

Tratamento cirúrgico da escoliose em pacientes com amiotrofia espinhal com parafusos pediculares (instrumental de 3ª geração) e complicações precoces

Surgical treatment of scoliosis in spinal muscular atrophy with pedicle screws (third generation instrumentation) and early complications

Tratamiento quirúrgico de la escoliosis en pacientes con amiotrofia espinhal con tornillos pediculares (instrumental de 3ª generación) y complicaciones precoces

Daniel Cantarelli dos Santos¹
Paulo Tadeu Maia Cavali²
Marcus Alexandre Mello Santos³
Maurício Antonelli Lehocski³
Alexander Junqueira Rossato³
Elcio Landim⁴

RESUMO

Objetivo: avaliar a utilização de artrodese via posterior com parafusos pediculares para correção da escoliose em pacientes com amiotrofia espinhal. **Métodos:** realizou-se um estudo retrospectivo de 16 pacientes com amiotrofia espinhal submetidos à artrodese via posterior exclusiva, com parafusos pediculares. Foi avaliado o perfil geral dos pacientes e o potencial de correção do ângulo de Cobb e da obliquidade pélvica, além das complicações precoces. **Resultados:** o ângulo de Cobb pré-operatório foi em média de 94,6° (65 a 132°), no pós-operatório de 40,4° (2 a 70°), percentual de correção de 57,2%. A obliquidade pélvica pré-operatória foi em média 34,7° (25 a 56°), no pós-operatório foi para

ABSTRACT

Objectives: to report the results on the treatment of scoliosis in spinal muscular atrophy, using posterior arthrodesis with pedicle screws. **Methods:** a retrospective study was carried out with 16 patients who underwent posterior spinal fusion with pedicle screws. The general status of the patients, correction of the Cobb angle, correction of pelvic obliquity and early complications were analyzed. **Results:** the initial Cobb angle mean was 94.6° (65 to 132°) turning into 40.4° (2 to 20°) after the surgery, correction of 57.2%. The initial pelvic obliquity mean was 34.7° (25 to 56°) turning into 11.3° (0 to 20°), correction of 67.4%. **Conclusions:** the treatment

RESUMEN

Objetivo: evaluar la utilización de la artrodese vía posterior con tornillos pediculares para la corrección de la escoliosis en pacientes con amiotrofia espinhal. **Métodos:** fue realizado un estudio retrospectivo de 16 pacientes con amiotrofia espinhal sometidos a la artrodese vía posterior exclusiva, con tornillos pediculares. Fue evaluado el perfil general de los pacientes, y el potencial de corrección del ángulo de Cobb y de la oblicuidad pélvica, además de las complicaciones precoces. **Resultados:** el ángulo de Cobb preoperatorio fue en promedio 94.6° (65 a 132°), en el postoperatorio 40.4° (2 a 70), porcentual de corrección de 57.2%. La oblicuidad pélvica preoperatoria fue en media 34.7° (25 a 56°), en el postoperatorio

Trabalho realizado na Associação de Assistência à Criança Deficiente – AACD – São Paulo (SP), Brasil.

¹Estagiário em Cirurgia de Coluna da Assistência à Criança Deficiente – AACD – São Paulo (SP), Brasil; e do Grupo de Coluna do Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.

²Mestre; Médico Ortopedista do Grupo de Escoliose da Associação de Assistência à Criança Deficiente – AACD – São Paulo (SP), Brasil; e do Grupo de Coluna do Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.

³Assistente do Grupo de Escoliose da Associação de Assistência à Criança Deficiente – AACD – São Paulo (SP), Brasil.

⁴Doutor; Chefe do Grupo de Escoliose da Associação de Assistência à Criança Deficiente – AACD – São Paulo (SP), Brasil; Professor Adjunto e Chefe do Grupo de Cirurgia da Coluna Vertebral do Departamento de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.

