

MORFOMETRIA DO POSICIONAMENTO DE PARAFUSOS PEDICULARES DE TRAJETO CORTICAL EM BRASILEIROS

MORPHOMETRY OF THE POSITIONING OF CORTICAL TRAJECTORY PEDICLE SCREWS IN BRAZILIANS

MORFOMETRÍA DEL POSICIONAMIENTO DE TORNILLOS PEDICULARES DE TRAYECTO CORTICAL EN BRASILEÑOS

FERNANDO MAGALHÃES GOSSENDE,^{1,2} ROGÉRIO LÚCIO CHAVES DE RESENDE,¹ CARLOS BAUER NEMEM LOPES JUNIOR,² JEFFERSON SOARES LEAL,¹ PAULA SILVEIRA SANTANA,²
 ÂNGELO RIBEIRO VAZ DE FÁRIA,^{1,2} LUIZ CLAUDIO DE MOURA FRANÇA²

1. Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFGM) Belo Horizonte, MG, Brasil.

2. Rede Mater Dei, Departamento de Ortopedia. Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Estudo morfométrico do posicionamento de parafuso pedicular com trajeto cortical na coluna lombar de pacientes brasileiros de diferentes sexos e idades, por meio da utilização de imagens de tomografia computadorizada, com o intuito de se obter dados mais fidedignos em relação à inserção do parafuso cortical e às variações observadas, proporcionando assim subsídios para uma abordagem mais segura, eficaz e com menos complicações. **Métodos:** Seleção de 100 pacientes em bases de dados, com alternância de sexo, auferindo o comprimento, diâmetro, angulação cefálica e angulação lateral das vértebras de L1 à L5. **Resultados:** Foram obtidas medições com significância estatística em relação ao sexo nos quatro diferentes parâmetros mensurados. A média de idade foi de 56 anos, com mínima de 20 e máxima de 87 anos. Os parafusos de L4 e L5 mostraram redução em relação aos outros níveis, enquanto a largura se mostrou progressiva a partir de L3. A angulação lateral foi o parâmetro que apresentou a menor variância entre eles, ao contrário da angulação cefálica com maior variação e diminuição de L4 e L5. **Conclusões:** Foram obtidos resultados de comprimento, largura, angulação lateral e cefálica estatisticamente significativos. O sexo apresentou-se como fator significativo na instrumentação da cirurgia da coluna pela técnica do parafuso pedicular de trajeto cortical. **Nível de evidência I; Estudo diagnóstico (investigação de um exame para diagnóstico).**

Descritores: Parafusos Ósseos; Fusão Vertebral; Coluna Vertebral/cirurgia.

ABSTRACT

Objective: Morphometric study of the positioning of the cortical trajectory pedicle screw in the lumbar spine of Brazilian patients of different sexes and ages, through the use of computed tomography images, in order to obtain more reliable data about cortical screw insertion and the variations observed, providing assistance for a safer, more effective approach with fewer complications. **Methods:** Selection of 100 patients from a database, alternating by sex, measuring the length, diameter, cephalic angulation, and lateral angulation of the vertebrae from L1 to L5. **Results:** Statistically significant measurements were obtained for the four different parameters in relation to sex. The mean age was 56, with a minimum of 20 and a maximum of 87 years. The L4 and L5 screws showed a reduction in relation to the other levels, while the width showed a progressive increase starting at L3. Lateral angulation was the parameter with the least variation among the levels, while there was greater variation and a reduction from L4 to L5 in cephalic angulation. **Conclusion:** Statistically significant results were obtained for length, diameter, lateral and cephalic angulation. Sex was a significant factor in spine surgery instrumentation using the cortical trajectory pedicle screw technique. **Level of evidence I; Diagnostic study (investigation of an examination for diagnosis).**

Keywords: Bone Screws; Spinal Fusion; Spine/surgery.

RESUMEN

Objetivo: Estudio morfométrico del posicionamiento de tornillo pedicular con trayecto cortical en la columna lumbar de pacientes brasileños de diferentes sexos y edades, mediante el uso de imágenes de tomografía computarizada, con el objetivo de obtener datos más fidedignos con relación a la inserción del tornillo cortical y a las variaciones observadas, proporcionando así subsidios para un abordaje más seguro, eficaz y con menos complicaciones. **Métodos:** Selección de 100 pacientes en bases de datos, con alternancia de sexo, midiendo la longitud, diámetro, angulación cefálica y angulación lateral de las vértebras desde L1 hacia L5. **Resultados:** Fueron obtenidas medidas con significancia estadística con relación al sexo en los cuatro diferentes parámetros medidos. El promedio de edad fue de 56 años, con edad mínima de 20 y máxima de 87 años. Los tornillos de L4 y L5 mostraron reducción con relación a los otros niveles, mientras que el ancho se mostró progresivo a partir de L3. La angulación lateral fue el parámetro que presentó la menor variación entre ellos, al contrario de la angulación cefálica, con mayor variación y disminución de L4 y L5. **Conclusiones:** Fueron obtenidos parámetros de longitud, ancho, angulación lateral y cefálica estadísticamente significativos. El sexo se presentó como factor en la instrumentación de la cirugía de la columna por la técnica del tornillo pedicular de trayecto cortical. **Nivel de evidencia I; Estudio Diagnóstico (investigación de un examen para diagnóstico).**

Descritores: Tornillos Óseos; Fusión Vertebral; Columna Vertebral/cirurgia.

Estudo realizado no Hospital Mater Dei de Saúde, Betim, MG, Brasil.

