

PARAFUSOS PEDICULARES MAL POSICIONADOS PELA TÉCNICA FREEHAND: QUAL O REAL VALOR PARA O SURGIMENTO DE LESÕES NEUROLÓGICAS?

MISPLACED PEDICLE SCREWS BY THE FREEHAND TECHNIQUE: WHAT IS THE REAL VALUE FOR THE OCCURRENCE OF NEUROLOGICAL LESIONS?

TORNILLOS PEDICULARES MAL POSICIONADOS POR TÉCNICA "FREEHAND": ¿CUÁL ES EL VALOR REAL DE LA APARICIÓN DE LAS LESIONES NEUROLÓGICAS?

MARINA HIRSCHLE GALINDO¹, RENATA HIRSCHLE GALINDO², RODRIGO CASTRO DE MEDEIROS¹, ANDRÉ FLÁVIO PEREIRA¹,
MARCUS ANDRÉ FERREIRA¹, TÚLIO DE MOURA RANGEL¹

RESUMO

Objetivo: Verificar a existência de lesões neurológicas nos pacientes submetidos à instrumentação com parafusos pediculares mal posicionados na região toracolombar. **Métodos:** Estudo prospectivo com seleção randômica de 30 pacientes submetidos à instrumentação pedicular por via posterior, pela técnica *freehand*. Foi avaliada comparativamente, de forma cega, a adequação do posicionamento dos parafusos nas vértebras por meio de tomografias. A seguir, tentou-se correlacionar a existência de alterações neurológicas relacionadas ao posicionamento dos implantes. **Resultados:** Observados 223 parafusos pediculares na coluna toracolombar em 30 pacientes operados no serviço por diversas doenças. Houve violação da parede do pedículo vertebral em 33% dos pacientes, sendo mais da metade com invasão da cortical medial. A piora neurológica no pós-operatório imediato ocorreu em três pacientes, entretanto apenas um parafuso precisou de reposicionamento. Todos os pacientes recuperaram a situação neurológica pré-cirúrgica. **Conclusões:** O índice de violação cortical com parafusos pediculares mostrou-se elevado. Contudo, nota-se que pequenas violações pediculares podem causar danos neurológicos e que, quando esses acontecem, são reversíveis se o erro for corrigido.

Descritores: Coluna vertebral; Canal vertebral; Parafusos ósseos; Fusão vertebral/instrumentação; Tomografia; Radiculopatia.

ABSTRACT

Objective: To verify the presence of neurological damages in patients submitted to instrumentation with thoracolumbar pedicle screws misplacement. **Methods:** Prospective study with a random selection of 30 patients submitted to pedicular instrumentation by posterior approach with *freehand* technique. Screws vertebral positioning was comparatively and blindly evaluated with tomographies. Then, we tried to correlate neurological status with screws placement. **Results:** Thirty patients submitted to spinal surgery at this hospital for any disease had instrumentation with 223 pedicle screws. Vertebral pedicle wall violation was observed in 33% of cases, and more than half of them had medial cortical breach. Neurological worsening occurred in three patients in the immediate postoperative period, but only one screw needed repositioning. All patients recovered the previous neurological status. **Conclusion:** A high level of pedicle screw cortical violation was observed. However, small pedicle breaches may originate neurological damages and, when they occur, the lesions are reversible if the misplaced screws are corrected.

Keywords: Spine; Spinal canal; Bone screws; Spinal fusion/instrumentation; Tomography; Radiculopathy.