Recebido em: 29/6/2009

Aceito em: 12/5/2010

11,3° (0 a 20°), com percentual de correção de 67,4%. Cinco pacientes tiveram complicações precoces (31,2%) com boa resolução. **Conclusões:** o tratamento cirúrgico da escoliose em pacientes com amiotrofia espinhal por meio de artrodese via posterior utilizando parafusos pediculares tem grande potencial de correção da deformidade coronal e da obliquidade pélvica, sem grandes complicações no pós-operatório precoce.

of scoliosis in spinal muscular atrophy using posterior arthrodesis with pedicle screws presents a great potential of correction for the coronal deformity and pelvic obliquity, without serious early complications.

*operatorio fue para 11.3° (0 a 20°), porcentual de corrección de 67.4%. Cinco pacientes tuvieron complicaciones precoces (31.2%) con buena resolución. **Conclusión:** el tratamiento quirúrgico de la escoliosis en pacientes con amiotrofia espinhal, con artrodese vía posterior utilizando tornillos pediculares, tiene gran potencial de corrección de la deformidad coronal y de la oblicuidad pélvica, sin grandes complicaciones en el postoperatorio precoz.*

DESCRIPTORES: Atrofia muscular espinhal; Escoliose/cirurgia; Artrodese; Fusão vertebral; Instrumentos cirúrgicos

KEYWORDS: Muscular atrophy, spinal; Scoliosis/surgery; Arthrodesis; Spinal fusion; Surgical instruments

DESCRIPTORES: Atrofia muscular espinhal; Escoliosis/cirurgia; Artrodese; Fusión espinhal; Instrumentos quirúrgicos

INTRODUÇÃO

Amiotrofia espinhal (AME) inclui um grupo de patologias neuromusculares autossômicas recessivas que envolve os neurônios motores da porção ventral da medula e núcleo motor cerebral^{1,2}.

É a mais comum doença neuromuscular fatal da infância, e o terceiro diagnóstico neuromuscular mais frequente até os 18 anos de idade, com prevalência de oito para cada 100 mil nascidos vivos³. Os pacientes apresentam fraqueza, hipotonia, arreflexia e tremores com sensibilidade mantida e inteligência normal. A fraqueza muscular tem início nos membros inferiores e nos músculos proximais ao tronco mais do que nos distais⁴.

A classificação da AME é dividida em três tipos e se correlaciona com a gravidade da doença e a idade do aparecimento⁵.

A prevalência da escoliose é proporcional à condição de marcha do paciente e à gravidade da doença. Compromete cerca de 100% dos pacientes do tipo 1 e 2, e a totalidade dos pacientes do tipo 3. As curvas típicas do padrão neuromuscular apresentam forma de “C” longo, com curva única em 90% dos casos e mais frequente à direita. Destas, 80% são toracolombares e 20% torácicas. A flexibilidade é maior do que nas curvas idiopáticas, porém com uma velocidade de progressão aumentada e associada à cifose³.

A história natural inclui progressão grave da curva, com impotência funcional inclusive dos membros superiores associada ao frágil suporte do tronco. Além disso, os pacientes com AME têm falência respiratória progressiva pela fraqueza da musculatura intercostal e diafragmática, agravada pela escoliose que necessita de estabilização³⁻⁷.

O objetivo deste trabalho foi descrever o uso do material de terceira geração na correção da escoliose em pacientes com amiotrofia espinhal e seu potencial de correção.

MÉTODOS

Foi realizada uma revisão retrospectiva dos pacientes com amiotrofia espinhal submetidos ao tratamento cirúrgico de escoliose via posterior com uso de parafusos pediculares na Associação de Assistência à Criança Deficiente de São Paulo (AACD-SP). No levantamento de 2004 até 2009, havia registro de 29 pacientes operados, sendo excluídos do estudo 13 pacientes por falta de radiografias ou registros detalhados no prontuário, totalizando 16 pacientes no estudo.

Ao todo, 8 pacientes eram do sexo masculino (50%) e 8 do sexo feminino (50%). A idade média na data da cirurgia era de 14,8 anos (variação de 9 a 23 anos) e o peso médio era 47,5 kg (variação de 25 a 61 kg). Quanto ao tipo de amiotrofia, 14 eram do tipo 2 (87,5%), e 2 eram do tipo 3 (12,5%). Não foi operado nenhum paciente com diagnóstico de amiotrofia espinhal tipo 1 no estudo (Tabela 1).