Correspondência: Fernando Magalhães Gosende. Rua Dr Henrique Sales, 252/1002, Luxemburgo, Belo Horizonte, MG, Brasil. 30380-280. gosendef@gmail.com

<http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201902223974>

Coluna/Columna. 2020;19(2):127-32



Recebido em 15/05/2019 aceito em 10/09/2019

INTRODUÇÃO

A fixação com parafuso pedicular tem sido a principal técnica para estabilização da coluna lombar utilizada durante várias décadas no tratamento de doenças da coluna lombar, como fraturas, tumores, doença degenerativa.¹

A inserção dos parafusos pediculares na coluna lombar é realizada através do pedículo, de lateral para medial, sendo o ponto de inserção localizado na junção do processo transversal da vértebra lombar com a parede lateral da faceta superior da vértebra a ser fixada.²

Diversas potenciais complicações estão associadas a essa técnica, tais como o deslocamento do parafuso e perda de estabilidade, principalmente em pacientes com osteopenia ou osteoporose.³ Outra desvantagem inclui a dissecação muscular significativa, necessária para a inserção de parafusos pediculares, devido à sua trajetória de lateral para medial,³ e o risco de lesão do tecido neural.^{3,4}

Na última década, vários avanços têm sido alcançados no que diz respeito ao desenvolvimento de novos parafusos, assim como de novas técnicas de inserção, todas em busca de otimizar as propriedades biomecânicas e/ou minimizar o risco de complicações.⁵ Santoni et al.⁶ foram os primeiros a descreverem o parafuso pedicular lombar com trajeto cortical, ou simplesmente chamado "parafuso cortical".

O parafuso pedicular de trajeto cortical possui um posicionamento próprio, diferente do parafuso pedicular clássico. Ele apresenta trajetória de caudal para cefálico no plano sagital, e medial para lateral no plano horizontal. Sua idealização veio do desafio de realizar a instrumentação de pacientes com fragilidade óssea por doença osteoporótica. O objetivo era criar um trajeto de parafuso com maior contato com o osso cortical e, portanto, com maior resistência contra o arrancamento – *pullout*.

Desde então inúmeros trabalhos sobre essa nova técnica foram realizados, demonstrando suas características e seus potenciais benefícios, comparando-a diretamente com a técnica pedicular clássica.

Essa técnica tem se mostrado segura inclusive para uso em cirurgias pediátricas.⁷ Estudos biomecânicos demonstram vantagens dessa técnica, incluindo o torque insercional superior à tradicional e menor incidência de complicações gerais.^{2,8,9} Em relação à melhora funcional e a dor, essa técnica se assemelha à tradicional em estudos preliminares.^{9,10}

A fixação dos parafusos pediculares de trajeto cortical pode variar dependendo de fatores como angulação cefálica e o tamanho do parafuso dentro da lâmina, assim como fatores individuais do paciente, como a densidade mineral óssea. O conhecimento anatômico aprimorado é relevante para a colocação do parafuso para a fixação lombar, pois potencialmente pode oferecer melhorias nos resultados, além de redução das complicações. Consequentemente, compreender a variabilidade morfométrica na população brasileira pode viabilizar uma abordagem mais segura e eficaz.

O objetivo do presente estudo foi realizar a medição dos parâmetros morfométricos do posicionamento de parafusos pediculares inseridos na coluna lombar de pacientes brasileiros de diferentes sexo e idade, a fim de se obter dados mais fidedignos acerca da inserção do parafuso cortical e das variações observadas, proporcionando assim subsídios para uma abordagem mais segura, eficaz e com menos complicações.

MÉTODOS

Trata-se de estudo retrospectivo, submetido e aprovado pelo comitê de ética do Hospital Mater Dei (número de identificação: 04315318.0.0000.5128), com avaliação de prontuário e revisão de imagens tomográficas. Os participantes do presente estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram avaliadas 100 tomografias computadorizadas de coluna lombar realizadas na mesma instituição: Rede Mater Dei de Saúde, Belo Horizonte, Minas Gerais. Foram incluídas as tomografias realizadas entre o período de 23/02/2018 à 21/11/2018, dentro da base de dados por revisão de prontuário; sendo 50 de pacientes do sexo feminino e 50 de pacientes do sexo masculino. Os critérios

de exclusão foram: pedículos fraturados, pedículos com alterações congênitas e outras deformidades.

Foram realizadas as seguintes medições: comprimento máximo; largura máxima em plano axial; ângulo lateral em relação ao plano axial e ângulo cefálico em relação ao plano sagital. De maneira alternada, foram medidos os pedículos da direita ou da esquerda, na mesma coluna lombar. Todas as medições foram realizadas pelo mesmo especialista em radiologia, com o objetivo de diminuir o viés da medição, tendo por base as ilustrações representadas nas Figuras 1 e 2. Utilizaram-se os parâmetros descritos por Matsukawa et al.,¹¹ sendo o ponto de início do parafuso a interseção de uma linha traçada na mediana do processo articular superior da vértebra e outra linha perpendicular, localizada um milímetro caudal à borda inferior do processo transversal, ilustrado pelo ponto e na Figura 1.

Os dados obtidos através das medições foram compilados em tabela do software Excel. Para os cálculos estatísticos, primeiramente, foi realizada a análise exploratória a fim de determinar a normalidade dos dados. Variáveis quantitativas foram submetidas aos seguintes testes de normalidade: Teste de D'Agostino-Pearson e o Teste de Shapiro-Wilk. Após a determinação da normalidade foi realizado o cálculo da mediana e percentis 25 e 75 (P25 e P75), além do valor mínimo e máximo de cada variável analisada.

A avaliação de possíveis diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes níveis (L1 a L5) foi realizada utilizando o Teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo Teste de Dunn's para as comparações múltiplas. Para a comparação das medições dentro de cada nível, em relação ao sexo do paciente, foi utilizado o Teste de Mann-Whitney.

