

RESULTADOS PRELIMINARES DA TÉCNICA BIPOLAR NO TRATAMENTO DA ESCOLIOSE NEUROMUSCULAR

PRELIMINARY RESULTS OF THE BIPOLAR TECHNIQUE IN THE TREATMENT OF NEUROMUSCULAR SCOLIOSIS

RESULTADOS PRELIMINARES DE LA TÉCNICA BIPOLAR EN EL TRATAMIENTO DE LA ESCOLIOSIS NEUROMUSCULAR

ROBSON CRUZ DE OLIVEIRA¹, HELTON LUIZ APARECIDO DE FINO¹, HERTON RODRIGO TAVARES COSTA¹

1. Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Apresentar os resultados preliminares da técnica bipolar no tratamento cirúrgico das deformidades neuromusculares da coluna vertebral. **Métodos:** Cinco pacientes com escoliose neuromuscular (paralisia cerebral – três pacientes, amiotrofia espinhal – um paciente, e síndrome genética – um paciente) foram submetidos ao tratamento cirúrgico por meio da técnica bipolar e avaliados 12 meses depois da cirurgia. **Resultados:** Os cuidados gerais e a capacidade de sentar apresentaram melhora em todos os pacientes. A curva principal variou de 64,7 a 84,1 graus (média 70,58 ± 7,1) no pré-operatório e de 2,6 a 50,3 graus (média 25,50 ± 16,0) no pós-operatório, com correção de 64%. A correção da obliquidade pélvica (85%), de cifose T4-T12 (43%), do ângulo de Pisa (69%) e do ângulo sacro clavicular (60%) foi observada depois de 12 meses de pós-operatório. Infecção pós-operatória (dois pacientes) e pneumonia (um paciente) foram as complicações observadas. **Conclusão:** A técnica bipolar apresentou bons resultados clínicos e radiológicos associados a pequena morbidade no tratamento de deformidades neuromusculares da coluna vertebral. **Nível de evidência IV; Série de casos.**

Descritores: Doenças Neuromusculares; Procedimentos Cirúrgicos Minimamente Invasivos; Deformidades.

ABSTRACT

Objective: To present the preliminary results of the bipolar technique for the surgical treatment of neuromuscular spine deformities. **Methods:** Five patients with neuromuscular scoliosis (cerebral palsy – 3 patients, spinal amyotrophy – 1 patient, and genetic syndrome – 1 patient) underwent surgical treatment using the bipolar technique and were evaluated 12 months after the operation. **Results:** General care and the ability to sit improved in all patients. The main curve ranged from 64.7 to 84.1 degrees (mean 70.58 ± 7.1) in the preoperative period and from 2.6 to 50.3 degrees (mean 25.50 ± 16.0) in the postoperative period with 64% correction. Corrections of pelvic obliquity (85%), T4-T12 kyphosis (43%), the Pisa angle (69%) and the sacroclavicular angle (60%) were observed 12 months following surgery. Postoperative infection (2 patients) and pneumonia (1 patient) were the complications observed. **Conclusion:** The bipolar technique presented good clinical and radiological results associated with low morbidity in the treatment of neuromuscular spine deformities. **Level of evidence IV; Case series.**

Keywords: Neuromuscular Diseases; Minimally Invasive Surgical Procedures; Deformities.

RESUMEN

Objetivo: Presentar los resultados preliminares de la técnica bipolar en el tratamiento quirúrgico de las deformidades neuromusculares de la columna. **Métodos:** Cinco pacientes con escoliosis neuromuscular (parálisis cerebral – 3 pacientes, amiotrofia espinal – 1 paciente y síndrome genético – 1 paciente) fueron sometidos a tratamiento quirúrgico mediante técnica bipolar y evaluados a los 12 meses de cirugía. **Resultados:** Los cuidados generales y la capacidad de sentarse mejoraron en todos los pacientes. La curva principal osciló entre 64,7 y 84,1 grados (media 70,58 ± 7,1) en el preoperatorio y entre 2,6 y 50,3 grados (media 25,50 ± 16,0) en el postoperatorio con una corrección del 64%. La corrección de oblicuidad pélvica (85%), cifosis T4-T12 (43%), ángulo de Pisa (69%) y ángulo clavicular sacro (60%) se observó a los 12 meses del posoperatorio. Infección postoperatoria (2 pacientes) y neumonía (1 paciente) fueron las complicaciones observadas. **Conclusión:** La técnica bipolar mostró buenos resultados clínicos y radiológicos asociados a la reducción de la morbilidad en el tratamiento de las deformidades neuromusculares de la columna. **Nivel de evidencia IV; Serie de casos.**

Descriptor: Enfermedades Neuromusculares; Procedimientos Quirúrgicos Mínimamente Invasivos; Deformidades.

