CORRELAÇÃO: IMPEDÂNCIA E TOMOGRAFIA NA INSERÇÃO DE IMPLANTES EM ARTRODESE LOMBAR

CORRELATION: IMPEDANCE AND TOMOGRAPHY IN IMPLANTS INSERTION IN LUMBAR ARTHRODESIS

CORRELACIÓN: IMPEDANCIA Y TOMOGRAFÍA EN LA INSERCIÓN DE IMPLANTES EN ARTRODESIS LUMBAR

Ériko Gonçalves Filgueira[1], Luciano de Almeida Ferrer[1], Itamar Alves Barbosa Neto[1], Leonardo Morais Paiva[1], Ricardo Sugai[2], Luciana Feitosa Ferrer[3]

1. Hospital de Base do Distrito Federal, Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Brasília, DF, Brasil.
2. Hospital de Base do Distrito Federal, Serviço de Anestesiologia, Brasília, DF, Brasil.
3. Hospital Ortopédico, Serviço de Coluna, Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Definir se a estimulação eletroneurofisiológica seria um método seguro para redução de lesões em raízes nervosas no intraoperatório de artrodese de coluna lombar, bem como verificar se há correlação direta entre os valores de impedância transoperatória e a distância do parafuso e a cortical medial do pedículo. Métodos: Estudo retrospectivo, multicêntrico com seleção randômica consecutiva de 10 pacientes que realizaram artrodese de coluna lombossacra após falha de tratamento conservador, com um total de 50 parafusos pediculares instrumentados. Os valores confiáveis e seguros de impedância para diminuir os riscos de lesão em raízes nervosas foram aferidos no período perioperatório, sendo esses valores comparados com os da distância entre o parafuso e a cortical medial do pedículo na tomografia computadorizada, aferida no pós-operatório imediato. Resultados: Não há correlação direta entre os valores de impedância transoperatória e a distância do parafuso até a cortical medial do pedículo. Conclusão: A eletroneuroestimulação mostrou ser um método quantitativo seguro para diminuir os riscos de lesões em raízes nervosas no intraoperatório de artrodese de coluna lombar quando os valores aferidos são maiores que 10mA.

Descritores: Artrodese; Impedância elétrica; Raízes nervosas espinhais; Estimulação elétrica.

ABSTRACT

Objective: To define whether the electroneurophysiological stimulation would be a safe method for reducing injuries in nerve roots during surgery of lumbar spine arthrodesis, as well as verify whether there is a direct correlation between the intraoperative impedance values and the distance from the medial cortical pedicle screw. Methods: Randomized retrospective multicenter study of 10 patients who underwent arthrodesis of lumbar spine after conservative treatment failure, with a total of 50 pedicle screws instrumented. Reliable and safe impedance values were measured in order to reduce the risk of injury to nerve roots in the perioperative period, and these values were compared with the distance between the screw and the medial cortical of the pedicle by CT scan, measured in the immediate post-operative period. Results: There is no direct correlation between the intraoperative impedance values and the distance from the screw to the medial cortical of the pedicle. Conclusion: The electroneurostimulation proved to be a reliable quantitative method to reduce the risk of injury to nerve roots during surgery of lumbar spine arthrodesis when the measured values are greater than 10mA.

Keywords: Arthrodesis; Electric impedance; Spinal nerve roots; Electric stimulation.

RESUMEN

Objetivo: Definir si la estimulación electroneurofisiológica sería un método seguro para reducir las lesiones en las raíces nerviosas durante la cirugía de artrodesis de columna lumbar, así como verificar si hay correlación directa entre los valores de impedancia perioperatoria y la distancia entre tornillo y la cortical medial del pedículo. Métodos: Estudio retrospectivo, multicéntrico, con selección aleatoria consecutiva de 10 pacientes que fueron sometidos a la artrodesis de columna lumbosacra después de falla del tratamiento conservador, con un total de 50 tornillos pediculares instrumentados. Valores fiables y seguros de impedancia para reducir el riesgo de lesiones a las raíces nerviosas se midieron en el periodo perioperatorio, y estos valores se compararon con la distancia entre el tornillo y la cortical medial del pedículo en la tomografía computarizada, medida en el período postoperatorio inmediato. Resultados: No existe una correlación directa entre los valores de impedancia perioperatoria y la distancia desde el tornillo hasta la cortical medial del pedículo. Conclusión: La electroneuroestimulación mostró ser un método cuantitativo fiable para reducir el riesgo de lesiones a raíces nerviosas durante la cirugía de artrodesis de columna lumbar cuando los valores medidos son mayores que 10mA.