Os dados da pesquisa foram tratados no programa estatístico GraphpadPrism[®], versão 5.0 para Windows, e em todos os testes estatísticos utilizados foi considerado um nível de significância de 5%. Dessa forma, são consideradas associações estatisticamente significativas aquelas cujo valor *p* foi inferior a 0,05.

Foram excluídos dos cálculos estatísticos as medições dos pedículos com algum tipo de má formação, vértebras fraturadas e tumores.

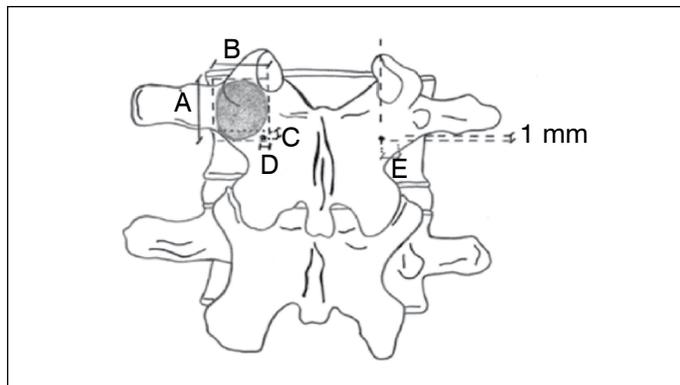


Figura 1. Ponto de início e medições do pedículo. (A) altura pedicular, (B) largura pedicular, (C) distância do ponto de início à margem inferior do pedículo, (D) distância do ponto de início à borda medial do pedículo e (E) ponto de inserção do parafuso.

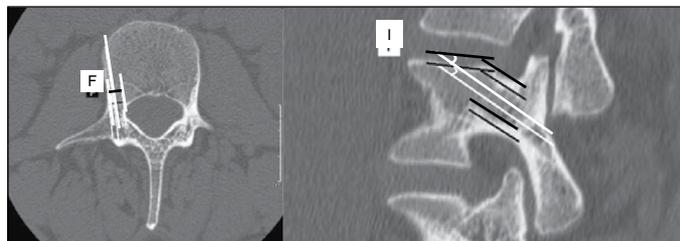


Figura 2. Ilustração de vértebra lombar. (F) diâmetro máximo, (G) comprimento máximo e (H) ângulo lateral (I) ângulo cefálico do parafuso no plano sagital.

RESULTADOS

Os pacientes deste estudo ($n = 100$) apresentaram idade mediana de 56 anos, com mínima de 20 e máxima de 87 anos. A mediana da idade foi semelhante entre o sexo masculino e feminino ($p = 0,8496$). Nos pacientes do sexo feminino a idade mediana foi de 56 anos (mínima de 20 e máxima de 87 anos), enquanto que nos pacientes masculinos a mediana observada foi de 57 anos (mínima de 25 e máxima de 86 anos), dados estes representados em Figura 3.

A mediana do comprimento ósseo máximo (L1 à L5) do total de pacientes ($n = 100$) estão apresentados na Figura 4. Os dados obtidos demonstraram que o comprimento ósseo mediano não apresentou variação estatística entre os níveis L1 a L3. Entretanto, nos níveis L4 e L5 houve redução significativa dessas medidas ($p < 0,0001$). (Figura 4A) As medições obtidas no nível L4 da coluna lombar foram inferiores estatisticamente às medidas dos níveis L1, L2 e L3 ($p < 0,0001$). Já no nível L5 apresentou o menor valor mediano de comprimento ósseo em comparação aos demais níveis ($p < 0,0001$). Em relação ao sexo, ambos os pacientes do sexo feminino e masculino também apresentaram essa redução significativa da medida de comprimento ósseo nos níveis L4 e L5 da coluna lombar. Nos pacientes do sexo feminino, as medidas de L4 foram inferiores somente em relação ao nível L2, enquanto que a L5 foi menor estatisticamente a todos os outros níveis ($p < 0,0001$). (Figura 4B) Já os pacientes do sexo masculino apresentaram o mesmo comportamento estatístico da população geral: $L4 < L1-L3$ e $L5 < L1-L4$ ($p < 0,0001$). (Figura 4C)

O diâmetro ósseo máximo do total de pacientes dos níveis L1 à L5 apresentaram os seguintes valores medianos: L1 = 6,46 (min. 3,64 - máx. 12,26), L2 = 6,64 (min. 4,51 - máx. 12,35), L3 = 7,92 (min. 5,28 - máx. 13,26), L4 = 10,08 (min. 5,55 - máx. 14,39), e L5 = 13,72 (min. 1,86 - máx. 21,62) (Figura 5A). O diâmetro ósseo mediano foi menor nos níveis L1 e L2, e aumentando gradualmente até o nível L5. Houve diferença significativa entre todos os pares ($p < 0,0001$), exceto L1 versus L2 ($p > 0,05$). Em relação ao sexo, ambos os pacientes do sexo feminino e masculino apresentaram esse aumento significativo da medida de diâmetro ósseo. Nos pacientes do sexo feminino foi observado o mesmo comportamento estatístico da população geral. Nos pacientes do sexo masculino, além do par L1 versus L2, o par L1 versus L3 também não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). (Figuras 5B e 5C)

A angulação lateral dos níveis L1 a L5, em relação ao eixo sagital do total de pacientes, apresentaram os seguintes valores medianos: L1 = 10,72 (min. 5,24 - máx. 19,35), L2 = 10,89 (min. 4,64 - máx. 25,02), L3 = 11,84 (min. 5,06 - máx. 24,73), L4 = 12,41 (min. 3,81 - máx. 30,03), e L5 = 12,46 (min. 5,12 - máx. 28,25), sem diferença significativa entre eles. (Figura 6A) Em relação ao sexo, essa ausência de diferença significativa foi mantida entre os pacientes do sexo feminino ($p > 0,05$), enquanto que no sexo masculino foi

