



## REVISÃO

# ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE – PRÁTICA DESPORTIVA APÓS CIRURGIA DE CORREÇÃO

**Diogo Moura, Oliana Tarquini, Pedro Sá Cardoso, Tah Pu Ling**

Serviço de Ortopedia Pediátrica, Hospital Pediátrico - Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra,  
EPE

**Diogo Moura**

Inerno de Formação Específica de Ortopedia

**Oliana Tarquini, Pedro Sá Cardoso**

Assistente Hospitalar

**Tah Pu Ling**

Assistente Hospitalar Graduado

**Submetido em** 27 maio 2018

**Revisto em** 25 junho 2018

**Aceite em** 26 junho de 2018

**Tipo de Estudo:** Estudo Terapêutico

**Nível de Evidência:** V

**Declaração de conflito de interesses:** Nada a declarar.

**Correspondência**

Diogo Moura

Serviço de Ortopedia Pediátrica

Hospital Pediátrico - Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, EPE

Avenida Afonso Romão

3000-602 Coimbra

dflmoura@gmail.com

## RESUMO

A participação em atividades desportivas por crianças e adolescentes tornou-se um aspeto importante na sociedade atual em termos do desenvolvimento e crescimento. Os adolescentes submetidos a cirurgia de correção de escoliose idiopática não fogem à regra, no entanto a decisão acerca do seu regresso à prática desportiva é multifatorial e deve ser individualizada tendo em conta os padrões e graus de deformidade de cada curva, o número de níveis artrodesados e o nível mais distal de artrodese, o tipo de atividade desportiva a praticar, entre outros. Atualmente não existe evidência científica acerca da altura ideal para os pacientes submetidos a cirurgia de correção da escoliose idiopática regressarem à prática desportiva, sendo que a decisão deve ser adaptada a cada paciente. Este artigo apresenta uma revisão da literatura acerca deste tema após pesquisa na base de dados *Pubmed/Medline* e seleção dos artigos originais publicados em língua inglesa, a posição do nosso centro e sua justificação e propõe recomendações gerais com base na evidência científica atual.

**Palavras chave:** *Escoliose idiopática do adolescente; coluna vertebral; desporto; cirurgia; artrodese; restrição*

## ABSTRACT

Sports activities participation of kids and teenagers has become an important issue in current society concerning developing and growing. Teenagers submitted to correction surgery of idiopathic scoliosis are no exception to such rule, however the decision regarding their return to sports practice is multifactorial and should be individualized, based on the patterns and degree of each curve, the number of fused levels and the distal fused level, the type of sports activity, among others. Currently there is no scientific evidence about the ideal time for patients submitted to correction surgery of idiopathic scoliosis to return to sports practice, so the decision should be adapted for each case. This paper presents a literature review about this subject after research at database Pubmed/Medline and english language original papers selection, our center guidelines and underlying rationale and suggests general recommendations based on the current scientific evidence.

**Key words:** *Idiopathic adolescent scoliosis; spine; sports; surgery; fusion; restriction*

## INTRODUÇÃO

A anatomia segmentada da coluna vertebral permite que esta funcione como uma articulação e que ao longo do dia apresente várias curvaturas de acordo com a posição solicitada. Na coluna normal, estas curvaturas são transitórias e reversíveis, no entanto, quando se tornam persistentes passam a constituir deformidades, que podem ser funcionais ou estruturais<sup>1</sup>. As deformidades funcionais ou não estruturais são as mais frequentes e são flexíveis, corrigindo-se após movimentos contrários. Por sua vez, as **deformidades estruturais** são alterações morfológicas ósseas (acunhamento dos corpos vertebrais) e rígidas (não passíveis de correção com movimentos), sendo estas as que serão abordadas ao longo deste artigo<sup>1,2</sup>.

A maioria das deformidades da coluna vertebral têm causa desconhecida (idiopática) e são consideradas das doenças mais complexas do aparelho locomotor, tendo sido objeto de várias teorias em relação à sua origem. Atualmente aceita-se a sua etiologia multifatorial e a interação entre fatores ambientais (biomecânicos, posturais, neuromusculares, traumáticos, entre outros) e fatores genéticos (défice de melatonina, crescimento da medula, defeitos de proprioceção, entre outros) na sua origem<sup>1,3-7</sup>.

