento do volume testicular seguido posteriormente pelo aparecimento dos pêlos pubianos e, finalmente, pelo desenvolvimento do pênis em comprimento e depois em largura<sup>12</sup>.

As adolescentes apresentam seu pico máximo de velocidade de crescimento (PHV), em média, dois anos antes do que os adolescentes do sexo masculino.

O período de máxima aceleração no crescimento reflete o ganho em estatura advindo dos ganhos apendicular e troncular. Os membros apresentam aceleração anterior à do tronco, com incrementos nas regiões terminais apendiculares antes daquelas observadas nas regiões proximais. Os adolescentes apresentam-se anteriormente púberes nas suas extremidades, mãos e pés, antes que outras mudanças corporais externas sejam observadas. Após essas modificações, o estirão ocorrerá na região do tronco.

Além da rapidez com que essas mudanças ocorrem, os fatores genéticos e ambientais exercem influências marcantes sobre o desenvolvimento do adolescente. Como resultado, observam-se variações individuais e entre popula-

ções, com relação à idade de início, duração e magnitude dos eventos pubertários.

Nesse sentido, a idade cronológica não é reconhecida como indicador temporal adequado, pois, nem sempre é sensível às modificações individuais provocadas pelo processo de maturação. Dentro de um mesmo grupo etário, adolescentes do mesmo sexo podem apresentar grande variabilidade biológica, expressa particularmente pelo desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, que, por sua vez, indicam importantes diferenças no crescimento, desenvolvimento e aptidão física desses jovens.

Com relação ao esporte, a adolescência reveste-se de grande importância, não somente por aspectos específicos da prescrição de exercícios físicos a essa faixa de idade, como para todo o contexto biopsicossocial que envolve esse período da vida.

A importância dedicada à imagem corporal e a valorização da sociedade atual por indivíduos magros podem resultar em padrões alimentares restritivos e ingestão inadequada de nutrientes e energia. A busca frenética por padrões de beleza, auto-imagem idealizadas e reforçadas pela mídia podem desencadear transtornos alimentares<sup>6,13</sup> que resultam em quadros graves de anorexia e bulimia, acometendo particularmente adolescentes e adultos jovens. Nowark (1998)<sup>14</sup>, em investigação conduzida com 791 adolescentes australianos de ambos os sexos, entre 12 e 15 anos, confirmou, mediante a utilização de um questionário que abordava situações ligadas à imagem corporal, às condutas dietéticas e ao peso corporal, que os entrevistados, na sua grande maioria, estavam insatisfeitos com sua imagem corporal.

Essa insatisfação com a própria aparência pode conduzir e induzir os adolescentes à busca de atividades físicas e/ou esportivas de alta intensidade e grande volume de treinamento, não somente com fins competitivos, mas também como valorização do corpo e da imagem idealizados, a serem atingidos, muitas das vezes, a qualquer custo.

### **TREINAMENTO FÍSICO E SEUS EFEITOS POSITIVOS SOBRE A MASSA ÓSSEA DE ADOLESCENTES**

O repouso prolongado no leito pode ocasionar reduções importantes na densidade mineral óssea, com média de perda óssea de aproximadamente 4% ao mês. No entanto, a carga repetida, com intensidade e tensão adequadas, resulta em hipertrofia óssea<sup>5</sup>. Khan *et al.* (2001)<sup>15</sup>, através da análise de dados obtidos de pesquisas realizadas com crianças e adolescentes atletas, demonstram que o exercício físico está positivamente associado a melhor densidade mineral óssea.

Confirmando esse relato, Mackelvie *et al.* (2002)<sup>16</sup> descreveram, embasados em revisão da literatura de 1966 até 2002, que durante a adolescência é possível identificar um período crítico positivo para resposta óssea em exercício físico.

Para Nordström *et al.* (1995)<sup>8</sup>, existe forte associação entre massa óssea e força dos músculos adjacentes. Assim, incremento da massa muscular reflete-se em aumento da massa óssea, ou seja, os músculos, uma vez estimulados, irão desencadear aumento osteoblástico, na região óssea próxima do local onde se inserem. Esse fato tem sido observado quando tenistas profissionais demonstram aumento marcante na espessura óssea, de aproximadamente 6 a 9% no local de inserção dos músculos e tendões no rádio, em consequência do incremento da musculatura do antebraço e braço dominantes, que desferem os golpes<sup>4</sup>. Essa constatação sugere que a densidade mineral óssea é influenciada, particularmente nessa situação, pelos esforços físicos repetidos e não em virtude de outros fatores como o genético ou a nutrição do indivíduo.