RESUMEN

Objetivo: Comprobar si hay lesiones neurológicas en pacientes sometidos a la instrumentación con tornillos pediculares mal posicionados en la región toracolombar. **Métodos:** Se realizó un estudio prospectivo con selección aleatoria de 30 pacientes sometidos a la instrumentación pedicular posterior a través de la técnica "freehand". Se evaluó comparativamente en forma ciega, la conveniencia de la colocación de tornillos en las vértebras con visualización por TC. A continuación, tratamos de correlacionar la presencia de trastornos neurológicos relacionados con la colocación de los implantes. **Resultados:** Fueron observados 223 tornillos pediculares en la columna toracolombar en 30 pacientes operados en el servicio debido a diversas enfermedades. Hubo una violación de la pared del pedículo en un 33% de los casos, siendo que más de la mitad con invasión de la cortical medial. El empeoramiento neurológico en el postoperatorio inmediato se produjo en tres pacientes, aunque fue necesario cambiar la posición de un solo tornillo. Todos los pacientes recuperaron su estado neurológico preoperatorio. **Conclusiones:** La tasa de violación cortical con tornillos pediculares fue alta. No obstante, se observó que las pequeñas violaciones pediculares pueden causar daño neurológico y que cuando esto sucede, es reversible si se corrige el error.

Descriptores: Columna vertebral; Conducto vertebral; Fusión vertebral/instrumentación; Tomografía; Radiculopatía.

INTRODUÇÃO

O uso de osteossíntese com parafusos pediculares nas artrodeses do segmento torácico e lombar está amplamente estabelecido na comunidade cirúrgica. Emprega-se no tratamento de diversas doenças e oferece grande estabilidade à fusão vertebral realizada pela via posterior, uma vez que abrange as três colunas definidas

por Denis.¹ Entretanto esta técnica necessita de grande precisão durante a abordagem pedicular e o posicionamento do parafuso, visto que o pedículo vertebral é circundado por estruturas anatômicas nobres. A falta de acurácia durante o procedimento pode acarretar complicações, tais como fraturas de pedículo, lesão neurológica, vascular ou visceral.

1. Serviço de Cirurgia da Coluna Vertebral do Hospital Getúlio Vargas, Recife, PE, Brasil.

2. Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, PE, Brasil.

Trabalho realizado no Hospital Getúlio Vargas, em Recife-PE (Sistema Único de Saúde), Recife, PE, Brasil.

Correspondência: Rua Mamanguape, n 48 ap 102, Boa Viagem, Recife-PE. CEP 51020-250. marinahirschle@gmail.com

O objetivo deste estudo foi avaliar a incidência dos parafusos pediculares mal posicionados, bem como verificar a existência de correlação entre lesões neurológicas e a margem de erro no posicionamento desses parafusos.

MÉTODOS

Cento e cinquenta pacientes foram submetidos a tratamento cirúrgico das colunas torácica e lombar em um mesmo hospital da rede pública de saúde de Recife-PE, entre Fevereiro de 2010 e Fevereiro de 2011. Deste universo, foram selecionados aleatoriamente e de modo prospectivo trinta pacientes, de ambos os gêneros igualmente divididos, submetidos a artrodese por via de acesso posterior para diversas patologias. Todos os pacientes foram operados por uma mesma equipe, constando de cinco ortopedistas, sendo quatro cirurgiões de coluna e um médico residente em cirurgia da coluna.

No estudo participaram quinze pacientes do sexo masculino e quinze do sexo feminino, cuja idade média foi de 39,9 anos (11 a 80 anos). Não houve restrição quanto a doença abordada no ato cirúrgico.

A técnica de implante utilizada foi aquela divulgada por Kim *et al.*² e Li *et al.*³ na os parafusos eram colocados a mão-livre. As referências anatômicas, incluindo faceta articular e processos transversos, eram expostos. O ponto de entrada do parafuso no pedículo era determinado de acordo com o nível abordado. Na coluna torácica proximal (T1 a T3), a inserção era realizada medialmente a junção entre a origem do processo transversal e a lâmina e lateralmente a *pars interarticularis*. Na coluna torácica média (T4 a T9), o ponto de entrada localiza-se medialmente entre a junção da porção proximal do processo transversal com a lâmina e faceta superior, e lateralmente a *pars interarticularis*. Na coluna torácica baixa (T10 a T12), o parafuso inicia seu percurso na bissecção do processo transversal com sua junção com a lâmina, lateralmente a *pars*. Na coluna lombar, o ponto de entrada do parafuso é na intersecção entre a linha que passa na porção média horizontal do processo transversal e a linha vertical da junção entre os terços médio e lateral do processo articular superior.⁴