A **escoliose** é uma deformidade tridimensional definida por uma curvatura da coluna vertebral no plano frontal ou coronal com ângulo Cobb superior a 10 graus, associada a rotação dos corpos vertebrais<sup>8,9</sup>. A maioria das escolioses são curvaturas torácicas inferiores a 20 graus, convexas para a direita e de origem idiopática<sup>8,10</sup>. São deformidades tipicamente indolores encontradas ocasionalmente em exames físicos de rotina em crianças por volta dos 10 anos de idade, constituindo o grupo da denominada **escoliose idiopática do adolescente**<sup>8</sup>. O grau e progressão da curva de deformidade idiopática, bem como a idade fisiológica do paciente, são fatores importantes na escolha do **tipo de tratamento**. A maior parte das escolioses são ligeiras, devendo ser apenas vigiada a sua evolução. Isto está indicado nas escolioses inferiores a 25 graus nos pacientes sem maturidade esquelética e nas inferiores a 40-50 graus nos com maturidade esquelética<sup>8</sup>. O tratamento com colete dorsolombostato e fisioterapia (com foco na flexibilidade da coluna

vertebral e estabilização central) está indicado nos indivíduos esqueleticamente imaturos com escolioses com curvas entre 25-30 e 45 graus ou com progressão superior a 5 graus em intervalos de seis meses, sendo o seu objetivo, não o de corrigir a deformidade, mas de prevenir a sua progressão na coluna em crescimento até se atingir a maturidade esquelética<sup>8,11</sup>. Nas escolioses superiores a 45-50 graus, que correspondem a menos de 10% das escolioses idiopáticas, poderá estar indicada intervenção cirúrgica, com manipulação e redução possível da deformidade, seguida de artrodese instrumentada<sup>8,12,13</sup>.

Os objetivos gerais do tratamento cirúrgico das escolioses idiopáticas pediátricas são corrigir e parar a progressão da curva e procurar garantir uma coluna vertebral equilibrada estável e funcionalmente móvel abaixo e acima dos segmentos artrodesados<sup>8</sup>. A cirurgia de correção da escoliose idiopática mais praticada atualmente consiste nos seguintes procedimentos efetuados por via posterior: facetectomias de modo a aumentar a mobilidade da coluna e aumentar superfície de artrodese, osteotomias de Ponte no ápex da curva para aumentar a mobilidade da coluna, manobras de desrotação em bloco e segmento a segmento, *in-situ bending* e compressão-distração para correção da deformidade e artrodese póstero-lateral tóraco-lombar com parafusos pediculares para a sua estabilização na posição pretendida, com ou sem ganchos e fitas sub-laminares como alternativa aos parafusos pediculares e com enxerto ósseo autólogo. As osteotomias têm como objetivo tornar a coluna mais móvel de modo a se conseguir corrigir de forma mais eficaz a sua deformidade através de manobras de desrotação. Os procedimentos seguintes visam obter uma artrodese póstero-lateral da coluna vertebral, isto é, uma fusão óssea inter-laminar, inter-facetária e inter-transversária de modo a estabilizar a coluna vertebral em posição corrigida (Figura 1).

### Prática desportiva após cirurgia de correção

A participação em atividades desportivas por crianças e adolescentes tornou-se um aspeto importante na sociedade atual devido aos conhecidos benefícios físicos, psicológicos e sociais do desporto em geral, sendo considerado algo importante em termos do desenvolvimento e crescimento. Os adolescentes