Dos 16 pacientes operados, 13 apresentaram curva toracolombar para a esquerda (81,3%), 2 tinham curva toracolombar para a direita (12,5%) e um paciente apresentava curva lombar à esquerda (6,3%). O nível de artrodese variou quanto à vértebra proximal, já que todas se estenderam até o ilíaco. Foram 7 casos da quinta vértebra torácica (T5) ao ilíaco (43,8%), 4 casos de T3 ao ilíaco (25%), 3 casos de T2 ao ilíaco (18,8%), e 2 casos de T5 ao ilíaco (12,5%). Foram instrumentados 19,9 pedículos em média (variação de 16 a 23) por cirurgia.

Estes pacientes foram encaminhados, já com o diagnóstico de amiotrofia espinhal, do ambulatório de doenças neuromusculares da instituição, sendo referenciados para o grupo de escoliose que define se o caso é elegível ou não para o procedimento cirúrgico. A indicação cirúrgica ocorre nas escolioses de alto grau (superior a 45°), progressivas e com obliquidade pélvica acentuada (superior a 20°)^{4,6}. Realiza-se avaliação clínica pré-operatória

TABELA 1 - Perfil dos pacientes operados, nível de artrodese, número de pedículos instrumentados e complicações precoces

Nome	Sexo (M/F)	Idade*	Peso (kg)	Diagnóstico	Cobb	OP pré	Tipo de curva	Nível da artrodese	nPI	Complicações
CCAS	F	12	48	AME-II	115	32	TLE	T2-I	19	Infecção
JMSSA	F	10	39	AME-II	88	36	TLE	T4-I	20	
NLB	F	12	44	AME-II	72	25	TLE	T2-I	18	
ASR	F	18	48	AME-II	132	56	TLE	T4-I	19	
LMS	F	23	48	AME-III	65	43	TLE	T5-I	22	Deiscência
MMP	M	19	60	AME-II	65	32	LE	T4-I	20	
SCC	M	14	52	AME-II	70	26	TLE	T3-I	20	
DCF	M	16	50	AME-II	92	33	TLE	T3-I	22	
CWAO	M	19	60	AME-II	100	30	TLE	T2-I	22	
CRO	F	12	41	AME-II	115	25	TLD	T5-I	16	Infecção
CHCS	M	18	59	AME-II	90	30	TLE	T4-I	20	
DSF	F	11	50	AME-II	98	30	TLE	T4-I	20	
GMO	M	9	35	AME-II	108	34	TLE	T3-I	20	
WVAS	M	12	25	AME-II	100	44	TLD	T3-I	18	Parestesia
RPF	F	17	40	AME-II	108	39	TLE	T4-I	23	
HPL	M	15	61	AME-III	96	41	TLE	T4-I	20	Deiscência

*Idade em anos na data da cirurgia.

OP: obliquidade pélvica; TLD: curva toracolombar direita; TLE: curva toracolombar esquerda; LE: curva lombar esquerda; nPI: número de pedículos instrumentados.

multidisciplinar. O pneumologista avalia a capacidade pulmonar e define a liberação para o procedimento cirúrgico (Figuras 1 e 2).



Figuras 1 e 2

Aspecto clínico da paciente ASR com AME tipo 2 pré e pós-operatório.

Foi avaliado no estudo pré-operatório o tipo de curva, com base na vértebra do ápice da convexidade, valor do ângulo de Cobb no plano coronal e valor da obliquidade pélvica. Estes dados apresentam boa confiabilidade como parâmetros radiográficos na escoliose neuromuscular⁸, aferidos pelos métodos recomendados pelo *Spinal Deformity Group*⁹. No pós-operatório, foi avaliado nível de artrodese, quantidade de pedículos instrumentados (com parafusos e alguns ganchos), ângulo de Cobb e obliquidade pélvica pós-correção, os respectivos

percentuais de correção (Tabelas 2 e 3), além das complicações cirúrgicas pós-operatórias precoces (até três meses do pós-operatório)¹⁰.