O número de adolescentes envolvidos em práticas desportivas aumentou sensivelmente nos últimos anos<sup>17,18</sup>, tanto em competições olímpicas mundiais como em esportes competitivos recreacionais de caráter lúdico<sup>9</sup>.

Em relação ao tipo de esporte e os aumentos na densidade mineral óssea, estudos transversais realizados com grupos atléticos demonstram que o treinamento de força proporciona aumento na densidade mineral óssea quando comparado com o treinamento de resistência aeróbia<sup>2</sup>.

Existem consistentes pesquisas que confirmam que a atividade física moderada com suporte do peso, como corrida e saltos, têm impacto mais positivo sobre a deposição óssea do que atividades que não necessitam do suporte do peso, como a natação<sup>19</sup>.

Confirmando esses achados, Grimston *et al.* (1993)<sup>20</sup> revelam que crianças engajadas em esportes que envolvem impactos, tais como corrida, ginástica e dança, por mais do que três vezes semanais, apresentam aumento significativo da densidade mineral óssea do colo do fêmur, quando comparadas com crianças que treinam natação, e estas últimas apresentam maior densidade mineral óssea quando comparadas com as que não fazem exercício.

De forma similar, Lima *et al.* (2001)<sup>6</sup> observaram em meninos de 12 a 18 anos, que praticavam esportes de impacto, como basquetebol, ginástica e atletismo, aumento significativo na densidade mineral óssea na coluna lombar e no fêmur proximal, quando comparados com um grupo de adolescentes que praticavam esportes com carga ativa, tais como pólo aquático e natação. Entretanto, ambos os grupos apresentavam densidade mineral óssea superior à do grupo controle, de adolescentes que não praticavam ne-

nhum esporte. Pode-se inferir que o tipo de atividade física praticada influencia na magnitude das alterações da densidade mineral óssea, em jovens.

Na prática de outros esportes, como patins, Slemenda e Johnston (1993)<sup>21</sup> observaram que as patinadoras aumentaram em 5,6% a densidade mineral óssea total do corpo quando comparadas com as adolescentes que não patinavam.

O envolvimento das meninas nos esportes, particularmente balé e ginástica, tem sido muito investigado. Bass *et al.* (1998)<sup>22</sup> mensuraram a densidade mineral óssea de 45 ginastas ativas, com idade média de 10 anos, e 36 ginastas, com idade média de 25 anos e um grupo controle para cada um dos dois grupos. A densidade mineral óssea, no fêmur proximal e coluna lombar, das ginastas ativas foi de 0,7 a 1,9 desvios padrões maior do que naquelas de seu grupo controle, e a densidade mineral óssea aumentou de forma conjugada ao aumento da duração do treinamento. Durante um período de 12 meses de treinamento, as ginastas ativas demonstraram maior densidade mineral óssea do que seu grupo controle na ordem de 30 a 85% na coluna lombar e colo do fêmur, respectivamente. Nas ginastas, a densidade mineral óssea foi 0,5 a 1,5 desvio padrão maior do que no seu grupo controle respectivo. Os autores concluíram que a densidade mineral óssea aumentada, durante a adolescência, pode ter efeito a longo prazo na vida adulta de ginastas, sendo seus efeitos positivos verificados por décadas, após a interrupção do treinamento físico.

Várias pesquisas têm demonstrado que o pico de massa óssea ocorre durante a fase de maior crescimento físico em ambos os sexos<sup>6,7</sup>. Com relação ao aumento pronunciado da massa óssea durante a adolescência, recebe destaque o processo maturacional, visto que estudos sugerem que os estágios II e III de Tanner, quando associados com atividades esportivas, promovem aumento significativo na densidade mineral óssea da grande maioria de adolescentes<sup>15</sup>.