Descriptores: Artrodesis; Impedancia eléctrica; Raíces nerviosas espinales; Estimulación eléctrica.

Trabalho realizado no Hospital de Base do Distrito Federal, Brasília, DF, Brasil.
Correspondência: SHCGN 703, bloco C, casa 4, Brasília, DF, Brasil. 70730-703. leop_morais@yahoo.com.br

http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120161504162728

Recebido em 18/04/2016, aceito em 08/07/2016.

INTRODUÇÃO

O uso de parafusos pediculares nas artrodeses do segmento lombar está amplamente estabelecido na comunidade cirúrgica.[1] O instrumental de terceira geração foi inicialmente utilizado por Cotrel e Dubousset em 1985 apud Avanzi et al.[2] Isso permitiu grande estabilidade biomecânica quando comparado aos outros sistemas mais antigos dispensando a utilização de imobilização externa no período pós-operatório.[3,4] Contudo, essa técnica depende de acurácia dos cirurgiões que estão realizando o procedimento,[1] pois o mal posicionamento dos implantes está direta e indiretamente associado a complicações graves tais como infecções, pneumotórax, lesão da dura-máter, fratura do pedículo, paraparesia e soltura do implante.[5] Segundo Ravi et al.[6] a incidência de parafusos mal posicionados no segmento lombar é de 23%, sendo de 14 a 30% de violação medial e 60 a 68% lateral.[6,7]

Alguns métodos estão sendo usados para guiar e confirmar com acurácia o posicionamento dos parafusos pediculares,[8-11] como a fluoroscopia, porém insuficiente em predizer com confiança a violação do parafuso.[12-14] Tomografias computadorizadas são significativamente mais sensíveis e mais acuradas em avaliar o posicionamento dos parafusos pediculares,[14] porém factíveis na maioria dos centros somente no pós-operatório imediato. O uso da estimulação elétrica dos parafusos pediculares para avaliar seu correto posicionamento foi desenvolvido por Calancie et al.[15] inicialmente em modelo animal.

Esse método envolve estimulação elétrica dos parafusos pediculares e do próprio pedículo, usando pulsos de correntes constante, que provoca um potencial evocado nos miótomos correspondentes as raízes nervosas que estão sendo estimuladas.[16] Não há evidências em revisões bibliográficas quanto ao valor que determine a integridade pedicular.

O objetivo do trabalho é definir se a estimulação eletroneurofisiológica seria um método seguro para diminuir o risco de lesões em raízes nervosas em intraoperatório de artrodese de coluna lombar. Outrossim, determinar se existe correlação direta entre os valores de impedância transoperatória mensurada na cabeça do parafuso e a distância do implante à cortical medial do pedículo em tomografia computadorizada em pós-operatório imediato.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados aleatoriamente 10 pacientes consecutivos, sem cálculo prévio, que foram submetidos à instrumentação com parafusos pediculares em um ou dois níveis, por via de acesso posterior, de novembro de 2013 a junho de 2014, em um estudo multicêntrico e retrospectivo, sendo 50 parafusos pediculares instrumentados. Todos os pacientes foram operados por uma mesma equipe, constando de quatro ortopedistas e um eletrofisiologista. Havia posição fixa de dois médicos de cada lado do paciente, determinado aleatoriamente no início do trabalho, não sendo alternado em nenhuma cirurgia.

Posteriormente, estes dados foram plotados para a identificação de possíveis correlações entre a distância para a cortical medial do pedículo e a impedância transoperatória.