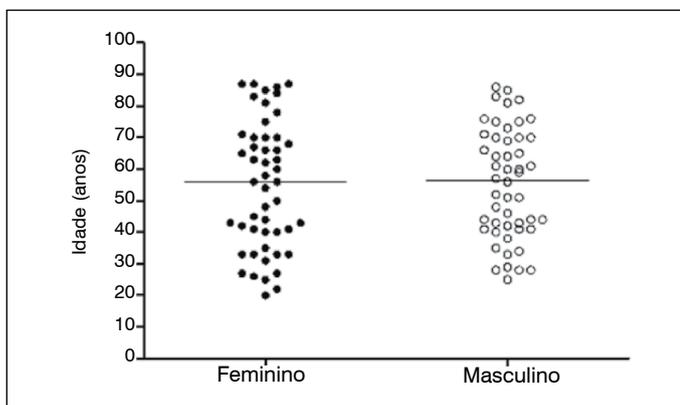


Figura 3. Distribuição dos pacientes em relação à idade (anos) e o sexo (feminino e masculino). Estão representadas as idades de cada um dos 50 pacientes dos sexos feminino e masculino. A linha horizontal representa o valor mediano da idade de cada grupo.

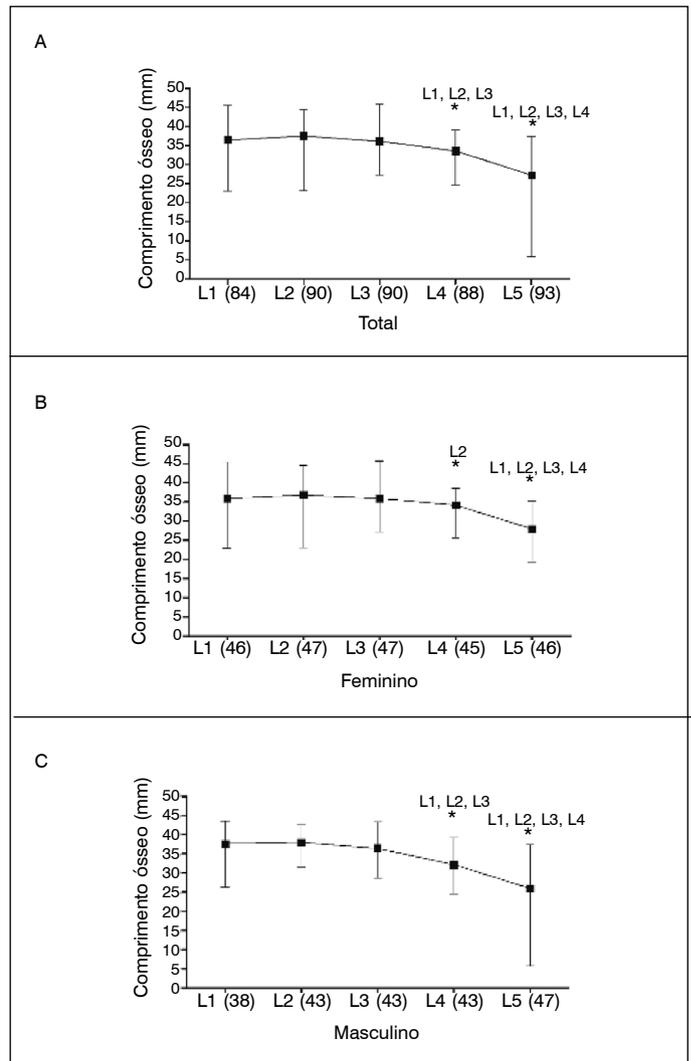


Figura 4. Comprimento ósseo máximo (mm) em cada nível L1 a L5 da coluna lombar, representado pela mediana e valores mínimo e máximo: (A) representa a população geral do estudo ($n = 100$); (B) população do sexo feminino ($n = 50$); e (C) população do sexo masculino ($n = 50$). O valor entre parênteses em cada nível indica o número de tomografias analisadas após a exclusão dos pedículos com algum tipo de má formação, vértebras fraturadas e tumores.

demonstrado aumento gradual significativo ($p = 0,0165$) quando comparamos simultaneamente os grupos. Entretanto, o teste de Dunn's não foi capaz de identificar o par específico relacionado com diferença significativa. (Figuras 6B e 6C)

A angulação cefálica dos níveis L1 à L5, do total de pacientes, apresentaram os seguintes valores medianos: L1 = 25,02 (min. 10,69 - máx. 43,97), L2 = 22,22 (min. 13,35 - máx. 41,74), L3 = 22,27 (min. 6,76 - máx. 38,36), L4 = 18,82 (min. 6,76 - máx. 38,36), e L5 = 18,45 (min. 4,74 - máx. 37,31). (Figura 7A) Os dados obtidos demonstraram que a angulação cefálica não apresentou variação estatística entre os níveis L1 a L3. Entretanto, nos níveis L4 e L5 houve redução significativa dessas medidas em comparação aos superiores ($p < 0,0001$), porém essa redução foi semelhante entre ambos ($L4 = L5$, estatisticamente). Em relação ao sexo, observamos no sexo feminino redução da angulação cefálica nos níveis L4 e L5 apenas em relação a L1; e no nível L5 também em relação ao L2 ($p < 0,05$). No sexo masculino L4 apresentou redução significativa com os demais níveis inferiores ($p < 0,05$) e foi semelhante a L5, que, por sua vez, apresentou redução significativa em relação a L1 e L3 apenas ($p < 0,05$). (Figuras 7B e 7C)