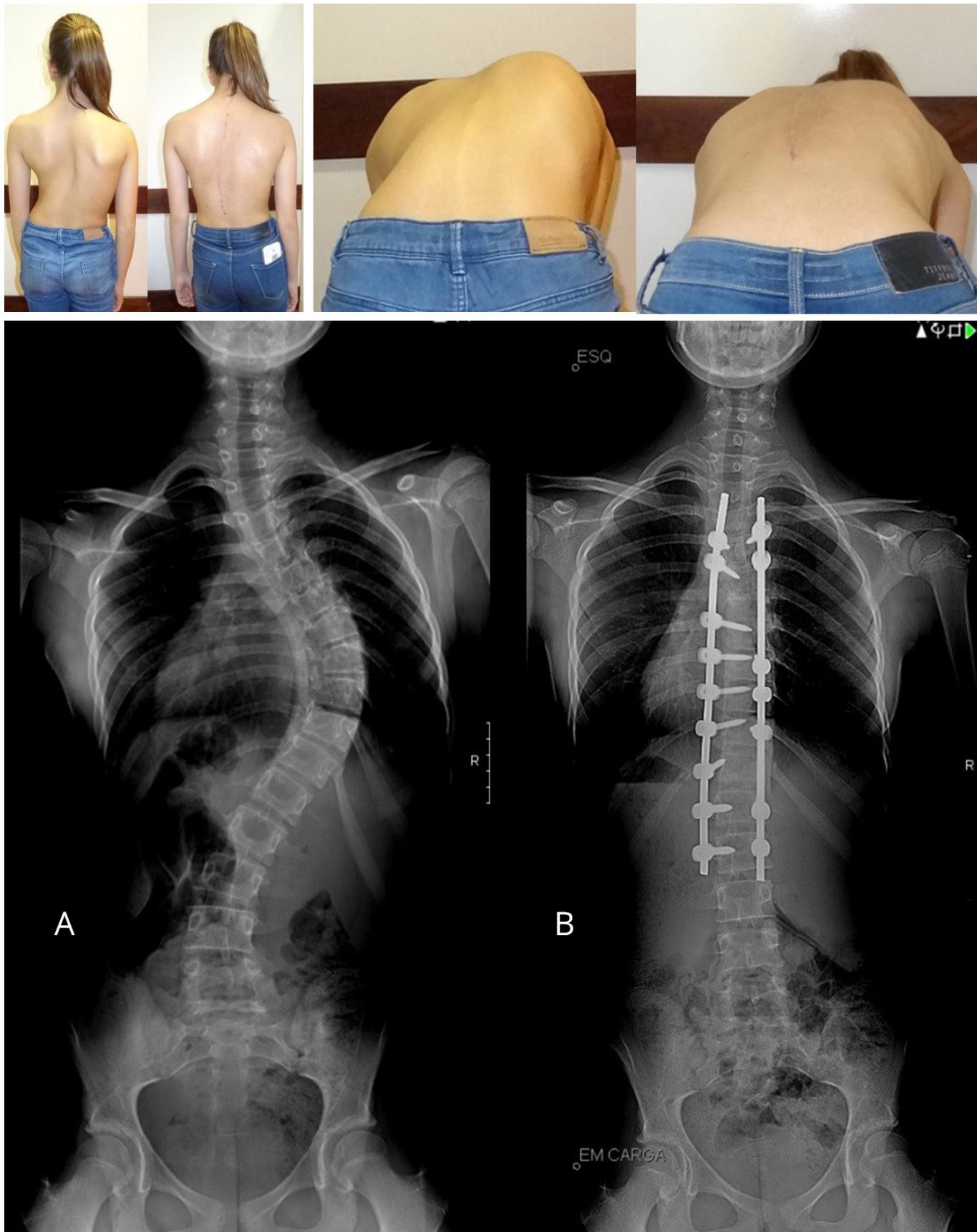


Figura 1 – Imagens da deformidade escoliótica, do teste de Adams e das radiografias extralongas no pré (A) e pós-operatório (B) em cirurgia de correção de escoliose idiopática torácica do adolescente.

submetidos a cirurgia de correção de escoliose idiopática não fogem à regra, no entanto a decisão acerca do seu regresso à prática desportiva é multifatorial e deve ser individualizada tendo em conta os padrões e graus de deformidade de cada curva, o número de níveis artrodesados e o nível mais distal de artrodese, o tipo de atividade desportiva a praticar (sem contacto físico, com contacto físico limitado ou de colisão ou contacto físico permitido), entre outros<sup>8,14-20</sup>. Atualmente não existe evidência científica acerca da altura ideal para os pacientes submetidos a cirurgia de correção da escoliose idiopática do adolescente regressarem à prática desportiva, sendo que a decisão se tem baseado na filosofia de cada ortopedista<sup>7,14,21</sup>. Apesar da limitada literatura sobre o tema, trata-se de um tópico muito importante na medida em que a maioria dos adolescentes operados vão querer retomar as suas atividades desportivas e é necessária uma resposta segura para lhes oferecer, havendo sempre implícito o receio do risco de uma lesão neurológica grave por excesso de solicitação sobre uma coluna vertebral instrumentada ainda sem artrodese consumada, receio muitas vezes partilhado pelo cirurgião, pelo adolescente, pelos pais e pelo treinador. Apesar da limitada evidência científica, os ortopedistas devem estar preparados para dar uma resposta aos pacientes e aconselhá-los da melhor maneira quanto ao regresso seguro à atividade física e aos riscos acrescidos de determinados tipos de desportos (sobretudo os de contacto e colisão)<sup>18,19</sup>. Além disso, a proibição ou não de desportos de colisão no pós-operatório é importante até na proposta inicial da cirurgia de correção da escoliose quando o paciente refere que pretende continuar a praticar desportos de colisão após a intervenção cirúrgica. Face a estas dúvidas os autores fizeram uma revisão da literatura científica atual acerca deste através de pesquisa na base de dados *Pubmed/Medline* e seleção dos artigos originais publicados em língua inglesa.