Estudo realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Correspondência: Robson Cruz de Oliveira. Rua Lídia Caturelli Giroti, 51/126, Jardim Botânico, Ribeirão Preto, SP, Brasil. 14021-578. robsoncruzoliveira@yahoo.com.br

<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120212003250467>

Coluna/Columna. 2021;20(3):169-73



Recebido em 30/03/2021 aceito em 12/04/2021

Revisado por: Dr. Helton Delfino

INTRODUÇÃO

As deformidades neuromusculares da coluna vertebral representam um grupo heterogêneo de deformidades com diferentes etiologias que afetam o encéfalo, medula espinhal, nervos periféricos, junção neuromuscular ou músculos.¹ Essa modalidade de deformidade vertebral geralmente não responde ao tratamento conservador e a progressão da deformidade não acarreta somente problemas relacionados com a estética do paciente.² A progressão da deformidade vertebral pode interferir com a função respiratória, com as atividades funcionais e com o cuidado dos pacientes.^{1,3} A obliquidade da pelve devido ao desequilíbrio da musculatura está presente em grande porcentagem dos pacientes com escoliose neuromuscular e pode interferir no equilíbrio da pelve e do tronco. A obliquidade da pelve desestabiliza a base para a manutenção da posição sentada, que é a posição adotada por grande porcentagem dos pacientes devido à sua função neuromuscular alterada.²⁻⁴

As crianças com deformidades de etiologia neuromuscular frequentemente desenvolvem deformidade progressiva da coluna vertebral, acompanhada de comprometimento cardiorrespiratório. O risco de progressão da deformidade é inversamente proporcional a capacidade de marcha dos pacientes.⁵

O tratamento cirúrgico está indicado na presença de aumento da deformidade e tem como objetivos a correção da deformidade, a melhora da função respiratória, a melhora das funções e cuidados dos pacientes.^{6,7} O tratamento cirúrgico é mais complexo quando comparado ao tratamento cirúrgico da escoliose idiopática, e a artrodese com fixação vertebral é mais extensa, tendo necessidade de inclusão da pelve em muitos pacientes. As complicações pós-operatórias ocorrem com maior frequência quando comparado com a correção de outras modalidades de deformidade vertebral.^{3,4}

O tratamento cirúrgico das deformidades da coluna vertebral de etiologia neuromuscular tem como objetivo a estabilização do tronco, a correção da deformidade e da obliquidade pélvica por meio da instrumentação e artrodese abrangendo toda a extensão da coluna vertebral.^{1,2} A melhora da qualidade de vida, da função e dos cuidados dos pacientes tem sido relatada com o tratamento cirúrgico.⁸

A morbidade e as complicações do tratamento cirúrgico das deformidades neuromusculares apresentam maior porcentagem em relação a escoliose idiopática e ultrapassam 17%.^{9,10} A redução da morbidade relacionada com o tratamento cirúrgico tem sido uma tendência de crescente aceitação no âmbito da cirurgia da coluna vertebral e essa tendência tem abrangido o tratamento cirúrgico das deformidades.^{3,4} A técnica menos invasiva para a correção das deformidades neuromusculares foi desenvolvida por Miladi et al., que relatou correção significativa das deformidades vertebrais, obliquidade da pelve e cuidados dos pacientes por meio de técnica menos invasiva com menor morbidade e redução da taxa de complicações.³

Os resultados da técnica descrita por Miladi³ e a menor morbidade do procedimento comparado com a correção cirúrgica tradicional motivaram a introdução do método em nosso serviço,

cujá utilização ainda é pouco divulgado em nosso meio. O objetivo do estudo é relatar os resultados preliminares da utilização da técnica de Miladi no tratamento das deformidades neuromusculares da coluna vertebral.

MÉTODOS

O estudo prospectivo e observacional foi realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – São Paulo, sendo aprovado pelo Comitê de Ética local sob o nº: 1687/2021. Cinco pacientes (dois masculinos e três femininos) com idade variando de 10 anos e sete meses a 18 anos e um mês (média 13 anos e 11 meses), portadores de escoliose neuromuscular, submetidos ao tratamento cirúrgico por meio da técnica bipolar e avaliados por um período de 12 meses. A etiologia da escoliose era: paralisia cerebral (três pacientes), amiotrofia muscular progressiva tipo III (um paciente) e síndrome genética indeterminada (um paciente). Os dados demográficos dos pacientes estão ilustrados na Tabela 1. O padrão das curvas era toracolombar (quatro pacientes) e dupla curva (um paciente). Todos os pacientes apresentavam obliquidade pélvica. (Figura 1)