No estudo participaram quatro pacientes do sexo masculino e seis pacientes do sexo feminino. Os critérios de inclusão foram os pacientes com patologias degenerativas de coluna lombossacral que foram submetidos à cirurgia após falha do tratamento conservador. Já os critérios de exclusão foram os pacientes com espondilolistese, escoliose, ou quaisquer outras patologias que apresentem alteração anatômica pedicular e desejo de não participar do estudo em qualquer fase do mesmo.

A técnica de implante utilizada foi aquela divulgada por Kim et al.[5] e Li et al.[17] O ponto de entrada do parafuso no pedículo é na intersecção entre a linha que passa na porção média horizontal do processo transverso e a linha vertical da junção entre os terços médio e lateral do processo articular superior.[18]

Os implantes variaram de tamanho conforme exames pré-operatórios dos pacientes, sendo utilizados parafusos pediculares de titânio monoaxiais e poliaxiais de diâmetro 5,5 a 6,5 mm e de comprimento conforme medição intra-operatória.[1] Durante o procedimento cirúrgico, o neurofisiologista avaliou a impedância na cabeça do parafuso instrumentado no pedículo através de estimulação neurofisiológica feita pelo aparelho Viasys Endeavor, além do que, os parafusos foram observados por aparelho intensificador de imagem GE Everview 7500 (www.ge.com/br) em duas incidências ortogonais.

Foram obtidas tomografias computadorizadas no pós-operatório imediato, antes da alta hospitalar, no aparelho GE LightSpeed Plus (www.ge.com/br) de rotina em decúbito dorsal, com cortes de 2 mm paralelos aos pedículos nos planos sagital, axial e coronal. Buscou-se analisar o posicionamento dos parafusos pediculares quanto à presença de lesão da cortical pedicular pelo parafuso. Em caso positivo, quantificou-se a invasão da cortical pelo implante em milímetros. Foram considerados três parâmetros de violações do pedículo em quaisquer corticais ósseas na mensuração: nenhuma, até 2 mm e maior que 2 mm, conforme Xu et al.[11] e Polly et al.[19]

Foram realizados exames neurológicos pela equipe no pós-operatório em todos os pacientes selecionados no estudo, sendo consideradas novas lesões neurológicas aquelas diferentes da situação admissional do paciente.

A avaliação estatística foi feita através do *Software* R. Utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk, Wilcoxon, *t* de Student e teste de Levene para verificar a existência de associação entre as variáveis. Todos os testes foram aplicados com nível de significância de 5%.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em seres humanos pela plataforma Brasil (CAAE: 30463714.0.1001.5553).

RESULTADOS

As artrodeses por via posterior foram realizadas em 10 pacientes com patologia degenerativa em seguimento lombossacral que tiveram falha do tratamento conservador. Ao total foram posicionados 50 parafusos pediculares de L1 a S1 em um ou dois níveis.

A avaliação tomográfica constatou que não houve violação da cortical pedicular em nenhum dos casos. As lesões pediculares foram consideradas aceitáveis até 2 mm de extravasamento do parafuso dentro do pedículo, e inaceitável caso fosse maior que 2 mm.

Não houve diferença significativa entre a corrente elétrica média dos parafusos instrumentados pelos cirurgiões segundo suas posições no campo cirúrgico (à direita ou à esquerda), conforme consta na Tabela 1.

Não foi evidenciada diferença significativa da distância dos parafusos à cortical do pedículo visualizado em tomografia computadorizada em pós- operatório imediato quanto a posição dos cirurgiões segundo consta a Tabela 2.

O menor valor de corrente elétrica aferido foi superior a 10mA como destacado na Figura 1, sendo que a relação dessa aferição de amperagem com a distância do parafuso pedicular à cortical medial foi menor que 2, revelando que no trabalho em questão, o valor de 10mA é seguro. Porém, não houve relação significativa entre a corrente elétrica aferida e a distância dos parafusos a cortical medial do pedículo conforme constam na Figura 1 e Tabela 3.

Tabela 1. Comprovação da não significância estatística da impedância aferida quanto à posição dos cirurgiões pelo teste *t*.