Um estudo prospectivo em 77 pacientes com escoliose idiopática do adolescente submetidos a correção cirúrgica e artrodese estudou-os quanto ao regresso à atividade escolar e desportiva ao longo de 12.8 meses de seguimento médio<sup>22</sup>. Os ortopedistas deste estudo permitiram início de desporto sem contacto entre as 6 e as 24 semanas e desporto com contacto físico apenas após os 6 meses de

pós-operatório. A mediana do tempo de regresso à escola a tempo inteiro foi de 10 semanas, sendo que a maioria (77.3%) demorou 16 semanas a conseguir este regresso. As curvas escolióticas pré-operatórias superiores a 70° (risco relativo=3.38; p=0.008), a perda pós-operatória de peso corporal superior a 5Kg (risco relativo=3.02; p=0.012) e a incidência de complicações respiratórias minor perioperatórias (risco relativo=2.89; p=0.024) constituíram fatores preditores independentes de um regresso à escola mais tardio. Cerca de metade da amostra regressou a desportos de contacto aos 6 meses e 95.7% dos pacientes aos 18 meses de pós-operatório praticavam desporto a um nível igual ou superior ao pré-operatório. No final do tempo de seguimento apenas 3 pacientes não voltaram a praticar atividade física sem restrições devido a queixas de dor dorsolumbar. Neste estudo não se verificou qualquer complicação na instrumentação relacionada com a prática desportiva<sup>22</sup>.

Por sua vez, um questionário efetuado a 23 ortopedistas membros do *Spinal Deformity Study Group* concluiu que a instrumentação com parafusos pediculares e a sua estabilidade mecânica em adolescentes submetidos a cirurgia de correção de escoliose idiopática permite um regresso mais precoce dos pacientes a desportos sem e com contacto em comparação com instrumentações híbridas com parafusos pediculares e ganchos sub-laminares. Grande parte destes ortopedistas permitem o regresso à corrida aos 3 meses, a desportos sem e com contacto aos 6 meses e desportos de colisão aos 12 meses de pós-operatório<sup>14</sup>. Independentemente do tipo de instrumentação, 20% destes cirurgiões nunca permitem prática de desportos de colisão nestes pacientes, no entanto todos permitem regresso a desportos com e sem contacto. Verificou-se uma associação entre um nível mais distal da última vértebra instrumentada e mais ortopedistas proibirem a prática de desportos de colisão, correspondendo esta proibição a 33% para L4 como último nível em comparação com apenas 12% para T12 e L1. Apesar disto, 35% dos inquiridos consideram que o nível distal de instrumentação não tem qualquer influência no regresso ao desporto. De acordo com a experiência de todos os questionados, o que inclui um total de cerca de 10000 cirurgias a escoliose idiopática ao longo dos últimos 10 anos,

foi reportado apenas um *pull-out* (perda de presa e migração) de um parafuso pedicular sem défice neurológico após um paciente ter feito *snowboard* às 2 semanas de pós-operatório<sup>14</sup>.