O tratamento cirúrgico foi indicado devido à progressão da curva ou obliquidade pélvica associada com incapacidade de manutenção do tronco na posição sentada. Três pacientes apresentavam incapacidade para manutenção da posição sentada. (Figura 2)

O procedimento cirúrgico foi realizado sob anestesia geral e com o paciente sob tração cefálica e nos membros inferiores. A região proximal da coluna torácica e da coluna lombossacra foi exposta por meio de incisões isoladas na linha média. Na região proximal a instrumentação foi realizada bilateralmente por meio de ganchos (pediculares e laminares) com a aplicação de força de compressão entre eles para atuar como garras. Na parte distal (coluna lombossacra) bilateralmente foi utilizado parafuso ilio-sacral acoplado ao conector multiaxial para a fixação das hastes. (Figura 3)

As hastes acopladas aos ganchos da região proximal e aos conectores multiaxiais distais eram acopladas bilateralmente a haste longa que era introduzida através da musculatura sem a necessidade de exposição de toda extensão da deformidade. A haste longa era modelada de acordo com a deformidade da coluna vertebral e acoplada às hastes proximais e distais por meio dos conectores de haste lateral. A haste longa de cromo-cobalto e com 5,5 mm de diâmetro era posicionada medialmente a haste distal.

A avaliação dos pacientes foi realizada após 12 meses do procedimento cirúrgico por meio de parâmetros clínicos considerando a melhora cosmética da deformidade, melhora da capacidade de sentar e sustentar o tronco, melhora das condições de cuidado aos pacientes. Os parâmetros radiológicos foram a angulação da curva principal e da cifose (T4-T12) por meio do método de Cobb, a obliquidade pélvica, o ângulo de Pisa (ângulo entre linha vertical do sacro e linha cervical vertical que passa pelo centro de C7) e ângulo sacro-clavicular. As complicações intra e pós-operatórias também foram avaliadas.

Tabela 1. Dados demográficos dos pacientes.

	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3	Paciente 4	Paciente 5
Idade	13A 8M	15A 10M	10A 7 M	11A 6 M	18A 1 M
Sexo	Masculino	Feminino	Feminino	Feminino	Masculino
Etiologia	PC/ GMFCS V	Amiotrofia espinhal progressiva tipo 3	SD genética indeterminada	PC/ GMFCS V	PC/ GMFCS IV
Complicação	Infecção profunda	-	-	Pneumonia/ Infecção Profunda	-
Capacidade de sentar	Não	Sim	Sim	Não	Não
Peso	20 Kg	51 Kg	21 Kg	22 Kg	48 Kg
Tipo da tração intra-operatória	Halo craniano + tração cutânea	Halo craniano + tração cutânea	Halo craniano + tração cutânea	Halo craniano + tração cutânea	Halo craniano + tração esquelética
Padrão da curva	Tóracolombar	Tóracolombar	Dupla curva tóracolombar	Tóracolombar	Tóracolombar