Haapasalo *et al.* (1998)<sup>23</sup>, utilizando os critérios de Tanner para o sexo feminino, estudaram os efeitos do treinamento de tênis e da maturação sexual, e o seu impacto na densidade óssea dos membros superiores. Os resultados indicaram que, no estágio I de Tanner, o ganho na densidade mineral das tenistas só ocorria quando o treinamento era muito intenso e que o aumento mais pronunciado era nos estágios III e IV. Os autores propuseram que, em estágios iniciais da puberdade, a repercussão óssea ao estímulo da sobrecarga é pouco significativa, enquanto que, em fases mais avançadas da maturidade sexual, o padrão hormonal conjugado à atividade esportiva conduz a maior deposição de massa óssea nos locais específicos dos estímulos musculares.

Assim, a avaliação da maturação sexual parece ser fundamental quando se objetiva prescrever programas de exer-

cícios físicos para adolescentes, uma vez que o aumento da secreção de gonadotrofinas e esteróides sexuais gonadais induzem o desenvolvimento sexual, aumento da massa corporal, estatura e melhora na aptidão física dos jovens<sup>10</sup>.

Nordström *et al.* (1998)<sup>24</sup> investigaram a influência de diferentes tipos de esportes que suportam o peso corporal, força muscular e as mudanças pubertárias sobre a densidade mineral óssea de adolescentes do sexo masculino. O primeiro grupo consistiu de 12 jogadores de *badminton*, com média de idade de  $17,0 \pm 0,8$  anos, com treinamento de  $5,2 \pm 1,9$ h/semana. O segundo grupo era de 28 jogadores de hóquei no gelo, com média de idade de  $16,9 \pm 0,3$  anos, com treinamento de  $8,5 \pm 2,2$ h/semana. O terceiro grupo, de controle, foi formado por 24 adolescentes com média de idade de  $16,8 \pm 0,3$  anos, com treinamento de  $1,4 \pm 1,4$ h/semana. Os resultados indicaram que a densidade mineral óssea dos jogadores de *badminton* foi significativamente maior do que a dos praticantes de hóquei no gelo, apesar de redução significativa na média de treinamento semanal, indicando que o exercício físico, incluindo saltos, reveste-se de grande efeito osteogênico.

Investigações relatam que intervenções utilizando-se do princípio de que exercício físico atua sobre o aumento da massa óssea na infância e adolescência propiciam associação consistente entre esses eventos e densidade mineral óssea aumentada na vida adulta<sup>22</sup>.

## O TREINAMENTO FÍSICO EXAUSTIVO COMPROMETE A SAÚDE ÓSSEA?

As reações esqueléticas frente às diferentes cargas de um esporte específico podem ser positivas ou negativas<sup>2</sup>. No período da puberdade, o exercício físico intenso nem sempre traz benefícios para os adolescentes, particularmente com relação ao crescimento esquelético<sup>9</sup>. Damsgaard *et al.* (2001)<sup>25</sup> sustentam que o treinamento de força intenso em adolescentes parece acarretar decréscimo nos níveis de IGF-I, sugerindo que esse treinamento pode reduzir o crescimento e comprometer a estatura final.

Theintz *et al.* (1993)<sup>26</sup> demonstraram redução na estatura e baixo nível de IGF-I em ginastas jovens, com treinamento intenso e submetidas à baixa ingestão dietética, com o objetivo de manter imagem corporal mais adequada, com influência no julgamento da competição. Roemmich e Sinning (1997)<sup>27</sup> observaram redução significativa de IGF-I em um grupo de adolescentes lutadores, submetidos a treinamento intenso, associado a dieta restritiva, com a perspectiva de alcançar baixo peso e reclassificação para categorias inferiores na competição.

Se, por um lado, existem adaptações positivas do tecido ósseo relacionadas ao exercício físico, quando realizado

em intensidade adequada, podem, por outro lado, ocorrer reações com influência negativa, quando do excesso de treinamento. Fraturas por estresse geradas por sobrecarga repetida afetam comumente atletas adolescentes<sup>18</sup>.

Nesse sentido, vários são os fatores que devem ser considerados quando da prescrição de exercícios físicos intensos, como os níveis de maturação, as diferenças temporais do crescimento físico, o momento do pico de massa óssea nos diversos locais, bem como a regulação hormonal desses processos.