Um questionário retrospectivo em 95 pacientes com tempo mínimo de seguimento de 2 anos sobre a sua atividade física após cirurgia a escoliose idiopática obteve os seguintes resultados: aos 3 meses 77% regressaram à escola, 60% faziam inclinações do tronco, 52% carregavam mochilas, 43% corriam e 37% iam ao ginásio; aos 6 meses 54% regressaram a desportos sem contacto, 63% a desportos com contacto e 38% a desportos de colisão<sup>21</sup>. Cerca de 80% e 54% da amostra regressou ao mesmo nível pré-operatório de prática desportiva de contacto e sem contacto, respetivamente. O índice de massa corporal mais elevado foi um fator de risco significativo para regresso tardio (definido como superior a 3 meses) à escola e à atividade de ginásio, enquanto a artrodese abaixo de L2 e uma idade mais precoce foram fatores de risco significativos para regresso tardio ( $>3$  meses) às inclinações do tronco, corrida e carregar a mochila ( $p<0.05$ ). Os pacientes com ângulo Cobb pré-operatório superior a 70° apresentaram atraso no regresso à escola e no início das inclinações do tronco em comparação com os restantes ( $p=0.019$ ). Neste estudo não se verificou qualquer perda de correção, falência dos implantes ou complicações relacionadas com atividade física<sup>21</sup>.

Por sua vez, um estudo retrospectivo procurou identificar quais os fatores preditores do regresso à atividade física após cirurgia de correção de escoliose idiopática<sup>7</sup>. Após análise de 42 adolescentes e tempo médio de seguimento de 5.5 anos verificaram que 59.5% da amostra tinha regressado à prática desportiva em nível igual ou superior ao pré-operatório num tempo médio de regresso de 7.4 meses, sendo que foi permitido a todos iniciar desporto aos 4 meses de pós-operatório se não tivessem qualquer dor e qualquer problema com a instrumentação e a correção da curva. Os motivos mais frequentes referidos para diminuição no nível de prática desportiva foram a perda de flexibilidade do tronco (47%) e dor dorso-lombar (23.5%), sendo que os desportos em que mais diminui o número de praticantes no pós-operatório foram a ginástica, o *cheerleading* e o ballet, atividades que exigem elevada flexibilidade do tronco. Foi identificada

uma associação entre 3 variáveis independentes e o regresso à atividade física: o nível distal de artrodese (*odds ratio* = 0.633,  $p=0.039$ ), o tipo de curva de Lenke (Cochrane-Armitage Trend Test,  $p=0.0176$ ) e o score SRS-22 final (*Scoliosis Research Society*) ( $p<0.001$ ). O regresso à atividade desportiva foi significativamente menor à medida que se foi avançado distalmente no nível inferior de artrodese de T11 para L4, sendo que os pacientes apresentavam 36.7% menos hipóteses de regressar a um nível igual ou superior de atividade desportiva em relação ao pré-operatório por cada nível distal adicionalmente submetido a artrodese. Isto foi confirmado ao também se verificar que um nível mais elevado na classificação de Lenke é também preditivo de menor regresso à atividade física, na medida em que múltiplas curvas major ou uma curva lombar major estrutural, características das curvas tipo 3 a 6 de Lenke, têm indicação para um nível de artrodese mais distal. Por sua vez as curvas tipo 1 e 2 de Lenke, curvas major torácicas, têm índices mais elevados de regresso a nível desportivo igual ou superior em relação ao pré-operatório. Além disso, neste estudo não foram encontradas diferenças significativas no regresso ao desporto quanto ao nível proximal de artrodese e ao número de segmentos vertebrais. À semelhança de estudos prévios também não foram identificadas complicações relacionadas com regresso ao desporto nesta amostra<sup>7</sup>.

Também um estudo a longo prazo com seguimento médio de 22 anos identificou que o ângulo Cobb pré-operatório da escoliose idiopática apresentava correlação significativa com menor atividade desportiva no pós-operatório ( $p < 0.03$ )<sup>23</sup>. Além disso, neste estudo a extensão da fusão vertebral (número de segmentos artrodesados) não demonstrou efeito significativo sobre a atividade desportiva destes pacientes e os pacientes operados não tiveram diferenças significativas nos níveis de atividade física em comparação com os tratados com dorsolombostato. Apesar disto ambos estes grupos de pacientes tratados a escoliose apresentaram nível de prática desportiva inferior aos controlos saudáveis com a mesma idade<sup>23</sup>.

Por sua vez, um estudo alemão considera que a curva residual e o nível mais distal de artrodese da coluna são essenciais para determinar a segurança da prática desportiva nos pacientes submetidos a

cirurgia de correção de escoliose idiopática. Estes autores recomendam que se o paciente tiver menos de três vértebras lombares livres de instrumentação, os desportos com cargas axiais e rotacionais devem ser evitados de modo a evitar falências da instrumentação<sup>24,25</sup>.