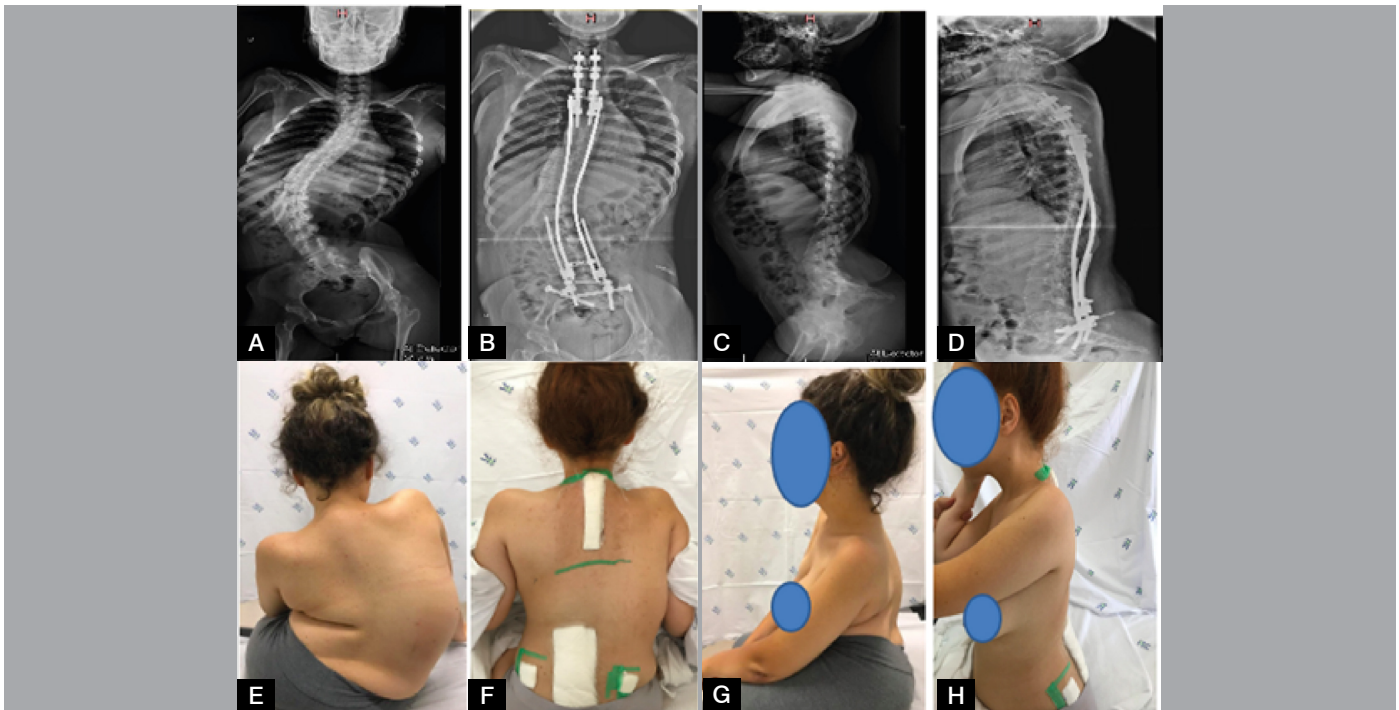


Figura 1. Paciente de 15 anos, portadora de amiotrofia espinhal progressiva tipo III. (A) radiografia em AP pré-operatória; (B) radiografia AP pós-operatória imediata; (C) radiografia perfil pré-operatória; (D) radiografia perfil pós-operatória imediata; (E-H) paciente em pré-operatório demonstrando a deformidade e obliquidade pélvica em pré e pós-operatório imediato.