Com relação ao sexo feminino, existe grande preocupação em avaliar o papel das variações metabólicas requeridas durante as atividades físicas vigorosas sobre o sistema hormonal e reprodutivo<sup>28</sup>. Estudos têm detectado menor velocidade de crescimento e menor mineralização óssea em adolescentes do sexo feminino, praticantes de esportes que exigem alta intensidade e controle intenso do peso corporal, especialmente no grupo de ginastas<sup>29</sup> e de corredoras<sup>30</sup>.

A ginástica olímpica impõe intensidade de treinamento, por vezes, muito acentuada, com forças de reação no solo que podem alcançar até 15 vezes o peso corporal da ginasta<sup>15</sup>. A iniciação nesse esporte ocorre, normalmente, na infância e estende-se por toda a adolescência, quando a atleta já se encontra em competições importantes nacionais e internacionais<sup>29</sup>.

Vinte e duas atletas juvenis de ginástica olímpica, com idade de 11 a 14 anos, foram seguidas em seus treinamentos por cinco anos e comparadas com um grupo composto por meninas de idade similar, que não praticavam ginástica olímpica, caracterizado como grupo controle. Os resultados mostraram que as ginastas apresentaram atraso na menarca e alta incidência de lesões, particularmente na região da coluna lombar, quando comparadas com o grupo controle<sup>29</sup>.

Um grupo de 15 profissionais de balé, com idade de 12 a 15 anos, foi seguido por quatro anos<sup>28</sup>. O autor concluiu que o alto gasto de energia provocado pelo treinamento físico, média de 16,8h/semanais, pode ter ocasionado importante modulação sobre o eixo hipotálamo-hipofisário na puberdade que, em combinação com o baixo percentual de gordura corporal, prolongou o estágio pré-puberal e induziu a amenorréia.

De acordo com alguns autores, o atraso na menarca se relaciona com atividade física intensa antes da puberdade; conseqüentemente, redução da massa óssea podendo comprometer o crescimento potencial<sup>31</sup>, mecanismo esse não bem esclarecido. Para Mantonelli *et al.* (2002)<sup>32</sup>, aparentemente existe relação entre os distúrbios menstruais e a diminuição da massa óssea, decorrente do hipoestrogenismo observado nas atletas com amenorréia.

Entretanto, esses aspectos não são exclusivos das ginastas, pois, investigações com atletas de diferentes esportes (tênis e natação) têm indicado menarca tardia e esta tem sido atribuída ao treinamento intenso. Embora vários fatores possam influenciar na idade de menarca, como a predisposição genética, o baixo peso e/ou o baixo percentual de gordura corporal, condutas dietéticas restritivas e estresses, parece que o excesso de treinamento é um determinante fundamental, quando se avalia esse fenômeno entre as atletas<sup>32</sup>.

Gremion *et al.* (2001)<sup>30</sup> ressaltam que o treinamento extenuante de corrida também pode afetar a homeostase dos hormônios sexuais femininos, resultando por vezes em amenorréia secundária, elevado risco de osteopenia e fragilidade óssea precoce. Para esses pesquisadores, a amenorréia está relacionada à intensidade do treinamento de corrida, à restrição dietética a que as atletas são submetidas, ao baixo peso e à conseqüente redução de gordura.

Mantonelli *et al.* (2002)<sup>32</sup> descrevem que a amenorréia e a menarca tardia, por vezes, anulam o efeito protetor do exercício físico sobre a mineralização óssea. Entretanto, os efeitos negativos observados em relação à densidade mineral óssea, decorrentes do alto nível de intensidade do exercício, não se restringem ao sexo feminino. Bilanin *et al.* (1989)<sup>33</sup> encontraram significativo decréscimo na densidade mineral óssea em garotos adolescentes corredores de longa distância, com média de distância percorrida de 92km ± 6,3/semana, quando comparados com adolescentes que não corriam.

A alta intensidade e o grande volume de treinamento são tipicamente verificados em atividades esportivas efetuadas pelos adolescentes do sexo masculino, particularmente nos esportes que envolvem força e potência musculares. Frequentemente, os adolescentes buscam aumento significativo na massa muscular mediante exercícios com pesos efetuados em salas de musculação. A busca de hipertrofia muscular solicita dos músculos envolvidos sobrecargas de treinamento próximas à máxima<sup>9</sup>. Muitas vezes, técnicos esportistas prescrevem para adolescentes e pré-adolescentes um treinamento de força como meio para alcançar hipertrofia, potência e/ou definição muscular, ou simplesmente para melhorar a aparência<sup>34</sup>.