TABELA 2 - Correção do ângulo de Cobb

Nome	Cobb pré	Cobb pós	Correção (graus)	% de correção
CCAS	115	20	95	82
JMSSA	88	30	58	65
NLB	72	28	44	61
ASR	132	60	72	5
LMS	65	50	15	23
MMP	65	2	63	87
SCC	70	4	66	94
DCF	92	42	50	54
CWAO	100	50	50	50
CRO	115	50	65	56
CHCS	90	40	50	55
DSF	98	42	56	57
GMO	108	48	60	55
WVAS	100	70	30	30
RPF	108	66	42	38
HPL	96	45	51	53

Técnica cirúrgica

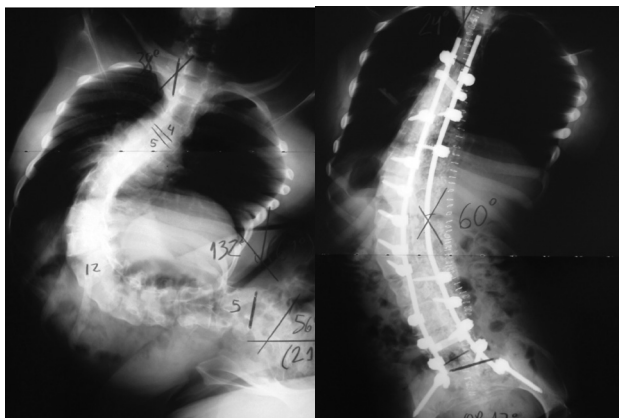
Para todos os pacientes, foi realizada correção seguida de artrodese da curva por via posterior em um único tempo cirúrgico. O paciente, após anestesia geral, foi colocado em decúbito ventral com coxins de silicone em tórax, quadril e face. Realizada exposição da coluna por

TABELA 3 - Correção da obliquidade pélvica

Nome	OP pré	OP pós	Correção (graus)	% de correção
CCAS	32	10	20	68
JMSSA	36	0	36	100
NLB	25	6	19	76
ASR	56	17	39	69
LMS	43	12	31	72
MMP	32	8	24	75
SCC	26	0	26	100
DCF	33	18	15	45
CWAO	30	4	26	86
CRO	25	15	10	40
CHCS	30	15	15	50
DSF	30	11	19	63
GMO	34	17	17	50
WVAS	44	20	24	54
RPF	39	10	29	74
HPL	41	18	23	56

OP: obliquidade pélvica.

incisão mediana e dissecação subperiosteal com auxílio de bisturi elétrico até os dois ilíacos. Para instrumentação com parafusos pediculares, foi utilizada a “técnica de mãos livres”¹¹ e o controle fluoroscópico final. A curva foi corrigida com a montagem das duas hastes utilizando os princípios de translação, derrotação, compressão e distração conforme necessário, respeitando o limite do implante e resistência óssea do paciente. Foi realizada decorticação das facetos e lâmina. Foram retirados os processos espinhosos que, depois de triturados, são utilizados na enxertia do leito de artrodese já preparado. Realizou-se fechamento por planos com dreno de aspiração. É sempre realizada profilaxia com antibióticos e o pós-operatório imediato acontece em unidade de terapia intensiva (Figuras 3 e 4).



Figuras 3 e 4
Aspecto radiológico da paciente ASR pré (Cobb=132° e OP=56°) e pós-operatório (Cobb=60° e OP=17°).

Análise estatística

Com os dados obtidos, foi realizada uma análise descritiva, calculando-se frequências e porcentagens para as variáveis qualitativas (Tabela 4) e medidas descritivas para variáveis quantitativas (Tabela 5). Para testar as variáveis medidas pré e pós-tratamento, foi utilizado o teste de Wilcoxon pareado.

TABELA 4 - Frequências e porcentagens para variáveis: sexo, diagnóstico, nível, complicações e tipo de curva

Variável	Frequência	%
Sexo		
Feminino	8	50
Masculino	8	50
Total	16	100
Diagnóstico		
AME-II	14	87,5
AME-III	2	12,5
Total	16	100
Nível		
T2-I	3	18,8
T3-I	4	25,0
T4-I	7	43,8
T5-I	2	12,5
Total	16	100,0
Complicações		
Deiscência FO	2	12,5
Infecção FO	2	12,5
Parestesia sentado	1	6,2
Total	5	31,2
Tipo de curva		
Lombar E	1	6,3
Toracolumbar D	2	12,5
Toracolumbar E	13	81,3
Total	16	100

FO: ferida operatória.