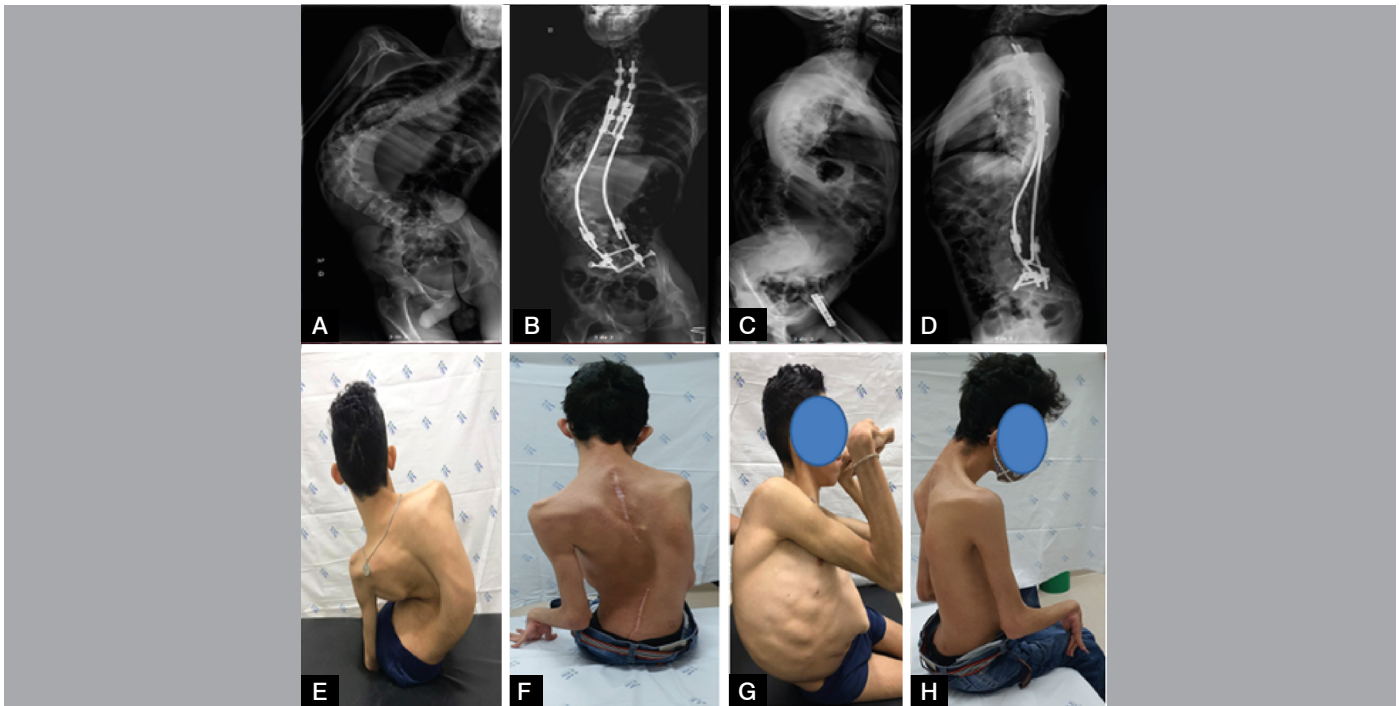


Figura 2. Paciente de 18 anos, portador de paralisia cerebral. (A) radiografia pré-operatória em AP; (B) radiografia pós-operatória com 12 meses de evolução; (C) radiografia pré-operatória em perfil; (D) radiografia pós-operatória perfil com 12 meses de evolução; (E-H) imagens clínicas do paciente no pré-operatório e com 12 meses de seguimento.

RESULTADOS

Os pacientes foram avaliados 12 meses após a realização da cirurgia. Foi observada melhora cosmética da deformidade e dos cuidados gerais dos pacientes. (Figura 4)

Os resultados da avaliação dos parâmetros radiográficos (ângulo da curva, cifose T4-T12, obliquidade pélvica, ângulo de Pisa e ângulo sacro-clavicular) estão representados na

Tabela 2 e Figura 5, e significativa correção dos parâmetros foi observada.

Não foi observada complicação neurológica no intra ou no pós-operatório, sendo que dois pacientes apresentaram infecção pós-operatória e pneumonia foi observada em um paciente. Não foi observada soltura, quebra ou demais problemas com os implantes com 12 meses de pós-operatório.

DISCUSSÃO

Os resultados clínicos e radiológicos do tratamento cirúrgico da escoliose neuromuscular por meio da técnica bipolar de Miliadi foram altamente satisfatórios na avaliação com 12 meses de pós-operatório de acordo com os parâmetros utilizados. A técnica bipolar permitiu a correção satisfatória da deformidade, da obliquidade da pelve e alinhamento do tronco por meio de cirurgia menos invasiva com menor morbidade. Resultados preliminares mostraram que o objetivo do tratamento cirúrgico pode ser alcançado com cirurgia de menor morbidade e redução das complicações pós-operatórias. Foi possível a realização do procedimento cirúrgico em paciente com grave deformidade e baixo peso, que poderia ser contraindicado por meio da técnica convencionalmente utilizada.

O princípio de tratamento da técnica bipolar não realiza a artrose de toda a extensão instrumentada da coluna vertebral,

estando totalmente em oposição ao conceito de fixação e artrose que tem sido classicamente utilizado no tratamento cirúrgico das escolioses neuromusculares.^{2,3}

As curvas da escoliose neuromuscular são caracterizadas por curvas longas em forma de C, que causam colapso da coluna vertebral, obliquidade pélvica e desvio no plano sagital.^{2,6,11} A técnica de correção cirúrgica clássica tem sido fundamentada na fixação segmentar da coluna vertebral, e diferentes técnicas de fixação vertebral foram desenvolvidas para essa finalidade e fixação de toda a extensão da coluna vertebral, desde a fixação segmentar dos processos espinhosos preconizada por Resina e Alves, cerclagem sublaminar descrita por Luque, bandas sublaminares descritas por Mazda parafusos pediculares, ou fixações híbridas.^{1,12} A fixação

Tabela 2. Resultados da avaliação dos parâmetros radiográficos.

Parâmetro radiográfico	Valor
Curva principal (Ângulo de Cobb)	
Pré-operatório	70,58 (64,7 to 84,1)
Pós-operatório	25,50 (2,6 to 50,3)
Correção (%)	64%
Obliquidade pélvica	
Pré-operatório	13,70 (0,7 to 24,9)
Pós-operatório	2,06 (0,0 to 6,1)
Correção (%)	85%
Cifose T4-T12	
Pré- Operatório	20,42 (13,7 to 33,8)
Pós Operatório	11,68 (2,8 to 19,8)
Correção (%)	43%
Ângulo Pisa	
Pré-operatório	56,34 (31,7 to 102,7)
Pós-operatório	17,80 (3,70 to 28)
Correção (%)	69%
Ângulo Sacroclavicular (SCA)	
Pré- Operatório	37,98 (26 to 72)
Pós Operatório	12,26 (3,70 to 16,80)
Correção (%)	60%