Os implantes variaram de tamanho conforme exames pré-operatórios dos pacientes, sendo utilizados parafusos pediculares de titânio monoaxiais e poliaxiais de diâmetro 4,5 a 6,5 mm e de comprimento conforme medição intra-operatória. Durante o procedimento cirúrgico, 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 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.*⁵ e Polly *et al.*⁶

Um segundo observador realizou exame neurológico nos pacientes selecionados durante os dez primeiros dias de pós-operatório, sendo consideradas novas lesões neurológicas aquelas diferentes da situação admissional do paciente. Posteriormente, estes dados foram plotados para a identificação de possíveis correlações entre o posicionamento inadequado do parafuso e a presença de lesões neurológicas.

A avaliação estatística foi feita através dos *Softwares SPSS 13.0* para *Windows* e *Microsoft Excel 2003*. Utilizou-se o teste de qui-quadrado e o teste exato de Fisher para verificar a existência de associação entre as variáveis. Todos os testes foram aplicados com 95% de confiança.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em seres humanos do nosso Serviço.

RESULTADOS

As artrodeses por via posterior foram realizadas em oito pacientes com escoliose idiopática adolescente, três pacientes com espondilodiscite, 10 pacientes com fratura toracolombar, dois pacientes com hérnia de disco, dois pacientes com espondilolistese, três pacientes com estenose de canal vertebral e dois pacientes com neoplasia vertebral. (Figura 1) Ao total, foram posicionados 223 parafusos pediculares de T1 a S1. (Tabela 1)

A avaliação tomográfica constatou que 75 (33,6%) parafusos encontravam-se violando alguma cortical pedicular. (Tabela 2) Estas violações ocorreram na cortical medial do pedículo vertebral em 58,7% dos implantes e lateralmente em 28% dos casos. (Figura 2)

As lesões pediculares foram consideradas aceitáveis até 2 mm de extravasamento do parafuso dentro do pedículo, e inaceitável caso fosse maior que 2 mm. Com base nesta informação, quarenta e sete (61,8%) parafusos acharam-se com posicionamento aceitável e 28 (38,2%) inaceitável.

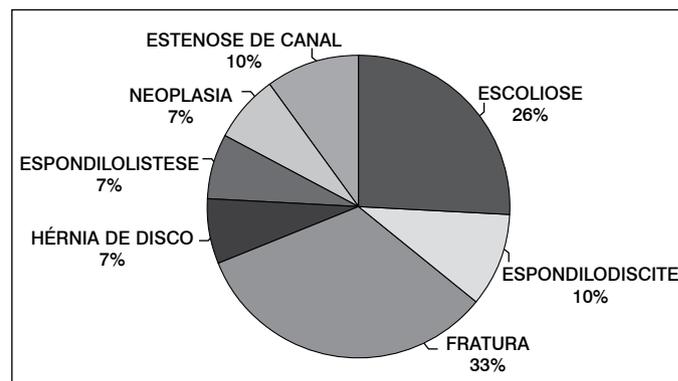


Figura 1. Prevalência de patologias da coluna na amostra avaliada.

Tabela 1. Distribuição de parafusos pediculares de acordo com a patologia.

Patologia	Parafusos (n)	%
Escoliose	89	39,8
Espondilodiscite	12	5,4
Fratura	70	31,4
Hérnia de disco	8	3,6
Espondilolistese	10	4,5
Neoplasia	16	7,2
Estenose de canal	18	8,1
Total	223	100

Tabela 2. Distribuição por vértebra dos parafusos que violaram a cortical pedicular.