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste *t* para igualdade de médias		
		F	Sig.	t	g.l.	p-valor
Corrente elétrica	Variâncias assumidas iguais	0,244	0,6236	-1,0834	48	0,2841

Tabela 2. Distância em mm do parafuso à cortical medial do pedículo quanto à posição do cirurgião.

	Teste de Wilcoxon para igualdade de médias		
	W	g.l.	p-valor
Distância média do parafuso	308,5	50	0,946

Tabela 3. Relação entre corrente elétrica e média de distância dos parafusos à cortical medial do pedículo.

Corrente Elétrica	Número de parafusos	Média da distância dos parafusos a unidade de medida
Menor que 24,4 mA	10	3,68
Entre 24,4 mA e 30,2 mA	10	2,67
Entre 30,2 mA e 36,2 mA	10	3,41
Entre 36.2 mA e 46.2 mA	10	3,82
Maior que 46.2 mA	10	4,23

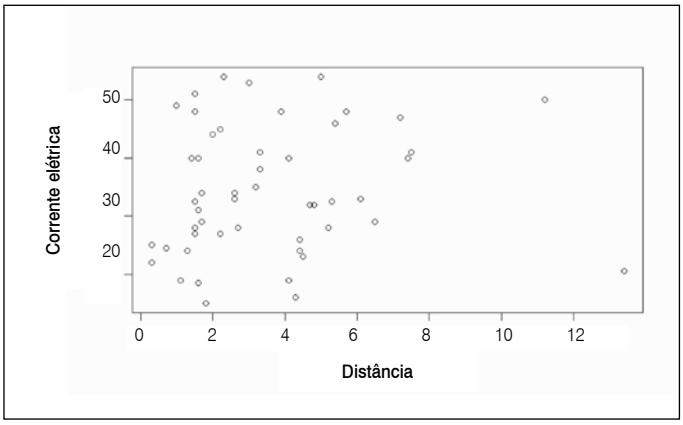

Figura 1. Dispersão revelando a corrente elétrica e distância de cada parafuso instrumentado.

DISCUSSÃO

Sabe-se do potencial poder mórbido da via de acesso anterior para fusões lombares,[20] o qual o tornou um dos fatores que influenciaram a propagação da técnica de artrodese da coluna lombossacra por uma via de acesso estritamente posterior, através do uso de parafusos pediculares. Dessa forma, surgiu a ideia de estudar a segurança da colocação dos parafusos pediculares por meio da estimulação eletroneurofisiológica, bem como observar se existe correlação direta entre os valores da impedância transoperatória e a distância do parafuso à cortical do pedículo.

Na literatura atual, considera-se seguro um extravasamento cortical medial do pedículo após instrumentação do parafuso de até 2 mm na maioria dos casos.[6] Segundo Gertzbein e Robbins,[21] há uma zona de até 4 mm considerada segura na porção medial ao pedículo, correspondente a 2 mm do espaço epidural e 2 mm do espaço subaracnóideo.

De acordo com os valores mostrados na Tabela 3 não houve violação da cortical medial do pedículo, visualizado em tomografia computadorizada pós-operatória, já que a média das distâncias dos parafusos à cortical medial foi maior que 2 mm.

A técnica de instrumentação dos parafusos pediculares depende de grande precisão,[1] dessa forma um conhecimento amplo da anatomia além de experiência, o que independe a posição do cirurgião no ato operatório. Não houve diferença significativa entre a corrente elétrica média dos parafusos instrumentados pelos cirurgiões segundo suas posições, já que ambos utilizaram a técnica operatória de forma precisa e acurada, segundo dados descritos na literatura propostos Lenke.[22] Isso foi evidenciado pelo teste *t* associado ao teste de Levene, que foram utilizados para testar a igualdade entre as variâncias e verificar qual teste deve ser utilizado. O p-valor não foi significativo (0,624) indicou que as variâncias são iguais, então o teste *t* pode considerar tal igualdade, na qual o p-valor do teste para variâncias iguais não foi significativo a 5% (p=0,2841), conforme consta na Tabela 1.