### **Conduta adotada pelos autores**

Tal como já descrito, a cirurgia de correção da escoliose idiopática do adolescente não só corrige a deformidade como também tem como objetivo promover a artrodese póstero-lateral da coluna em posição corrigida. A instrumentação com parafusos pediculares ou como alternativa ganchos e fitas sub-laminares e a aplicação de enxerto ósseo favorecem a artrodese, no entanto o processo de fusão óssea demora algum tempo, a maioria entre 6 meses a 1-2 anos até se obter uma massa óssea sólida estável<sup>25</sup>. A postura atual do nosso centro é de restringir a atividade do adolescente até se obter a artrodese pretendida, na medida em que apenas aí se tem segurança de que a coluna vertebral está estável na posição corrigida. Antes de obtida a artrodese, a estabilidade está dependente da instrumentação e não da fusão óssea entre os segmentos vertebrais, podendo haver riscos acrescidos de falência do material e de perda da correção conseguida. Tendo em conta esta filosofia e mesmo verificando os bons resultados no regresso mais precoce à atividade física relatados na literatura e complicações major associadas a eventuais traumatismos, os autores não recomendam qualquer prática desportiva aos pacientes submetidos a cirurgia de correção da escoliose idiopática durante os primeiros 6 meses de pós-operatório, na medida em que de acordo com os tempos habituais da artrodese, esta ainda não se encontra consumada. Por sua vez, entre os 6 meses e 1 ano de pós-operatório, já com mais segurança da artrodese consumada, recomendamos início de prática desportiva a nível recreativo sem e com contacto. Não aconselhamos a estes pacientes desportos de colisão e desportos que exijam que exijam grandes amplitudes de movimentos da coluna vertebral devido aos seus riscos mais elevados de traumatismos e de falência da instrumentação.