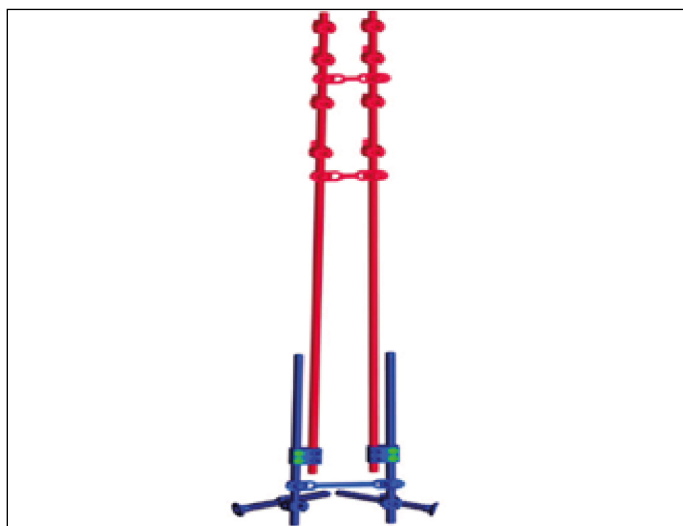


Figura 3. Construção bipolar, distalmente realizada com parafusos ileo-sacrais e proximalmente com ganchos em garra dupla.

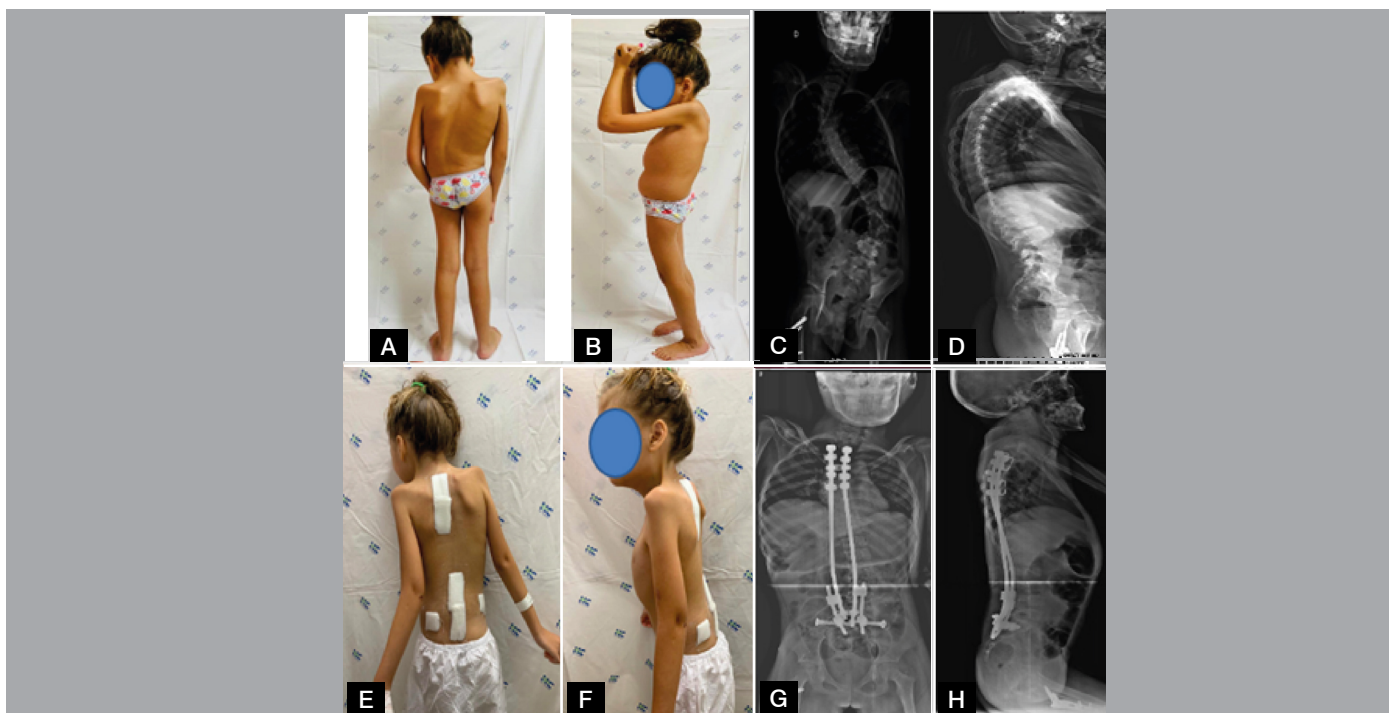


Figura 4. Paciente de 10 anos, com síndrome genética indeterminada. (A e B) imagens da paciente pré operatórias; (C e D) radiografias em AP e Perfil pré-operatórias; (E e F) paciente no pós-operatório imediato; (G e H) radiografias pós-operatórias em AP e perfil.

