

AVALIAÇÃO DA TRAJETÓRIA DOS PARAFUSOS BICORTICAIS PELA TÉCNICA DE HARMS E MELCHER EM RELAÇÃO À ARTÉRIA CARÓTIDA INTERNA: ESTUDO EXPERIMENTAL EM CADÁVERES

EVALUATION OF THE TRAJECTORY OF THE BICORTICAL SCREWS IN RELATION TO THE INTERNAL CAROTID ARTERY, IN FIXATION BY THE HARMS AND MELCHER TECHNIQUE: AN EXPERIMENTAL STUDY IN CADAVERS

EVALUACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE LOS TORNILLOS BICORTICALES EN LA TÉCNICA DE HARMS Y MELCHER EN RELACIÓN CON LA ARTERIA CARÓTIDA INTERNA: UN ESTUDIO EXPERIMENTAL EN CADÁVERES

GUILHERME ZANINI ROCHA¹, ALUIZIO AUGUSTO ARANTES JUNIOR², CASSIUS VINICIUS CORREA DOS REIS³, SEBASTIÃO NATANIEL SILVA GUSMÃO⁴, WARLEY MARTINS⁵, ARTHUR ADOLFO NICOLATO⁵, GUILHERME LOURENÇO LIMA REIS⁶, FERNANDO FLAVIO VASCONCELOS GONÇALVES⁷, JULIO CÉSAR BOYNARD SANTIAGO⁷

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste trabalho é estudar, em peças anatômicas; a relação entre os parafusos bicorticais pela técnica de Harms e Melcher e a artéria carótida interna. **Métodos:** Nossa amostra consiste em cinco cadáveres. **Resultados:** Os resultados encontrados foram: a média da menor distância entre o orifício de saída do parafuso e a borda medial da artéria carótida interna direita foi de 11,55 mm (com variação de 10,05 a 14,23 mm), enquanto do lado esquerdo a média foi de 7,50 mm (variando de 2,75 a 12,42 mm). A média da menor distância entre a borda posterior da artéria carótida interna e a cortical anterior da massa lateral de C1 à direita foi de 4,24 mm (variando de 2,08 a 7,48 mm), enquanto do lado esquerdo a média obtida foi de 2,98 mm (com variação de 1,83 a 3,83 mm). **Conclusão:** Os resultados encontrados estão de acordo com os estudos similares existentes na literatura que enfatizam a necessidade de uma avaliação imagiológica criteriosa da posição anatômica da artéria carótida interna antes da utilização de parafusos bicorticais na massa lateral de C1 por via posterior.

Descritores: Coluna vertebral; Atlas cervical; Parafusos ósseos; Artéria carótida interna; Cadáver; Tomografia.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to study the relationship between bicortical screws and the internal carotid artery, in anatomical body parts, in screw fixation by the Harms and Melcher technique. *Methods:* Our sample consisted of five cadavers. *Results:* The results were as follows: the average shortest distance between the outlet of the screw and the medial edge of the right internal carotid artery was 11.55 mm (range 10.05 to 14.23 mm), while on the left side, the average was 7.50 mm (ranging from 2.75 to 12.42 mm). The average shortest distance between the posterior edge of the internal carotid artery and the anterior cortical C1 lateral mass on the right was 4.24 mm (ranging from 2.08 to 7.48 mm), while the left side, the average was 2.98 mm (ranging from 1.83 to 3.83 mm). *Conclusion:* The results are consistent with similar studies in the literature that emphasize the need for a careful assessment of images of anatomical position of the internal carotid artery prior to the use of bicortical screws in the C1 lateral mass by posterior access.

Keywords: Spine; Cervical atlas; Bone screws; Carotid artery, internal; Cadaver; Tomography.

RESUMEN

Objetivo: O objetivo de este estudio es, en las piezas anatómicas, la relación entre los tornillos bicorticales, mediante la técnica de Harms y Melcher, y la arteria carótida interna. *Métodos:* La muestra se compone de cinco cadáveres. *Resultados:* Los resultados fueron: la distancia más corta promedio, entre la salida del tornillo y el borde medial de la arteria carótida interna derecha, fue 11,55 mm (rango de 10,05 a 14,23 mm), mientras que, en la izquierda, el promedio fue 7,50 mm (rango 2,75 a 12,42 mm). La distancia más corta promedio, entre el borde posterior de la arteria carótida interna y la cortical anterior C1 de la derecha, fue 4,24 mm (que van desde 2,08 hasta 7,48 mm), mientras que, en el lado izquierdo, el promedio fue 2,98 mm. (que van desde 1,83 hasta 3,83 mm). *Conclusión:* Los resultados son consistentes con estudios similares en la literatura que hacen hincapié en la necesidad de una evaluación cuidadosa de las imágenes y posición anatómica de la arteria carótida interna, antes del uso de tornillos bicorticales de masa lateral de C1 por acceso posterior.