Os resultados revelaram que não foi evidenciado diferença significativa da distância dos parafusos à cortical do pedículo visualizado em tomografia computadorizada em pós-operatório imediato quanto a posição dos cirurgiões. Ao analisar tal relação foi necessário o teste de Wilcoxon, que é o teste equivalente não-paramétrico do teste *t*, no qual o p-valor do teste não foi significativo a 5% (p=0,946), como consta na Tabela 2, o que indica que não há evidências de que há diferença entre a distância média dos parafusos colocados pelos cirurgiões segundo suas posições.

Lenke et al.[22] associaram valores de impedância em parafusos pediculares instrumentados no segmento lombar maiores que 8mA como devidamente posicionados; valores entre 4.0-8.0mA sugeriam uma provável ruptura na parede medial e por fim valores menores que 4.0mA sugeriam transposição a parede medial do pedículo. Segundo resultados, o menor valor de corrente elétrica aferido no transoperatório foi de 10mA, a qual estava associada a integridade da parede medial do pedículo, o que confirmaria a interpretação de Lenke.

Uma revisão recente na literatura não identifica nenhum estudo desde 2007, onde haja relação de mau posicionamento do parafuso pedicular associado à neuroestimulação quanto a associação direta entre as variáveis corrente elétrica e distância do parafuso,[23] a qual persistiu nos dados colhidos conforme consta na dispersão na Figura 1, e no espectro de valores observados na amostra conforme Tabela 3, que mostra a distância média dos parafusos segundo a variável corrente elétrica categorizada por quintis. É possível perceber que o aumento da corrente elétrica não modifica a distância dos parafusos de forma significativa, porém a distância média dos parafusos na amostra selecionada foram todas maiores que 2 mm, o que comprova a não violação da cortical medial do pedículo, associado ao menor valor de corrente elétrica ser maior que 10mA, o que confirma a hipótese de um método quantitativo para avaliar a integridade pedicular em nossa amostra de 50 parafusos pediculares.

CONCLUSÃO

Não houve intervalo de valores aferidos de impedância transoperatório que se associassem significativamente a valores aferidos da distância do parafuso pedicular a cortical medial do pedículo em tomografia computadorizada em pós-operatório imediato, porém, o método de eletroneuroestimulação mostrou-se ser um método quantitativo seguro para reduzir os riscos de lesões em raízes nervosas em intraoperatório de artrodese de coluna lombar quando valores aferidos são maiores que 10mA, já que não foi observada incidência de parafusos pediculares que violaram o seu trajeto no estudo.

AGRADECIMENTO

Agradecemos à Taciana Arruda M. Sugai e Rosimara E. F. Almeida Camêlo pela contribuição na realização do trabalho.

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

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Cada autor contribui individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. LFF, LMP e IABN foram os principais contribuintes na redação do manuscrito. LAF, EGF, LFF e RS realizaram a cirurgia, acompanharam os pacientes e reuniram dados clínicos. IABN e LMP avaliaram os dados da análise estatística. LFF, IABN, LAF e EGF realizaram a pesquisa bibliográfica. LFF e RS foram responsáveis pela a revisão do manuscrito. Todos os colaboradores contribuíram com o conceito intelectual do estudo.

REFERÊNCIAS

1. Galindo MH, Galindo RH, Medeiros RC, Pereira AF, Ferreira MA, Rangel TM. Parafusos pediculares mal posicionados pela técnica freehand: qual o real valor para o surgimento de lesões neurológicas? Coluna/Columna. 2013;12(4):315-8.
2. Avanzi O, Chih LY, Meves R. Avaliação do tratamento cirúrgico da fratura toraco-