## **CONCLUSÃO**

Em suma, a evidência científica atual acerca do regresso à atividade desportiva após cirurgia de correção de escoliose idiopática é limitada e baseada sobretudo na opinião de peritos e consensos, sendo que os estudos existentes são na sua maioria retrospectivos e apresentam vários potenciais vieses. A estabilidade e segurança da instrumentação pedicular atual, o reduzido nível de complicações associadas à atividade física no pós-operatório e a experiência dos ortopedistas dedicados a esta área sugere um regresso seguro cada vez mais precoce à prática desportiva<sup>7,14,21,26-30</sup>. De forma genérica, alguns ortopedistas permitem desportos sem contacto entre os 3 e os 6 meses e de contacto e colisão por volta dos 6 e 12 meses de pós-operatório, enquanto outros sugerem evitar desportos de contacto durante 6 meses a 1 ano, altura em que existe mais confiança acerca da artrodese consumada, e não recomendam qualquer desporto de colisão no resto da vida destes pacientes<sup>17,21,31</sup>. O tipo e grau de curva escoliótica e um nível mais distal de artrodese surgem como os fatores preditivos mais frequentes para um menor regresso à prática desportiva no pós-operatório. Além disso, alguns autores sugerem que os pacientes submetidos a artrodese da coluna por escoliose idiopática devem evitar desportos que exijam flexibilidade elevada do tronco e aqueles com níveis lombares baixos artrodesados devem evitar desportos com cargas axiais e rotacionais, de modo a evitar potenciais falências da instrumentação. A decisão acerca do seu regresso à prática desportiva é multifatorial e deve ser individualizada para cada paciente. Por sua vez, a decisão de praticar determinado desporto de risco deve ser do paciente e pais, após ponderação entre riscos e benefícios na posse de toda a informação necessária fornecida pelo ortopedista, sobretudo acerca dos riscos teoricamente associados a essa atividade física específica. Estes pacientes devem ter um controlo clínico-radiológico assíduo, de modo a detetar e intervir precocemente nas complicações que possam surgir.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hawes MC, O'brien JP. The transformation of spinal curvature into spinal deformity: pathological processes and implications for treatment. *Scoliosis*. 2006; 31 (1): 1-3
2. Xiong B, Sevestik JA, Hedlund R, Sevestik B. *Spine* (Phila Pa 1976). 1994 Jan 15; 19 (2): 159-164
3. Veldhuizen AG, Wever DJ, Webb PJ. The aetiology of idiopathic scoliosis: biomechanical and neuromuscular factors. *Eur Spine J.* 2000 Jun; 9 (3): 178-184
4. Harrington PR. The etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1977 Jul; (126): 17-25
5. Lowe TG, Edgar M, Margulies JY, Miller NH, Raso VJ, Reinker KA, et al. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Aug; 82-A (8): 1157-1168
6. Burwell RG. Aetiology of idiopathic scoliosis: current concepts. *Pediatr Rehabil.* 2003 Jul; 6 (3-4): 137-170
7. Fabricant PD, Admoni S, Green DW, Ipp LS, Widmann RF. Return to athletic activity after posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: analysis of independent predictors. *J Pediatr Orthop.* 2012 Apr; 32 (3): 259-265
8. Schiller JR, Eberson CP. Spinal deformity and athletics. *Sports Med Arthrosc.* 2008; 16 (1): 26-31
9. Lonstein JE. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet.* 1994; 344: 1407-1412
10. Weinstein SL. Adolescent idiopathic scoliosis: prevalence and natural history. *Instr Course Lect.* 1989; 38: 115-128
11. Gielen J, Eede E. Scoliosis and sports participation. *International SportMed Journal.* 2008; 9 (3): 131-140
12. Lonstein JE. Scoliosis: surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Relat Res.* 2006; 443: 248-259
13. Bridwell KH. Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1999; 24: 2607-2616
14. Lehman RA, Kang DG, Lenke LG, Sucato DJ, Bevevino AJ. Spinal Deformity Study Group. Return to sports after surgery to correct adolescent idiopathic scoliosis: a survey of the Spinal Deformity Study Group. *Spine J.* 2015 May 1; 15 (5): 951-958
15. Ekeland E, Heian F, Hagen KB. Exercise to improve selfesteem in children and young people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; 1 (CD003683)
16. Tones M, Moss N, Polly DW. A review of quality of life and psychosocial issues in scoliosis. *Spine.* 2006; 31: 3027-3038
17. Rubery PT, Bradford DS. Athletic activity after spine surgery in children and adolescents: results of a survey. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002 Feb 15; 27 (4): 423-427
18. Omey ML, Micheli LJ, Gerbino PG. Idiopathic scoliosis and spondylolisthesis in the female athlete. *Tips for treatment.* *Clin Orthop Relat Res.* 2000; 372: 74-84
19. Micheli LJ. Sports following spinal surgery in the young athlete. *Clin Orthop Relat Res.* 1985; 198: 152-157
20. Rice SG. American Academy of Pediatrics Council on Sports M, Fitness. Medical conditions affecting sports participation. *Pediatrics.* 2008 Apr; 121 (4): 841-848
21. Sarwahi V, Wendolowski S, Gecelter R, Maguire K, Gambassi M, Orlando D, et al. When Do Patients Return to Physical Activities and Athletics After Scoliosis Surgery?: A Validated Patient Questionnaire Based Study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2018 Feb 1; 43 (3): 167-171
22. Tarrant RC, O'Loughlin PF, Lynch S, Quearly JM, Sheeran P, Moore DP, et al. Timing and predictors of return to short-term functional activity in adolescent idiopathic scoliosis after posterior spinal fusion: a prospective study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014 Aug 15; 39 (19): 1471-1478
23. Parsch D, Gärtnert V, Brocail DR, Carstens C, Schmitt H. Sports activity of patients with idiopathic scoliosis at long-term follow-up. *Clin J Sport Med.* 2002 Mar; 12 (2): 95-98
24. von Strempel A, Scholz M, Daentzer M. Sports capacity of patients with scoliosis. *Sportverletzung Sportschaden.* 1993; 7: 58-62
25. Wood KB. Spinal deformity in the adolescent athlete. *Clin Sports Med.* 2002; 21: 77-92
26. Liljenqvist UR, Halm HF, Link TM. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis. *Spine.* 1997; 22: 2239-2245
27. Cuartas E, Rasouli A, O'Brien M, Shufflebarger HL. Use of all pedicle-screw constructs in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg.* 2009; 17: 550-561
28. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2004; 29: 2040-2048
29. Suk SI, Kim WJ, Lee SM. Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe?. *Spine.* 2001; 26: 2049-2057

30. Kim YJ, Lenke LG, Kim J. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006; 31: 291-298
31. Hopf C, Felske-Adler C, Heine J. Recommendations for participation in sports by patients with idiopathic scoliosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1991 Mar; 129 (2): 204-207