Na comparação das medidas entre os sexos, observamos que o comprimento ósseo dos níveis L1 e L5 apresentaram-se diferentes

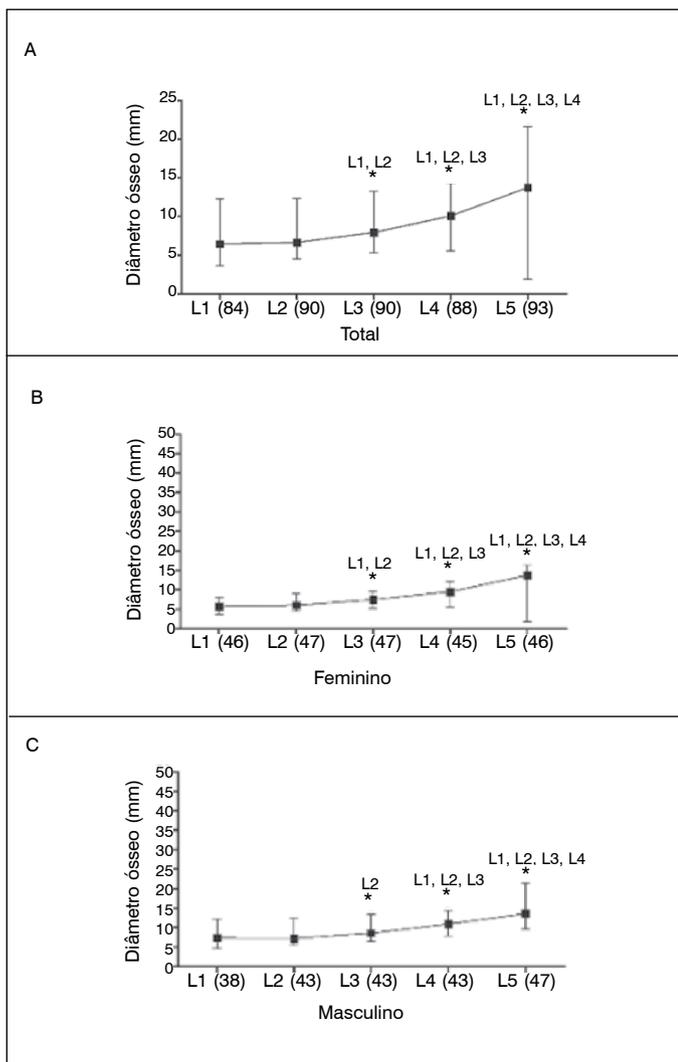


Figura 5. Diâmetro ósseo (mm) em cada nível da L1 a L5 da coluna lombar, representado pela mediana e valores mínimo e máximo: (A) representa a população geral do estudo ($n = 100$); (B) população do sexo feminino ($n = 50$); e (C) população do sexo masculino ($n = 50$). O valor entre parênteses em cada nível indica o número de tomografias analisadas após a exclusão dos pedículos com algum tipo de má formação, vértebras fraturadas e tumores.

estatisticamente entre os pacientes do sexo feminino e masculino ($p < 0,05$). (Tabela 1) No nível L1 os pacientes do sexo masculino apresentaram comprimento ósseo mediano superior estatisticamente ao observado nos pacientes do sexo feminino (37,67 mm versus 35,94 mm, respectivamente) ($p = 0,0310$). Já no nível L5, o comprimento ósseo mediano foi maior estatisticamente nos pacientes do sexo feminino (27,97 mm) em comparação ao sexo masculino (26,02 mm) ($p = 0,0333$). Os demais níveis não apresentaram alterações significativas na comparação entre os sexos ($p > 0,05$).

Por sua vez, o diâmetro ósseo dos níveis L1, L2, L3 e L4 apresentaram-se diferentes estatisticamente entre os pacientes do sexo feminino e masculino ($p < 0,05$). Nos níveis L1 a L4 os pacientes do sexo masculino apresentaram diâmetro ósseo mediano superior estatisticamente ao observado nos pacientes do sexo feminino ($p \leq 0,0001$). Já no nível L5 não houve diferença significativa entre o diâmetro ósseo mediano nos pacientes do sexo feminino (13,75 mm) em comparação ao sexo masculino (13,59 mm) ($p > 0,05$). (Tabela 1)

Na comparação entre a angulação lateral em relação ao eixo sagital de cada nível, em relação ao sexo, todos dos níveis apresentaram-se diferentes estatisticamente entre os pacientes do sexo feminino e masculino ($p < 0,0001$). (Tabela 1) Já na comparação