lombar com material de terceira geração. Rev Bras Ortop. 2002;37(6):226-32.
3. Cotrel Y, Dubousset J. A new technic for segmental spinal osteosynthesis using the posterior approach. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1984;70(6):489-94.
4. Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M. New universal instrumentation in spinal surgery. Clin Orthop Relat Res. 1988;(227):10-23.
5. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Cho YS, Riew KD. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe? Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(3):333-42.
6. Ravi B, Zahrai A, Rampersaud R. Clinical accuracy of computer-assisted two-dimensional fluoroscopy for the percutaneous placement of lumbosacral pedicle screws. Spine (Phila Pa 1976). 2011;36(1):84-91.
7. Belmont PJ Jr, Klemme WR, Dhawan A, Polly DW Jr. In vivo accuracy of thoracic pedicle screws. Spine (Phila Pa 1976). 2001;26(21):2340-6.
8. Ferrick MR, Kowalski JM, Simmons ED Jr. Reliability of roentgenogram evaluation of pedicle screw position. Spine (Phila Pa 1976). 1997;22(11):1249-52.
9. Kalfas IH, Kormos DW, Murphy MA, McKenzie RL, Barnett GH, Bell GR, et al. Application of frameless stereotaxy to pedicle screw fixation of the spine. J Neurosurg. 1998;83(4):641-7.
10. Odgers CJ 4th, Vaccaro AR, Pollack ME, Cotler JM. Accuracy of pedicle screw placement with the assistance of lateral plain radiography. J Spinal Disord. 1996;9(4):334-8.
11. Xu R, Ebraheim NA, Shepherd ME, Yeasting RA. Thoracic pedicle screw placement guided by computed tomographic measurements. J Spinal Disord. 1999;12(3):222-6.
12. Berlemann U, Heini P, Müller U, Stoupis C, Schwarzenbach O. Reliability of pedicle screw assessment utilizing plain radiographs versus CT reconstruction. Eur Spine J. 1997;6(6):406-10.
13. Vaccaro AR, Rizzolo SJ, Allardyce TJ, Ramsey M, Salvo J, Balderston RA, et al. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part I: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae. J Bone Joint Surg Am. 1995;77(8):1193-9.
14. Farber GL, Place HM, Mazur RA, Jones DE, Damiano TR. Accuracy of pedicle screw placement in lumbar fusions by plain radiographs and computed tomography. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(13):1494-9.
15. Calancie B, Lebwohl N, Madsen P, Klose KJ. Intraoperative evoked EMG monitoring in an animal model. A new technique for evaluating pedicle screw placement. Spine (Phila Pa 1976). 1992;17(10):1229-35.
16. Raynor BL, Lenke LG, Kim Y, Hanson DS, Wilson-Holden TJ, Bridwell KH, Padberg AM. Can triggered electromyograph thresholds predict safe thoracic pedicle screw placement? Spine (Phila Pa 1976). 2002;27(18):2030-5.
17. Li G, Lv G, Passias P, Kozanek M, Metkar US, Liu Z, Wood KB, et al. Complications associated with thoracic pedicle screws in spinal deformity. Eur Spine J. 2010;19(9):1576-84.
18. Freeman BL. Escoliose e cifose. In: Canale ST. Cirurgia ortopédica de Campbell. 10ª ed. São Paulo: Manole; 2006. p. 1751-954.
19. Polly DW Jr, Potter BK, Kuklo T, Young S, Johnson C, Klemme WR. Volumetric spinal canal intrusion: a comparison between thoracic pedicle screws and thoracic hooks. Spine (Phila Pa 1976). 2004;29(1):63-9.
20. Kim YB, Lenke LG, Kim YJ, Kim YW, Blanke K, Stobbs G, et al. The morbidity of an anterior thoracolumbar approach: adult spinal deformity patients with greater than five-year follow-up. Spine (Phila Pa 1976). 2009;34(8):822-6.
21. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. Spine (Phila Pa 1976). 1990;15(1):11-4.
22. Lenke LG, Padberg AM, Russo MH, Bridwell KH, Gelb DE. Triggered electromyographic threshold for accuracy of pedicle screw placement. An animal model and clinical correlation. Spine (Phila Pa 1976). 1995;20(14):1585-91.
23. Raynor BL, Lenke LG, Bridwell KH, Taylor BA, Padberg AM. Correlation between low triggered electromyographic thresholds and lumbar pedicle screw malposition: analysis of 4857 screws. Spine (Phila Pa 1976). 2007;32(24):2673-8.