Descriptores: Columna vertebral; Atlas cervical; Tornillos óseos; Arteria carótida interna; Cadáver; Tomografía.

1. Ortopedista, pesquisador do Laboratório de Anatomia Neurocirúrgica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Minas Gerais - Brasil.
2. Neurocirurgião, Professor Substituto do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Minas Gerais - Brasil.
3. Neurocirurgião, Coordenador do Laboratório de Anatomia Neurocirúrgica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Minas Gerais - Brasil.
4. Neurocirurgião, Professor Titular do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Minas Gerais - Brasil.
5. Acadêmico da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Minas Gerais - Brasil.
6. Radiologista, membro do corpo clínico do Hospital Madre Teresa de Belo Horizonte - Minas Gerais - Brasil.
7. Ortopedista, membro do corpo clínico do Hospital Maria Amélia Lins - FHEMIG.

Trabalho realizado no Laboratório de Anatomia Neurocirúrgica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais - MG - Brasil.

Endereço para Correspondência: Faculdade de Medicina - Av. Alfredo Balena, 190 - Sala 127 - CEP: 30130-100 - Belo Horizonte - MG - Brasi - E-mail: guizanini@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Na última década, a literatura tem mostrado uma evolução nas formas de instrumentação para o tratamento das lesões da coluna cervical alta¹⁻⁴, especificamente nas doenças que acometem a articulação atlantoaxial^{5,6}.

Em 1939, Gallie descreveu a técnica de amarrilho C1-C2, apresentando uma taxa de 25% de pseudoartrose⁷. Outros autores descreveram suas técnicas, como; Brooks-Jenkins e Sonntag, com taxas de fusão óssea de 93%⁸ e 97%⁹, respectivamente. É comum às técnicas de amarrilho; o baixo controle rotacional da articulação atlantoaxial, a necessidade de utilização de imobilização externa por período prolongado, e a obrigatoriedade da integridade dos elementos posteriores de C1 e C2.

Com a introdução dos parafusos, passou a ser possível obter maior controle das forças rotacionais da articulação atlantoaxial e conseqüentemente, melhores taxas de fusão óssea, sem a necessidade de imobilização externa. Este avanço biomecânico veio acompanhado de maiores taxas de complicações neuro vasculares; sendo a mais enfatizada a lesão da artéria vertebral, presente em 4,1% a 8% dos casos, mau posicionamento de parafusos em 14%, parestesia do nervo hipoglossos em 2%^{10,11}.

Em 2003 Currier et al.¹² relataram um caso de mau posicionamento do parafuso transarticular C1-C2 em relação à artéria carótida interna, a partir desse relato, inédito na literatura, poucos estudos foram desenvolvidos abordando este tema.

As vias de acesso anterior¹³ e posterior¹⁴ podem ser utilizadas, sendo a última mais familiar ao cirurgião de coluna. As complicações vasculares associadas aos modernos métodos de fixação posterior atlantoaxial incluem não só o risco de lesão das artérias vertebrais¹⁵, como também das artérias carótidas internas, lesões potencialmente graves e ainda pouco estudadas¹⁶.

Entre as técnicas de fixação posterior de C1-C2 destacam-se as descritas por Harms e Melcher⁵ e Margerl e Seeman⁶, bastante utilizadas, cada qual com as suas limitações^{15,17}. Uma característica em comum das técnicas citadas é a utilização de parafuso bi cortical para estabilização da massa lateral do Atlas (C1). Diversos estudos comprovam a superioridade biomecânica dos parafusos bi corticais sobre os parafusos uni corticais¹⁸⁻²⁰ (Figuras 1 e 2).