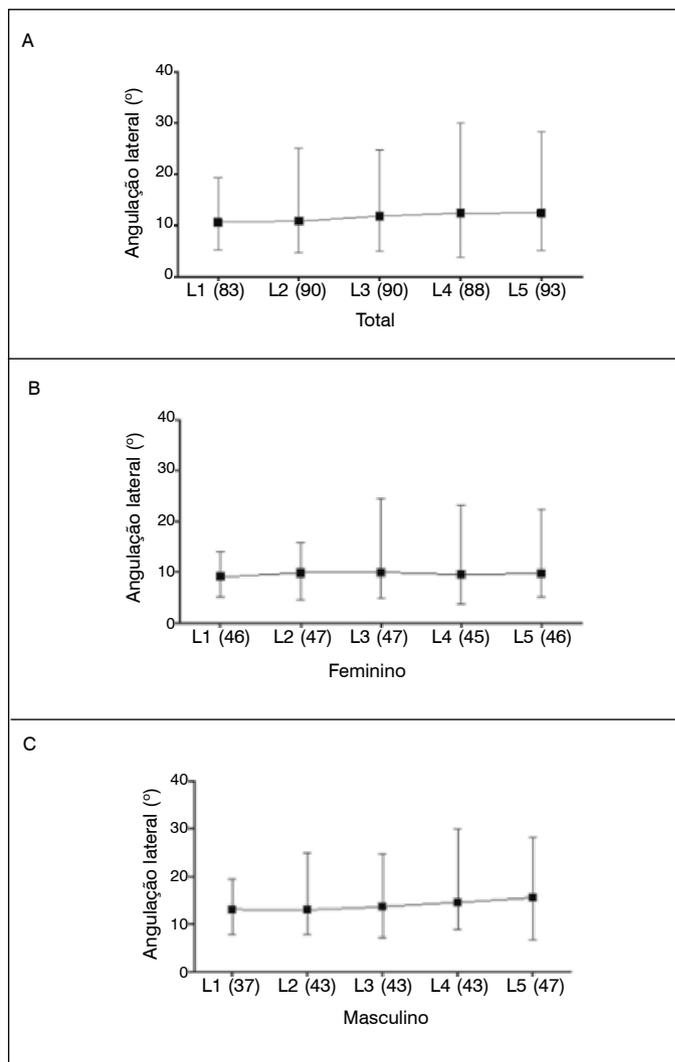


Figura 6. Angulação lateral (°) em cada nível da L1 a L5 da coluna lombar, representados pela mediana e valores mínimo e máximo: (A) representa a população geral do estudo ($n = 100$); (B) população do sexo feminino ($n = 50$); e (C) população do sexo masculino ($n = 50$). O valor entre parênteses em cada nível indica o número de tomografias analisadas após a exclusão dos pedículos com algum tipo de má formação, vértebras fraturadas e tumores.

entre a angulação cefálica em relação ao eixo horizontal de cada nível, em relação ao sexo, as medidas dos níveis L1, L2, L3 e L4 apresentaram-se aumentadas no sexo feminino em relação ao masculino ($p < 0,05$). (Tabela 1)

DISCUSSÃO

O parafuso pedicular é o principal método de escolha na instrumentação em cirurgias da coluna na atualidade, sendo considerado o padrão ouro.

Desde a sua descrição por Santoni et al.,⁶ vários estudos foram realizados, sedimentando o uso do parafuso cortical como um método alternativo, seguro e biomecanicamente adequado para fixação da coluna lombar. Trata-se de uma técnica menos invasiva, apresentando especial importância biomecânica em ossos osteoporóticos.

No presente estudo foram realizadas medições morfométricas com o objetivo de se observar parâmetros mais fidedignos quanto à colocação do parafuso na população brasileira, levando em consideração o sexo em uma amostra com ampla faixa etária. Recentemente Matsukawa et al.¹¹ estudaram os parâmetros morfométricos através de revisão de 100 tomografias de pacientes, predominantemente do sexo masculino e com idade média de

37 anos. No presente estudo, a escolha aleatória dos pacientes incluídos ao cálculo, com alternância de sexo, teve como objetivo complementar a limitação (único sexo e pequena variação na idade devido ao ambiente militar onde foi realizado o experimento) referida por Matsukawa et al.¹¹ em sua conclusão.

Um posicionamento correto do parafuso cortical, através de parâmetros mais direcionados, ajudam a evitar complicações. O presente estudo defende que há quatro parâmetros essenciais que contribuem para a instrumentação da coluna lombar.

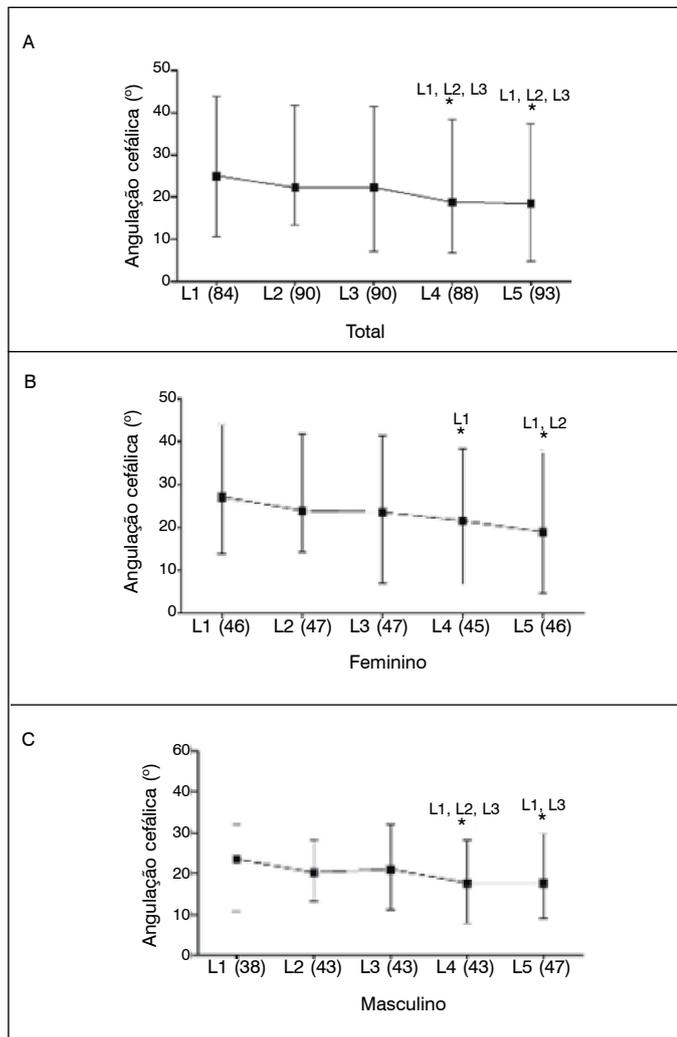


Figura 7. Angulação céfálica em relação ao plano horizontal (°) em cada nível da L1 a L5 da coluna lombar, representados pela mediana e valores mínimo e máximo: (A) representa a população geral do estudo (n = 100); (B) população do sexo feminino (n = 50); e (C) população do sexo masculino (n = 50). O valor entre parênteses em cada nível indica o número de tomografias analisadas após a exclusão dos pedículos com algum tipo de má formação, vértebras fraturadas e tumores.