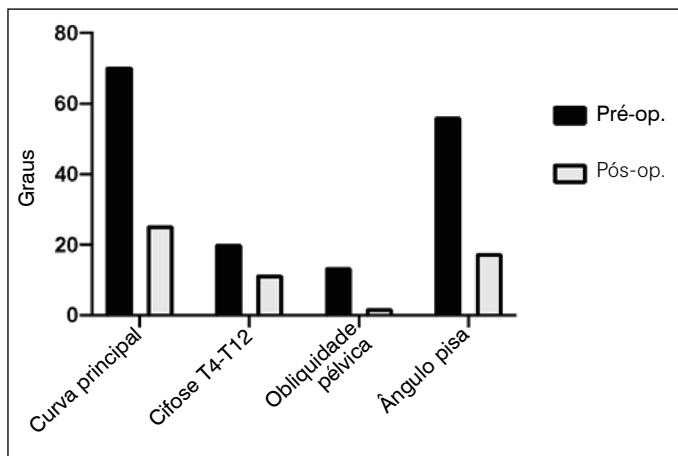


Figura 5. Resultados da avaliação dos parâmetros radiográficos.

da pelve utilizada nos pacientes que apresentam obliquidade pélvica também apresentou evolução técnica com a utilização de hastes no íliaco (Galveston), parafusos ilíacos, S2-ilíaco, parafusos ilio-sacrais.^{2,13} No entanto, apesar da evolução das técnicas de fixação, o índice de complicações tem sido muito elevado, devido ao grande porte do procedimento cirúrgico, associado com as condições gerais dos pacientes.^{11,13}

Cerca de 40,1% das complicações tem sido relato como complicações gerais do tratamento cirúrgico da escoliose neuromuscular.¹⁴ As complicações pós-operatórias podem ser precoces (infecção, complicações cardio-respiratórias, nutricionais, íleo, escaras, sangramento e morte) ou tardias (infecção, pseudartrose, quebra ou soltura dos implantes e perda da correção).^{15,16}

O método da fixação bipolar descrito por Miladi considera que a realização da artrodese não é necessária nos pacientes com escoliose neuromuscular e que não deambulam, e que a anquilose

espontânea tem sido relatada em grande parte dos pacientes que foram submetidos a fixação sem artrodese.^{3,4} Miladi considera que a cirurgia precoce utilizando uma base sólida e estável por meio de abordagem menos invasiva mesmo sem artrodese conduz a resultados mais satisfatórios e permite o alongamento da fixação.^{3,4}

A técnica de Miladi está apoiada no princípio biomecânico da fixação rígida da parte proximal e distal para permitir a correção da deformidade pelo efeito da distração. A elasticidade das hastes, o conector poliaxial, e modo do conjunto de fixação permitem a absorção do estresse mecânico. Devido a essa elasticidade, a quebra de hastes tem sido raramente observada, e somente um paciente no grupo de 100 pacientes operados por essa técnica apresentou quebra da haste.^{3,4,17} A preservação da região intermediária entre as fixações proximal e distal da fixação preserva a mobilidade segmentar da coluna vertebral e permite a realização de alongamentos das hastes do sistema para aumento da correção.^{17,18}

A experiência do idealizador da técnica bipolar para a correção das deformidades neuromusculares da coluna tem apresentado resultado altamente satisfatório e sua utilização tem sido ampliada para o tratamento de outras deformidades da coluna vertebral.¹⁹