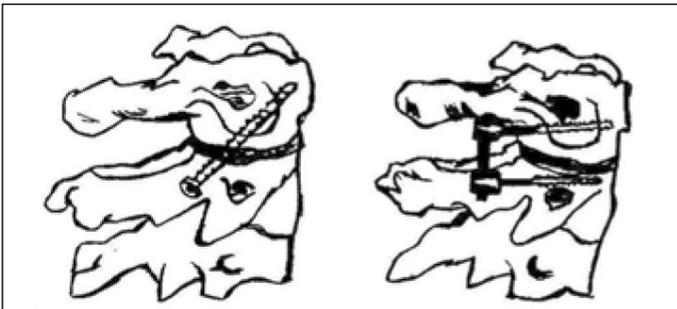


Figura 1. A esquerda técnica de Margerl e Seeman e a direita técnica de Harms e Melcher (desenho do autor).

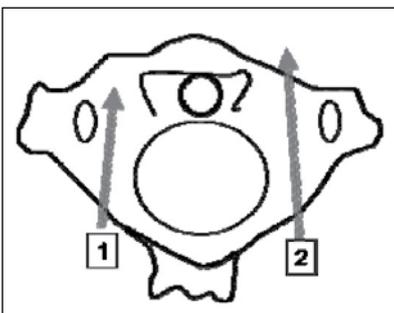


Figura 2. A seta 1 representa um parafuso uni cortical. A seta 2 representa um parafuso bi cortical.

Existem poucos estudos na literatura enfocando as relações entre a massa lateral de C1 e a artéria carótida interna e não há trabalhos que tenham empregado a técnica de Harms e Melcher⁵ com o objetivo de avaliar especificamente a trajetória dos parafusos e a sua relação com as artérias carótidas internas. O objetivo deste trabalho é estudar, em peças anatômicas; a relação entre os parafusos bicorticais pela técnica de Harms e Melcher⁵ e a artéria carótida interna, fornecendo informações úteis na avaliação da segurança dos métodos de fixação posterior atlantoaxial.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo experimental, descritivo, com uma amostra de conveniência composta por cinco segmentos cefálicos de cadáveres humanos formolizados (peças), fornecidos pelo Laboratório de Anatomia Neurocirúrgica da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

A dissecação posterior foi feita de acordo com a descrição de Campbell¹⁴. Em cada massa lateral de C1, direita e esquerda, foi inserido um parafuso, segundo a descrição original de Harms e Melcher⁵, com o cuidado de exceder a cortical anterior da vértebra C1 em 3 a 7 mm, três passos da rosca. No total, dez parafusos foram colocados nas cinco peças anatômicas.

Realizou-se desarticulação da mandíbula e remoção em bloco de faringe e laringe, com preservação de todas as estruturas posteriores; a fascia buco faríngea e a bainha carótídea.

A artéria carótida comum foi dissecada e em seguida feita canulação da artéria carótida interna, para uso do contraste no estudo tomográfico.

Para avaliação da posição exata do parafuso em cada massa lateral de C1, todas as peças foram submetidas a estudo tomográfico computadorizado multislice, com uso de contraste iodado na artéria carótida interna previamente canulada, utilizando equipamento da marca Philips, modelo Brilliance, com 64 canais. Foram realizadas aquisições volumétricas com reconstruções axiais de 1 mm de espessura.

Os músculos longos da cabeça, longos do pescoço, reto anterior da cabeça e reto lateral da cabeça foram dissecados para a mensuração das relações anatômicas anteriores (Figura 3).

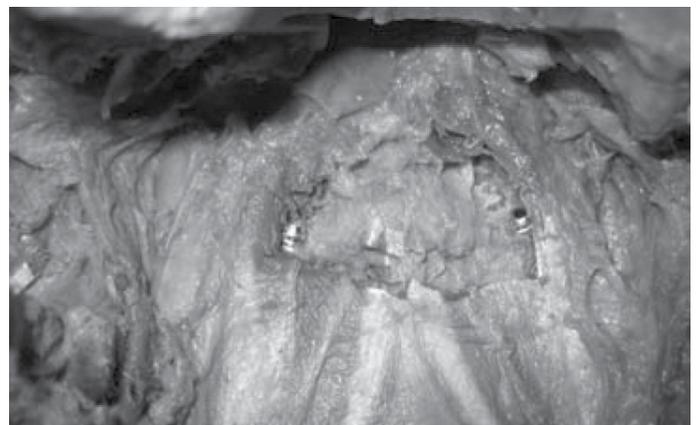


Figura 3. Aspecto anterior das peças com exposição de parafusos sob a musculatura pré vertebral.