TABELA 5 - Estatísticas descritivas para as variáveis quantitativas

Variáveis	n	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Idade	16	9	23	14,81	3,94
Peso (kg)	16	25	61	47,50	10,02
Cobb pré	16	65	132	94,62	19,32
OP pré	16	25	56	34,75	8,23
nPI	16	16	23	19,94	1,74
Cobb pós	16	2	70	40,44	19,59
% Cobb	16	23	94	57,13	18,82
OP pós	16	0	20	11,31	6,37
% OP	16	40	100	67,44	18,02

OP: obliquidade pélvica; nPI: número de pedículos instrumentados.

Em todos os testes, o nível de significância adotado foi de 5% ou o valor de p correspondente. Todas as análises foram feitas no programa SPSS for Windows, v.12.

RESULTADOS

O ângulo de Cobb coronal médio das curvas operadas foi de 94,6° (variação de 65 a 132°), e após a cirurgia o Cobb médio foi de 40,4° (variação de dois a 70°), uma correção média de 54,2° (57,2%). Para obliquidade pélvica pré-operatória, o valor médio foi de 34,7° (variação de 25 a 56°), e no pós-operatório a obliquidade pélvica média foi de 11,3° (variação de 0 a 20°), com uma correção média de 23,4° (67,4%).

Cinco pacientes apresentaram complicações pós-operatórias precoces (31,2%). Dois casos de infecção (12,5%), sendo uma superficial com resolução após curativos e antibióticoterapia endovenosa, uma infecção profunda que necessitou de limpeza cirúrgica e antibióticoterapia endovenosa, com boa resolução sem necessidade de retirada do implante. Ocorreu deiscência na ferida pós-operatória em dois pacientes (12,5%), ambas resolvidas com desbridamento das bordas e nova sutura, sem necessidade de retalho ou intervenção da cirurgia plástica. Um paciente apresentou parestesia (6,2%) em um membro inferior ao se manter sentado na cadeira durante o pós-operatório que foi resolvida após adaptação da cadeira de rodas. Este paciente foi o que manteve a maior obliquidade pélvica residual (20°), o que poderia justificar o quadro clínico.

Pelo teste de Wilcoxon pareado para ângulo de Cobb e obliquidade pélvica, notou-se diferença significativa nos valores obtidos nos períodos pré e pós-operatório.

DISCUSSÃO

Ainda não existe tratamento medicamentoso específico para AME, mas há um aumento da expectativa de vida dos pacientes que se deve ao melhor manejo pulmonar, com técnicas de ventilação intermitente sob pressão positiva, e importante correção da escoliose^{3,7}.

Utilizamos o método proposto por Byers e Banker⁵ na classificação dos pacientes com AME, dividida em três tipos:

- AME tipo 1 ou forma aguda da doença de Werdnig-Hoffman. Tipo mais severo de AME, diagnosticado até os seis meses, com alta incidência de falência respiratória e óbito antes dos dois anos de idade.

- AME tipo 2 ou forma crônica da doença de Werdnig-Hoffman. Tipo intermediário da doença com início dos sintomas dos 6 aos 18 meses de idade. As crianças são muito fracas, com dificuldade para andar sem auxílio e alguns sentam sem apoio. A sobrevida é variável, com pacientes sobrevivendo até a terceira ou quarta década. A fraqueza muscular afeta, de início, os membros inferiores e os músculos proximais ao tronco mais que os distais.

- AME tipo 3 ou doença de Kugelberg-Welander. Forma que se apresenta após os 18 meses de idade. Muitas vezes, a criança tem uma marcha, mesmo com fraqueza da

musculatura proximal do quadril, podendo deambular até a terceira década e com leve comprometimento dos membros superiores⁶.

A idade de início da escoliose varia com a gravidade da doença, o tipo 1 ocorre antes dos 2 anos, entre 1 e 7 anos no tipo 2 e entre 4 e 14 anos no tipo 3³. Em nosso estudo, foram operados apenas pacientes com AME tipo 2 e 3, que são os que se beneficiam da cirurgia na 2ª década de vida.