A Academia Americana de Pediatria (2001)<sup>34</sup> admite a implementação de programas de força e resistência para crianças e jovens. No entanto, sugere evitar levantamentos máximos (uma, duas ou três repetições máximas) até que os adolescentes se encontrem no estágio V de maturidade dos caracteres sexuais, propostos por Marshall e Tanner. A grande preocupação, quanto ao levantamento máximo, concentra-se na possibilidade de ocorrer lesão na placa epifi-

sária que, antes do amadurecimento fisiológico, fica vulnerável a essa alteração.

Estudos têm mostrado que o treinamento de força, quando adequadamente estruturado com relação à frequência, tipo, intensidade e duração do programa, pode aumentar a força em pré-adolescentes e adolescentes<sup>35</sup>. Esse autor relata que os adolescentes submetidos a um programa de treinamento de força podem beneficiar-se melhorando suas habilidades motoras, potencializando sua aptidão física em esportes específicos e obtendo melhor preparo nas competições. Entretanto, pesquisas adicionais, envolvendo crianças e adolescentes, devem ser efetuadas, no sentido de verificar os efeitos agudos e crônicos do treinamento com pesos sobre variáveis anatômicas e fisiológicas<sup>35</sup>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a literatura indique os efeitos positivos da atividade esportiva à saúde óssea, muita controvérsia existe na prescrição de exercícios físicos mais adequados, tanto em intensidade como em duração, quando se objetiva potencializar a modelação dos ossos.

Quando a prescrição de exercícios físicos se direciona à população adolescente, deve ser ainda mais cautelosa, uma vez que essa fase da vida se caracteriza por intensas transformações biológicas, entre elas o crescimento estatural, o amadurecimento neuroendócrino, o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários e as transformações pronunciadas dos sistemas cardiovascular e músculo-esquelético. Além disso, o grande desafio para quem orienta as atividades esportivas para jovens é convencê-los a assumir uma intensidade constante e adequada e não acima dos limites fisiológicos, já que o adolescente é naturalmente imediatista, questionador de padrões preestabelecidos e com constantes flutuações de humor e estado de ânimo.

O aumento de intensidade do treinamento deve ser razoável e coerente com as metas, sendo enfatizado treinamento seguro e eficaz para cada uma das faixas de idade e momentos da maturação biológica, independente dos calendários competitivos.