Vértebra	Total de Parafusos	Parafusos mal posicionados (n)	Parafusos mal posicionados por nível (%)	Parafusos mal posicionados (% do total)
T1	0	0	0,0	0,0
T2	2	1	50,0	1,3
T3	2	1	50,0	1,3
T4	7	4	57,1	5,3
T5	5	2	40,0	2,7
T6	7	2	28,6	2,7
T7	7	3	42,9	4,0
T8	5	0	0,0	5,3
T9	10	4	40,0	10,7
T10	14	8	57,1	6,7
T11	20	5	25,0	6,7
T12	24	5	20,8	13,3
L1	23	10	43,5	18,6
L2	23	14	60,9	6,7
L3	24	5	20,8	6,7
L4	20	5	25,0	6,7
L5	18	5	27,8	1,3
S1	12	1	8,3	1,3
Total	223	75	---	100

Também avaliou-se a existência de alteração neurológica no pós-operatório imediato desses pacientes. Três pacientes (10%) que tinham 19 parafusos mal posicionados, o correspondente a 8,5% da amostragem dos implantes, mostraram lesões radiculares nos dois primeiros dias pós-cirúrgicos; observou-se regressão ao padrão neurológico pré-artrodese nos dias subsequentes em dois pacientes, que não tinham invasão do canal medular acima de 2 mm e os achados foram considerados como radiculopatias após a manipulação cirúrgica. Tratavam-se de um paciente com uma fratura de vértebra torácica tipo C segundo Magerl et al.⁷ e outro paciente com importante estenose de canal vertebral lombar. O paciente que não apresentou melhora estava em tratamento para espondilodiscite e apresentava o parafuso pedicular de T10 a esquerda com invasão medial de 4 mm; este precisou ser reposicionado em um novo tempo operatório e o paciente evoluiu com diminuição da dor e da parestesia que apresentava.

Com a análise estatística dos dados, observou-se associação entre a ruptura da cortical, o surgimento de lesão neurológica ($p = 0,037$) e o grau de extravasamento cortical ($p = 0,045$). Porém não houve significância quanto a localização da violação cortical pedicular e a presença da radiculopatia. (Tabela 3). Ainda esteve presente a correlação estatística entre alterações neurológicas e a patologia de base cirúrgica ($p < 0,001$).

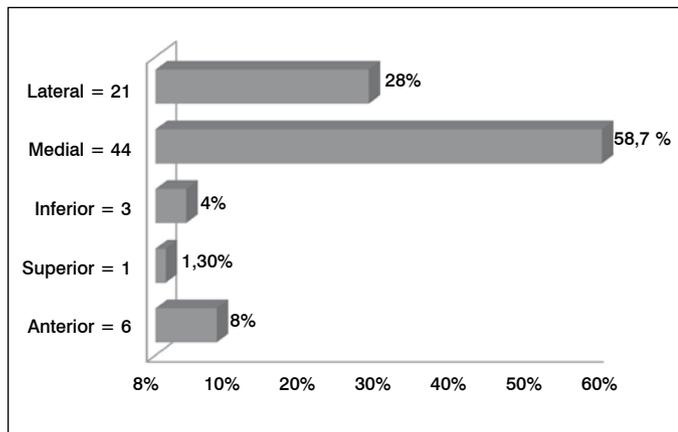


Figura 2. Quantidade absoluta e relativa de lesões pediculares vertebrais quanto a localização anatômica.

Tabela 3. Avaliação da presença de lesão neurológica de acordo com a ruptura cortical pedicular, sua localização, sua gradação e patologia de base.