O manejo desses pacientes com órteses pode ser utilizado para diminuir a progressão da escoliose e tentar postergar a cirurgia nos pacientes mais jovens, entretanto não é um tratamento definitivo, pois essas curvas são progressivas^{3,4,6}. Além disso, o uso do colete tende a agravar a pneumopatia restritiva, sendo descontinuado pelos pacientes⁸.

Embora a recomendação para cirurgia sejam curvas progressivas acima de 50°^{3,4,6}, a maioria das séries aborda pacientes com curvas coronais maiores¹²⁻¹⁴, demonstrando a dificuldade de prever o ritmo de progressão e aumento da rigidez dessas curvas. O objetivo é promover uma artrodese numa posição de equilíbrio e conforto na posição sentado. Em geral, a abordagem envolve instrumentação e artrodese via posterior, sem requerer liberação anterior, pela flexibilidade e hipotonia desses pacientes³.

A maioria das séries mostra bons resultados com instrumental de Harrington ou Luque, com correção coronal entre 33 e 50%¹²⁻¹⁴, e espera-se que o uso de instrumentos de 3ª geração possam beneficiar ainda mais os pacientes. Não foram encontrados registros de séries com uso exclusivo de parafusos pediculares em pacientes com AME. Desde o advento do instrumental de Harrington¹⁵, muitos outros sistemas de correção foram desenvolvidos. Os parafusos pediculares permitem ao cirurgião uma melhor correção tridimensional da escoliose. Aqueles que defendem seu uso referem como vantagem a fixação das três colunas com melhora da correção coronal sagital e rotacional, menores índices de pseudartrose, menos falha do implante e menos necessidade de órteses no pós-operatório^{16,17}.

Pode-se evitar a via anterior, o que já foi descrito em correção de curvas acima de 100°, e superar o fenômeno do *crankshaft*, que também foi demonstrado por Suk et al.¹⁸. Evitar a invasão da caixa torácica é benéfico e maximiza a função pulmonar dos pacientes com escoliose, em especial com a derrotação da caixa torácica que pode ser visualizada por tomografia computadorizada¹⁹, o que é uma grande vantagem para os pacientes com AME pela restrição pulmonar. Outra vantagem do parafuso é estar fora do canal em relação aos fios e ganchos. Além disso, facetas, lâmina e transversa livres de implante permitem maior superfície para decorticação e enxertia sem desestabilizar a montagem¹⁹.

Embora as taxas de complicação sejam altas no paciente neuromuscular (24-75%)¹⁰, há uma melhora na qualidade de vida dos pacientes²⁰. Bridwell et al., em seu trabalho com escoliose neuromuscular flácida progressiva (incluídos nesse grupo AME e distrofia muscular de Duchene), observaram que a maioria dos pacientes e familiares

acreditam que a cirurgia da coluna melhorou a função, a cosmética, o equilíbrio para sentar e a qualidade de vida¹³.

A literatura mostra que, a longo prazo, ocorre uma perda dos resultados com piora do ângulo de Cobb, e nas séries misturam pacientes com diferentes patologias, o que dificulta seu entendimento específico e criação de escalas próprias para avaliação dos resultados³. Para pacientes com AME, um maior seguimento e séries com mais pacientes podem levar a uma melhor compreensão da progressão da curva e do momento para indicar a cirurgia, resultando na obtenção do máximo de correção. Os parafusos pediculares com certeza devem fazer parte do arsenal terapêutico para esses pacientes.

CONCLUSÕES

O tratamento cirúrgico de pacientes com AME com artrodese via posterior utilizando parafusos pediculares tem grande potencial de correção da deformidade coronal e da obliquidade pélvica. Os resultados do presente estudo mostraram-se superiores aos valores apresentados na literatura com outros instrumentais, e não houve registro de grandes complicações no pós-operatório precoce. Entretanto, há necessidade de melhor avaliação das complicações tardias, perda de correção e melhora do balanço sagital. Tais dados também devem apresentar melhores resultados que os outros métodos de correção.