Tabela 1. Comparação entre os valores medianos de comprimento ósseo (mm), diâmetro (mm), angulação lateral (°) e angulação céfálica (°) em cada nível de L1 a L5 da coluna lombar, segundo o sexo dos pacientes.

Níveis	Comprimento ósseo (mm)			Diâmetro (mm)			Angulação lateral (°)			Angulação céfálica (°)		
	F	M	p valor	F	M	p valor	F	M	p valor	F	M	p valor
L1	35,94	37,67	0,031 ^M	5,78	7,38	<0,0001 ^M	9,15	13,11	<0,0001 ^M	27,13	23,57	0,0152 ^M
L2	36,84	38,02	0,2319 ^M	6,06	7,23	<0,0001 ^M	9,90	12,98	<0,0001 ^M	23,92	20,35	0,0005 ^M
L3	35,97	36,45	0,2165 ^M	7,50	8,62	<0,0001 ^M	9,98	13,64	<0,0001 ^M	23,62	21,16	0,0263 ^M
L4	34,21	32,24	0,057 ^M	9,53	10,94	0,0001 ^M	9,58	14,59	<0,0001 ^M	21,58	17,78	0,0035 ^M
L5	27,97	26,02	0,033 ^M	13,75	13,71	0,2960 ^M	9,81	15,54	<0,0001 ^M	19,04	17,8	0,3750 ^M

F = pacientes do sexo feminino; M = pacientes do sexo masculino; M = Teste Mann Whitney, adequado para comparação de dados não paramétricos.

Zhang et al.¹⁰ propuseram um novo ponto de início do parafuso, colocando como referência óssea a faceta inferior ao invés da faceta superior. Ao contrário do utilizado por Matsukawa et al.,¹¹ bem como no presente estudo, Zhang et al.¹⁰ visavam uma menor destruição de partes moles, tentando manter as cápsulas articulares íntegras. Parâmetros mais recentes foram novamente realizados por Senoglu et al.¹² e Gao et al.,¹³ ambos mantendo o ponto de entrada de Matsukawa et al.¹¹

Os resultados obtidos na medição do comprimento se mostraram semelhantes ao de Matsukawa et al.¹¹ nos pedículos de L1 a L3, tanto nos valores medianos quanto no padrão da curva ascendente. O mesmo, porém, não foi observado em relação à L4 e L5. Apesar da semelhança nos dois trabalhos, ambos com tendências decrescentes de L4 para L5, os resultados obtidos em nossas medições foram de menor valor. Zhang et al.¹⁰ observaram semelhante padrão de crescimento de L1 até L3 e comprimento de L5 menor que L4, porém com menores valores. Mesmo possuindo pontos iniciais diferentes, os resultados deste presente estudo validam os resultados encontrados por Zhang et al.¹⁰ e aos de Matsukawa et al.¹¹ Senoglu et al.¹² relatam que em trabalhos anteriores os comprimentos variaram de 30 a 35 mm, sob risco de violação de placa terminal superior, concordantes com o presente estudo.

Apesar de não abordado em nosso estudo, Matsukawa et al.¹¹ estabelecem parâmetros de inserção do parafuso cortical de S1, com entrada na junção do centro da faceta articular superior de S1 com aproximadamente 3 mm inferior ao ponto mais inferior da faceta articular de L5. Dois anos depois esta informação foi contrastada por Zhang et al.,¹⁰ que estabeleceram o ponto de entrada como a junção da borda medial do pedículo de S1 e a borda inferior da faceta inferior de L5, com relato de ser mais próximo ao platô superior e, portanto, mais fácil de ser visualizado.

As diferenças observadas no diâmetro corroboram os achados de Matsukawa et al.,¹¹ que encontraram diferenças nos mesmos pares de medições, assim como um aumento gradual.

Em relação à angulação lateral no total de tomografias analisadas, os resultados corroboraram os achados de Matsukawa et al.¹¹ Na angulação céfálica observamos uma diminuição significativa de L4 e L5 em relação aos demais níveis, que contradiz os achados de Matsukawa et al.,¹¹ que não encontraram diferenças significativas na angulação céfálica em relação ao eixo horizontal. Tal diminuição implicaria em alterações no posicionamento do instrumental no objetivo de se evitar a lesão do platô superior.

A escolha aleatória dos pacientes a serem submetidos ao cálculo, com alternância de sexo, teve como objetivo excluir a limitação referida por Matsukawa et al.¹¹ em sua conclusão, por se tratar de medições predominantemente em indivíduos do sexo masculino e de média de 37 anos (seleção dentro de quadro militar). Observou-se comparações relativas ao sexo com significância estatística.

Quando analisamos as diferenças entre os sexos observamos que nas diversas medições o sexo masculino apresentou valores superiores aos do sexo feminino, com exceções para a vértebra L5, no qual o sexo feminino apresentou maior comprimento e maior angulação céfálica, onde foi maior e estatisticamente significativo de L1 a L4. O nível L5 foi o que apresentou menor diferença entre os sexos, sendo que apenas nas medições de comprimento e angulação lateral observamos diferença significativa. Tais observações

agregam informação e servem de auxílio ao cirurgião na instrumentação de pacientes de ambos os sexos.