Variáveis	Sequela neurológica				P
	Sim		Não		
	n*	%	n*	%	
Violação do pedículo vertebral					
Presente	11	57,9	64	31,4	0,037 **
Ausente	8	42,1	140	68,6	
Localização anatômica da violação (quando presente)					
Anterior	0	0,0	6	9,4	0,620 ***
Superior	0	0,0	1	1,6	
Inferior	0	0,0	3	4,7	
Medial	6	54,5	38	59,3	
Lateral	5	45,5	16	25,0	
Grau da violação					
Aceitável	10	90,9	37	57,8	0,045 ***
Não-aceitável	1	9,1	27	42,2	
Patologia de base para cirurgia					
Escoliose	0	0,0	89	43,7	< 0,001 ***
Espondilodiscite	4	21,1	8	3,9	
Fratura	8	42,1	62	30,4	
Hérnia de disco	0	0,0	8	3,9	
Espondilolistese	0	0,0	10	4,9	
Neoplasia	0	0,0	16	7,8	
Estenose de canal	7	36,8	11	5,4	

(*) Quantidade absoluta de parafusos pediculares. (**) Teste de Qui-Quadrado. (***) Teste Exato de Fisher.

DISCUSSÃO

Sabe-se do potencial poder mórbido da via de acesso anterior para fusões toracolombares,⁸ o qual o tornou um dos fatores que influenciaram a propagação da técnica de artrodese da coluna toracolombossacra por uma via de acesso estritamente posterior, através do uso de parafusos pediculares. Sua técnica de inserção a mão livre está bem difundida entre os cirurgiões, e a palpação anatômica direta do pedículo durante o posicionamento do parafuso permite a percepção de extravasamentos da cortical no seu percurso, principalmente as rupturas maiores que 2 mm.⁹ Entretanto, uma técnica necessita de sua curva de aprendizado; assim, este estudo foi prejudicado quando um profissional em formação participa do posicionamento dos implantes, mesmo que em conjunto com cirurgiões experientes. A maturidade durante o ato cirúrgico favorece que estas lesões pediculares sejam percebidas antes da colocação do implante e que este possa ser reposicionado no mesmo momento.

O mal posicionamento dos implantes pediculares está direta e indiretamente associado a complicações graves, tais como infecção, pneumotórax, quilotórax, derrame pleural, lesão da dura-máter, fratura do pedículo, paraparesia e soltura do implante.²

Na literatura atual, considera-se seguro um extravasamento cortical medial de até 2 mm na maioria dos casos.¹⁰ Segundo Gertzbein e Robbins,¹¹ 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. A cortical lateral pode sofrer uma violação de até 6 mm sem acarretar consequências clínicas se for utilizada a técnica de *in-out-in*.¹² Também existe uma elasticidade inerente ao pedículo de pacientes pediátricos, os quais podem suportar parafusos até 115% sem ocasionar lesão cortical.¹³

Em uma amostra diversificada, observou-se o mal posicionamento de 33,6% dos implantes pediculares, menor que a taxa de 79% observada em laboratório por Bergeson et al.,⁹ mas condizente com o valor de 23% observado por Ravi et al.¹⁰ em vértebras lombares, e 43% por Belmont em vértebras torácicas.¹²

A localização da violação obteve valores discrepantes da literatura, que mostra 14 a 30% medial e 60 a 68% lateral.^{10,12} Neste estudo, a maior parte das rupturas localizou-se medialmente ao pedículo (58,7%), e lateralmente em 28% dos parafusos. Observa-se uma importante variação de resultados. Porém os estudos acima citados relacionam isoladamente vértebras torácicas e lombares, fato não abordado por estes autores.

De acordo com os valores mostrados, a incidência de lesões neurológicas no pós-operatório foi de 10% no grupo estudado. Ranade et al.¹⁴ não encontrou complicações neurológicas em seu universo estudado, que, no entanto, continha um conjunto de 16 sujeitos, o que prejudica sua avaliação final.

Esta análise evidenciou uma correlação estatística entre a violação e a presença de alterações neurológicas pós-operatórias, mas não houve significância entre a posição inadequada anatomicamente do implante e a queixa neurológica. Pôde-se afirmar que as vértebras de maior risco para mal posicionamento do parafuso pedicular foram L1, T12 e T10, em ordem decrescente. Não se constatou aumento deste índice nas vértebras de T5 a T8, conforme outros trabalhos.^{9,12} Contudo, esta avaliação não se estende quando foram comparadas as violações entre vértebras semelhantes, fato justificado por várias vértebras terem recebido poucos parafusos durante os atos cirúrgicos e seu erro de posicionamento tornou-se superestimado.