CONCLUSÕES

A experiência preliminar com a utilização da técnica bipolar no tratamento das deformidades neuromusculares, ainda que se considere a curva de aprendizado e o pequeno número de pacientes, foi altamente satisfatória e representa alternativa no tratamento cirúrgico das deformidades neuromusculares com pequena morbidade nesse grupo de pacientes nos quais o tratamento cirúrgico apresenta grande morbidade.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste trabalho. RCO: participação ativa na discussão dos resultados; revisão e aprovação da versão final do trabalho. HLD: participação ativa na discussão dos resultados; revisão e aprovação da versão final do trabalho. HRTC: participação ativa na discussão dos resultados; revisão e aprovação da versão final do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Halawi MJ, Lark RK, Fitch RD. Neuromuscular Scoliosis: Current Concepts. *Orthopedics*. 2015;38(6):e452-6. doi: 10.3928/01477447-20150603-50.
- McCarthy RE. Management of neuromuscular scoliosis. *Orthop Clin North Am*. 1999;30(3):435-49. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70096-1.
- Miladi L, Gaume M, Khouri N, Johnson M, Topouchian V, Glorion C. Minimally Invasive Surgery for Neuromuscular scoliosis: results and complications in a series of one hundred patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018;43(16):e968-5. doi: 10.1097/BRS.0000000000002588.
- Miladi F. The minimally invasive bipolar technique for the treatment of spinal deformities in children and adolescents. *Coluna/Columna*. 2020;19(4):308-13. doi: 10.1590/s1808-185120201904238288.
- Canavese F, Rousset H, Le Gledic B, Samba A, Dimeglio A. Surgical advances in the treatment of neuromuscular scoliosis. *World J Orthop*. 2014;5(2):124-33. doi: 10.5312/wjo.v5i2.124.
- Jacob Júnior C, Barbosa IM, Batista Júnior JL, Leonel RB, Perim LGL, Oliveira TGS. Assessment of bone density in patients with scoliosis neuromuscular secondary to cerebral palsy. *Coluna/Columna*. 2014;13(3):193-5. doi: 10.1590/S1808-18512014130300R80
- Rosa FFS, Mendoza MAL, Pontin JCB. Epidemiological profile and outcomes in postoperative neuromuscular scoliosis. *Coluna/Columna*. 2020;19(1):26-9. doi: 10.1590/s1808-185120201901220734
- Olafsson Y, Saraste H, Al-Dabbagh Z. Brace treatment in neuromuscular spine deformity. *J Pediatr Orthop*. 1999;19(3):376-9.
- Reames DL, Smith JS, Fu KMG, Polly Jr. DW, Ames CP, Berven SH, et al. Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: a review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality database. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(18):1484-91. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181f3a326.
- Bachy M, Bouyer B, Vialle R. Infections after spinal correction and fusion for spinal deformities in childhood and adolescence. *Int Orthop*. 2012;36(2):465-9. doi: 10.1007/s00264-011-1439-8.
- Rocha LEM, Pudles E, Lampert HB. Avaliação dos resultados do tratamento cirúrgico da escoliose na atrofia muscular espinhal tipo 2. *Coluna/Columna*. 2011;10(3):211-5. doi: 10.1590/S1808-18512011000300009.
- Odent T, Ilharberdorpe B, Miladi L, Khouri N, Violas P, Ouellet J, et al. Fusionless surgery in early-onset scoliosis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101(6 Suppl):S281-8. doi: 10.1016/j.otsr.2015.07.004.
- Miladi LT, Ghanem IB, Draoui MM, Zeller RD, Dubouset JF. Iliosacral screw fixation for pelvic obliquity in neuromuscular scoliosis. A long-term follow-up study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(15):1722-9. doi: 10.1097/00007632-199708010-00007.
- Rumalla K, Yarbrough CK, Pugely AJ, Koester L, Dorward IG. Spinal fusion for pediatric neuromuscular scoliosis: national trends, complications, and in-hospital outcomes. *J Neurosurg Spine*. 2016;25(4):500-8. doi: 10.3171/2016.2.SPINE151377.
- Sharma S, Wu C, Andersen T, Wang Y, Hansen ES, Bünger CE. Prevalence of complications in neuromuscular scoliosis surgery: a literature meta-analysis from the past 15 years. *Eur Spine J*. 2013;22(6):1230-49. doi: 10.1007/s00586-012-2542-2.
- Santos DC, Cavali PTM, Santos MAM, Lehoczi MA, Rossato AJ, Landim E. Tratamento cirúrgico da escoliose em pacientes com amiotrofia espinhal com parafusos pediculares (instrumental de 3ª geração) e complicações precoces. *Coluna/Columna*. 2010;9(2):98-103. doi: 10.1590/S1808-18512010000200003
- Arlot V, Liljenqvist U, Miladi L, Aebi M. New concepts in scoliosis treatment. *Eur Spine J*. 2013;22(Suppl 2):79-80. doi: 10.1007/s00586-013-2673-0.
- Bouthors C, Gaume M, Glorion C, Miladi L. Outcomes at skeletal maturity of 34 children with scoliosis treated with a traditional single growing rod. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019;44(23):1630-37. doi: 10.1097/BRS.0000000000003148.
- Wolf W, Habboubi K, Sebaaly A, Moreau PE, Miladi I, Riouallon G. Correction of adult spinal deformity with a minimally invasive fusionless bipolar construct: preliminary results. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(6):1149-55. doi: 10.1016/j.otsr.2019.02.015.