Resultados positivos foram reportados no tratamento de pacientes com espondilolistese, utilizando construções híbridas, com parafuso cortical proximal e pelo método convencional em nível caudal.¹⁴ Zhang et al.¹⁰ citam possível vantagem de sua utilização em obesos, devido a necessidade de menor dissecação nestes pacientes.

Em revisão realizada por Phan et al.,¹⁵ a literatura ainda não se mostrou completamente coesa em relação a resultados e complicações comparando a via tradicional do parafuso pedicular versus via cortical, o que aumenta a importância da realização de mais estudos abordando a via cortical.

CONCLUSÃO

Os parâmetros obtidos no presente estudo agregam informação e servem de auxílio ao cirurgião na instrumentação de pacientes de

ambos os sexos, parâmetros ainda não realizados na população brasileira. Os dados obtidos se baseiam em estudos estatísticos, cujas medianas servem de sugestão ao ato cirúrgico, devendo-se respeitar as etapas de análise individual e variação de cada paciente durante a instrumentação.

O estudo aqui apresentado é uma tentativa de aprimorar as técnicas de instrumentação da coluna. Para tal tomou-se como referência dados concretos, consequências de um experimento científico seguindo todas as normas de pesquisa acadêmica. Contudo, ainda é necessário que se estabeleça um consenso quanto ao melhor parâmetro clínico e radiológico na confecção do parafuso cortical, para que a técnica se torne mais aplicável.

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 artigo. FMG, RLCR, LCMF, JSL, PSS, CBNLJ, ARVF. tabulação de dados, revisão da literatura, redação e revisão do trabalho.

REFERÊNCIAS

- Phan K, Mobbs RJ. Systematic reviews and meta-analyses in spine surgery, neurosurgery and orthopedics: guidelines for the surgeon scientist. *J Spine Surg.* 2015;1(1):19-27.
- Matsukawa K, Yato Y, Kato T, Imabayashi H, Asazuma T, Nemoto K. In vivo analysis of insertion torque during pedicle screwing using cortical bone trajectory technique. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014;39(4):E240-5.
- Mobbs RJ, Sivabalan P, Li J. Technique, challenges and indications for percutaneous pedicle screw fixation. *J Clin Neurosci.* 2011;18(6):741-9.
- Rao PJ, Maharaj MM, Phan K, Lakshan Abeygunasekara M, Mobbs RJ. Indirect foraminal decompression after anterior lumbar interbody fusion: a prospective radiographic study using a new pedicle-to-pedicle technique. *Spine J.* 2015;15(5):817-24.
- Sakaura H, Ohnishi A, Yamagishi A, Ohwada T. Early fusion status after posterior lumbar interbody fusion with cortical bone trajectory screw fixation: a comparison of titanium-coated polyetheretherketone cages and carbon polyetheretherketone cages. *Asian Spine J.* 2019;13(2):248-53.
- Santoni BG, Hynes RA, McGilvray KC, Rodriguez-Canessa G, Lyons AS, Henson MA, et al. Cortical bone trajectory for lumbar pedicle screws. *Spine J.* 2009;9(5):366-73.
- Sellin JN, Raskin JS, Staggers KA, Brayton A, Briceño V, Moreno AJ, et al. Feasibility and safety of using thoracic and lumbar cortical bone trajectory pedicle screws in spinal constructs in children: technical note. *J Neurosurg Pediatr.* 2018;21(2):190-6.
- Hoffman H, Verhave B, Jalal MS, Beutler T, Galgano MA, Chin LS. Comparison of cortical bone trajectory screw placement using the midline lumbar fusion technique to traditional pedicle screws: a case-control study. *Int J Spine Surg.* 2019;13(1):33-8.
- Chen Y, Deb S, Jabarkheel R, Pham L, Patel M, Singh H. Minimally invasive lumbar pedicle screw fixation using cortical bone trajectory: functional outcomes. *Cureus.* 2018;10(10):e3462.
- Zhang H, Ajiyoye RM, Shamie AN, Wu Q, Chen Q, Chen W. Morphometric measurement of the lumbosacral spine for minimally invasive cortical bone trajectory implant using computed tomography. *Eur Spine J.* 2016;25(3):870-6.
- Matsukawa K, Yato Y, Nemoto O, Imabayashi H, Asazuma T, Nemoto K. Morphometric measurement of cortical bone trajectory for lumbar pedicle screw insertion using computed tomography. *J Spinal Disord Tech.* 2013;26(6):E248-53.
- Senoglu M, Karadag A, Kinali B, Bozkurt B, Middlebrooks EH, Grande AW. Cortical bone trajectory screw for lumbar fixation: a quantitative anatomical and morphometric evaluation. *World Neurosurg.* 2017;103:694-701.
- Gao H, Zhang R, Jia C, Xing T, Zhang J, Dong F, et al. Novel placement of cortical bone trajectory screws in the lumbar spine. A radiographic and cadaveric study. *Clin Spine Surg.* 2018;31(6):E329-36.
- Luther N, Iorgulescu JB, Geannette C, Gebhard H, Saleh T, Tsiouris AJ, et al. Comparison of navigated versus non-navigated pedicle screw placement in 260 patients and 1434 screws: screw accuracy, screw size, and the complexity of surgery. *J Spinal Disord Tech.* 2015;28(5): E298-303.
- Phan K, Ramachandran V, Tran TM, Shah KP, Fadhil M, Lackey A, et al. Systematic review of cortical bone trajectory versus pedicle screw techniques for lumbosacral spine fusion. *J Spine Surg.* 2017;3(4):679-88.