Um valor de 37,3% das violações corticais, correspondente a 28 dos 75 parafusos mal posicionados, extravasou além de 2 mm do pedículo, saindo da margem de segurança.^{5,6} A taxa de aceitação da ruptura pedicular teve significância estatística quanto a sua propensão a causar lesão neurológica, mas esta influência ocorreu em favor de lesões consideradas aceitáveis ou seguras, ou seja, menores ou iguais a 2 mm. Esperava-se que este resultado se mostrasse de forma inversa. O teste de Fisher acusou $p = 0,045$; este valor pode ser justificado por uma amostragem pequena, uma

vez que apenas um parafuso que fosse mal posicionado além dos atuais 9% alteraria o valor do teste para não-significativo.

Mostrou-se também uma alta associação estatística entre espondilodiscite, fratura e estenose de canal vertebral como doenças propensas a causar lesão neurológica em seu pós-cirúrgico. Esta tendência aconteceu devido ao número amostral de pacientes lesionados, restrito a três. Em um estudo com um universo maior de pacientes e parafusos, este padrão tenderá a criar um valor estatístico mais condizente com a realidade. O mesmo ocorre entre a presença de lesão neurológica e a vértebra onde o parafuso está localizado, cálculo que necessita de maior gama de sujeitos de pesquisa.

CONCLUSÃO

Foi observada alta incidência de parafusos pediculares que violaram o seu trajeto, com destaque para as lesões mediais. A margem

de mais de 2 mm para violações do pedículo, apesar do descrito na literatura como inaceitável, não condiz com o resultado do confronto de dados deste estudo, no qual foi observado incidência aumentada de lesões neurológicas nos parafusos com invasão cortical menor que 2 mm. Contudo, tais lesões quando presentes podem ser reversíveis com o melhor posicionamento do implante pedicular. Este ensaio necessita de avaliação em um universo mais abrangente para confirmar as hipóteses levantadas neste momento.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários e pacientes do serviço de Ortopedia e Traumatologia do nosso Serviço, que auxiliaram na construção do banco de dados.

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

REFERÊNCIAS

1. Denis F. The three column spine and its significance and classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1993; 8:818-31.
2. 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.
3. Li G, Lv G, Passias P, Kozanek M, Metkar US, Liu Z, et al. Complications associated with thoracic pedicle screws in spinal deformity. *Eur Spine J*. 2010;19(9):1576-84.
4. Freeman BL. Escoliose e cifose. In: Canale ST, editor. *Cirurgia ortopédica de Campbell*. 10a. ed. São Paulo: Manole; 2006. p. 1751-954.
5. Xu R, Ebraheim NA, Ou Y, Yeasting RA. Anatomic considerations of pedicle screw placement in the thoracic spine. *Roy-Camille technique versus open-lamina technique*. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23(9):1065-8.
6. 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.
7. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J*. 1994;3(4):184-201.
8. 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.
9. Bergeson RK, Schwend RM, DeLucia T, Silva SR, Smith JE, Avilucea FR. How accurately do novice surgeons place thoracic pedicle screws with the free hand technique? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(15):E501-7.
10. 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.
11. Gertzbein SD, Robbins SE. Accuracy of pedicular screw placement in vivo. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1990;15(1):11-4.
12. 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.
13. Xie J, Wang Y, Zhao Z, Zhang Y. The safe placement of upper and middle thoracic pedicle screws in pediatric deformity. *J Spinal Disord Tech*. 2011;24(1):55-9.
14. Ranade A, Samdani AF, Williams R, Barne K, McGirt MJ, Ramos G, et al. Feasibility and accuracy of pedicle screws in children younger than eight years of age. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34(26):2907-11.