REFERÊNCIAS

- Melki J, Abdelhak S, Shet P. Gene for proximal spinal muscular atrophies maps to chromosome 5q. *Nature*. 1990;344(6268):767-8.
- Werdnig G. In: Ashwal S, editor. *The founders of child neurology*. San Francisco: Jeremy Norman: Child Neurology Society; 1990. p. 383-8.
- Sucato DJ. Spine deformity in spinal muscular atrophy. *J Bone Joint Surg Am*. 2007;89 Suppl 1:148-54.
- Bradford DS, Lonstein JE, Winter RB, Ogilvie JW. *Moe's the text book of scoliosis and other deformities*, 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1995.
- Byers RK, Banker BQ. Infantile muscular atrophy. *Arch Neurol*. 1961;5:140-64.
- Weinstein SL. *The pediatric spine: principles and practice*. 2nd ed. New York: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
- Ioos C, Leclair-Richard D, Mrad S, Barois A, Estournet-Mathiaud B. Respiratory capacity course in patients with infantile spinal muscular atrophy. *Chest*. 2004;126(3):831-7. Comment in: *Chest*. 2005;127(4):1463; author reply 1463-4.
- Gupta MC, Wijesekera S, Sossan A, Martin L, Vogel LC, Boakes JL, et al. Reliability of Radiographic parameters in neuromuscular scoliosis. *Spine*. 2007;32(6):691-5.
- Blanke KM, Kuklo TR, Lenke LG, O'Brien MF, Polly Jr DW, Richards BS, et al. *Radiographic measurement manual*. Spinal Deformity Study Group. USA; 2005. p. 68-9.
- Mohamad F, Parent S, Pawelek J, Marks M, Bastron T, Faro F, et al. Perioperative complications after surgical correction in neuromuscular scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(4):392-7.
- Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Riew KD, O'Brien M, et al. CT scan accuracy of "free hand" thoracic pedicle screw placement in pediatric spinal deformity. In: *Scoliosis Research Society Annual Meeting*; September 2001; Cleveland, Ohio; 2001.
- Aprin H, Bowen JR, MacEwen GD, Hall JE. Spine fusion in patients with spinal muscular atrophy. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(8):1179-87.
- Bridwell KH, Baldus C, Iffrig TM, Lenke LG, Blanke KRN. Process measures and patient/parent evaluation of surgical management of spinal deformities in patients with progressive flaccid neuromuscular scoliosis (duchenne's muscular dystrophy and spinal muscular atrophy). *Spine*. 1999;24(13):1300.
- Bentley G, Haddad F, Bull TM, Seingry D. The treatment of scoliosis in muscular dystrophy using modified Luque and Harrington-Luque instrumentation. *J Bone Joint Surg Br*. 2001;83(1):22-8.
- Harrington PR. Treatment of scoliosis: correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*. 1962; 44-A:591-610.
- Hamill CL, Lenke LG, Briedell KH. The use of pedicle screw fixation to improve correction in the lumbar spine of patients with idiopathic scoliosis: is it warranted? *Spine*. 1996;21(10):1241-9.
- Gaines RW Jr. The use of pedicle screw internal fixation for operative treatment of spinal disorders. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82-A(10): 1458-76.
- Suk EI, Chung ER, Kim JH, et al. Prevention of crankshaft phenomenon with posterior pedicle screw fixation in scoliosis of immature spine: Is it possible? [Presented at the Scoliosis Research Society 37th Annual Meeting, Seattle, WA] 2002. p. 19-21.
- Lenke LG, Kuklo TR, Ondra S, Polly DW. Rationale behind the current state-of-the-art treatment of scoliosis (in pedicle screw era). *Spine*. 2008;33(10):1051-4.
- Mercado E, Alman B, Wright J. Does spine fusion influence quality of life in neuromuscular scoliosis? *Spine*. 2007;32(19 Suppl):120-5.

Correspondência

Daniel Cantarelli dos Santos
Avenida Carlos Botelho, 39, Alemães
CEP 13461-40 – Piracicaba (SP), Brasil
E-mail: drdanielcoluna@yahoo.com.br