---

*Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*

---

## REFERÊNCIAS

1. Pettersson U, Nordström P, Alfredson H, Henriksson-Larsen K, Lorentzon R. Effect of high impact activity on bone mass and size in adolescent females: a comparative study between two different types of sports. *Calcif Tissue Int* 2000;67:207-14.
2. Chilibeck PD, Sale DG, Webber CE. Exercise and bone mineral density. *Sports Med* 1995;19:103-22.
3. Snow CM, Williams DP, Lariviere J, Fruchs RK, Robinson TL. Bone gains and losses follow season training and detraining in gymnasts. *Calcif Tissue Int* 2001;69:7-12.
4. Krahl H, Michaelis U, Pieper HG, Quack G, Montag M. Stimulation of bone growth through sports. *Am Sports Med* 1994;22:751-7.
5. Plapler PG. Osteoporose e exercícios. *Rev Hosp Clin Fac Med Univ São Paulo* 1997;52:163-70.
6. Lima F, Falco V, Baima J, Carazzato JG, Pereira RMR. Effect of impact load and active load on bone metabolism and body composition of adolescent athletes. *Med Sci Sports Exercise* 2001;33:1318-23.
7. Crawford PB, Wang MC, Sabry ZI, Hudes M. Adolescent diet is predictive of peak bone mass. *Am J Clin Nutr* 2002;75:356.
8. Nordström P, Thorsen K, Nordström G, Bergström E, Lorentzon R. Bone mass, muscle strength, and different body constitutional parameters in adolescent boys with a low or moderate exercise level. *Bone* 1995;17:351-6.
9. Guy JA, Micheli LJ. Strength training for children and adolescents. *J Am Acad Orthop Surg* 2001;9:29-36.
10. Viru A, Loko J, Harro M, Volver A, Laaneots L, Viru M. Critical periods in development of performance capacity during childhood and adolescence. *Eur J Phys Educ* 1999;4:75-119.
11. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneve, 1995:453.
12. Colli AS. Crescimento e desenvolvimento físico do adolescente. In: Makaroun MF, Souza RP, Cruz AR, editores. *Tratado de adolescência: um estudo multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Editora Cultura Médica, 1991; 5-27.
13. Goldberg TBL. Anorexia nervosa e bulimia. In: Coates V, Beznos GW, Françaço LA, editores. *Medicina do Adolescente*. 2ª ed. São Paulo: Sarvier, 2003;105-12.
14. Nowark M. The weight-conscious adolescent: body image, food intake, and weight-related behavior. *J Adolesc Health* 1998;23:389-98.
15. Khan K, McKay HA, Kannus P, Bailey D, Wark J, Bennell KL. *Physical activity and bone health*. United States: Human Kinetics, 2001;87-97.
16. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? A systematic review. *Br J Sports Med* 2002;36:250-7.
17. Outebridge AR, Micheli LJ. Overuse injuries in the young athlete. *Clin Sports Med* 1995;14:503-17.
18. Oepfen RS, Jaramillo D. Sports injuries in the young athlete. *Top Magn Reson Imaging* 2003;14:199-208.
19. Taaffe DR, Snow-Harter C, Connolly DA, Robinson TL, Brown MD, Marcus R. Differential effects of swimming versus weight-bearing activity on bone mineral status of eumenorrheic athletes. *J Bone Miner Res* 1995;10:586-93.
20. Grimston SK, Willows ND, Hanley DA. Mechanisms loading regime and its relationship to bone mineral density in children. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:1203-10.
21. Slemenda CW, Johnston CC. High intensity activities in young women: site specific bone mass effects among male figure skaters. *Bone Miner* 1993;20:125-32.
22. Bass SG, Pearce M, Hendrich E, Delmas PD, Harding A, Seeman E. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res* 1998;13:500-7.
23. Haapasalo H, Kannus P, Sievänen H, Pasanen M, Llusí-Rasi K, Heinonen A, et al. Effect of long-term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. *J Bone Miner Res* 1998;13:310-9.
24. Nordström P, Pettersson U, Lorentzon R. Type of physical activity, muscle strength, and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. *J Bone Miner Res* 1998;13:1141-8.

- 
25. Damsgaard R, Bencke J, Müller J. IGF-I levels in 188 adolescents during two years of training at a competitive level. *Am Acad Pediatr, Comm Sports Med Fit* 2001;33:S288.
  26. Theintz GE, Howald H, Weiss U, Sizonenko PC. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *J Pediatr* 1993; 122:306-13.
  27. Roemmich JN, Sinning WE. Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. Data demonstrating the ability of high-intensity exercise in adolescents to lead to a marked catabolic state. *J Appl Physiol* 1997;82:1760-4.
  28. Warren MP. The effects of exercise on pubertal progression and reproductive function in girls. *J Clin Endocrinol Metab* 1980;51:1150-6.
  29. Lindholm C, Hagenfeldt K, Ringertz BM. Pubertal development in elite juvenile gymnasts. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1994;73:269-73.
  30. Gremion G, Rizzolo R, Sloman D, Theintz G, Bonjour JP. Oligo-amenorrheic long-distance runners may lose more bone in spine than in femur. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:15-21.
  31. Broso R, Subrizi R. Gynecologic problems in female athletes. *Minerva Ginecol* 1996;48:99-106.
  32. Mantonelli G, Vitale MSS, Amancio OMS. Amenorréia e osteoporose em adolescentes atletas. *Rev Nutr* 2002;15:319-32.
  33. Bilanin JE, Blanchard MS, Russek-Cohen E. Lower vertebral bone density in male long distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 1989;21:66-70.
  34. American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics* 2001; 107:1470-2.
  35. Faigenbaum AD. Strength training for children and adolescents. *Clin Sports Med* 2000;19:593-619.