Posteriormente, os parafusos foram recuados para que a menor distância entre a borda medial da artéria carótida interna e o orifício de saída do parafuso fosse medida, em milímetros, utilizando compasso de alta precisão e paquímetro digital. Outra medida obtida foi a menor distância entre borda posterior da artéria carótida interna

e a cortical anterior ipsilateral do Atlas.

O objetivo de medir estas distâncias se dá pela importância da artéria carótida interna, que se lesionada torna-se o maior complicador do procedimento¹¹.

RESULTADOS

As imagens de tomografia computadorizada analisadas mostraram que os dez parafusos se encontravam em posição adequada (Figuras 4 e 5).

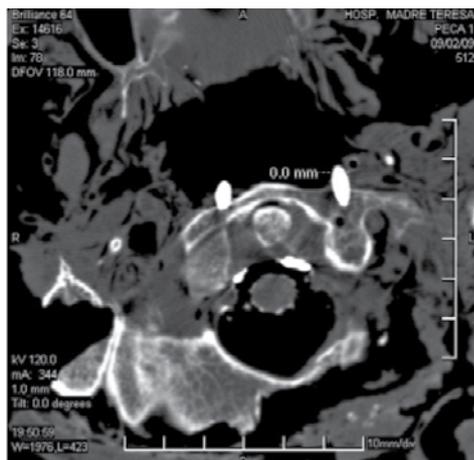


Figura 4. TC axial da peça 1 – note que o parafuso esquerdo toca a artéria carótida interna esquerda.

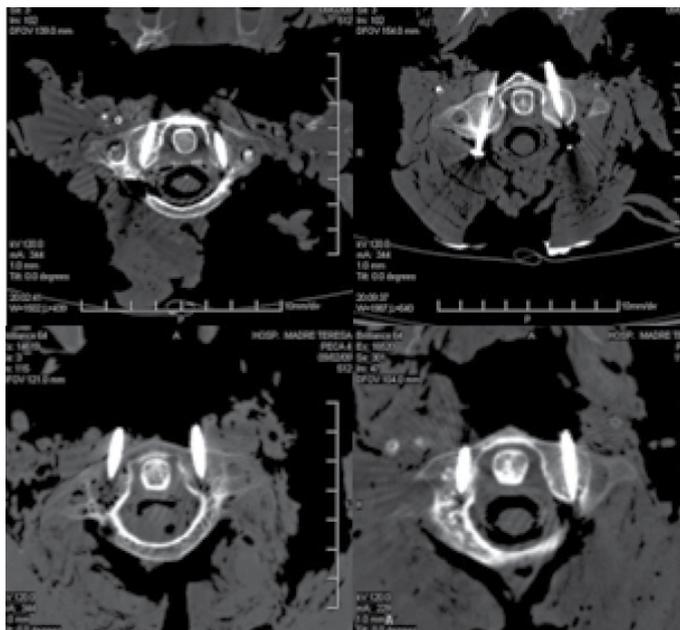


Figura 5. Cortes axiais da TC mostrando a posição correta dos parafusos em C1.

A média da menor distância entre o orifício de saída do parafuso e a borda medial da artéria carótida interna direita foi de 11,55 mm, com variação de 10,05 a 14,23 mm, enquanto do lado esquerdo a média foi de 7,50 mm (variando de 2,75 a 12,42 mm).

A média da menor distância entre a borda posterior da artéria carótida interna e a cortical anterior da massa lateral de C1 à direita foi de 4,24 mm (variando de 2,08 a 7,48 mm), enquanto do lado esquerdo a média obtida foi de 2,98 mm (com variação de 1,83 a 3,83 mm).

Os resultados obtidos se encontram na tabela abaixo (Tabela 1):

Tabela 1. Resultados das mensurações realizadas nos cadáveres

Peça	Distância O/ ACI		Distância ACI /C1	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
1	14,23 mm	2,75 mm	7,48 mm	2,75 mm
2	11,53 mm	12,42 mm	4,27 mm	3,83 mm
3	11,81 mm	9,53 mm	3,80 mm	3,34 mm
4	10,05 mm	8,60 mm	3,55 mm	3,20 mm
5	10,13 mm	4,24 mm	2,08 mm	1,83 mm

O = orifício de saída do parafuso na cortical anterior de C1
ACI = artéria carótida interna / C1 = cortical anterior de C1

Na análise tomográfica, observou-se que, na peça 1, o parafuso colocado na massa lateral esquerda tocou a artéria carótida interna (Figura 4), fato comprovado por visualização direta (Figura 6).

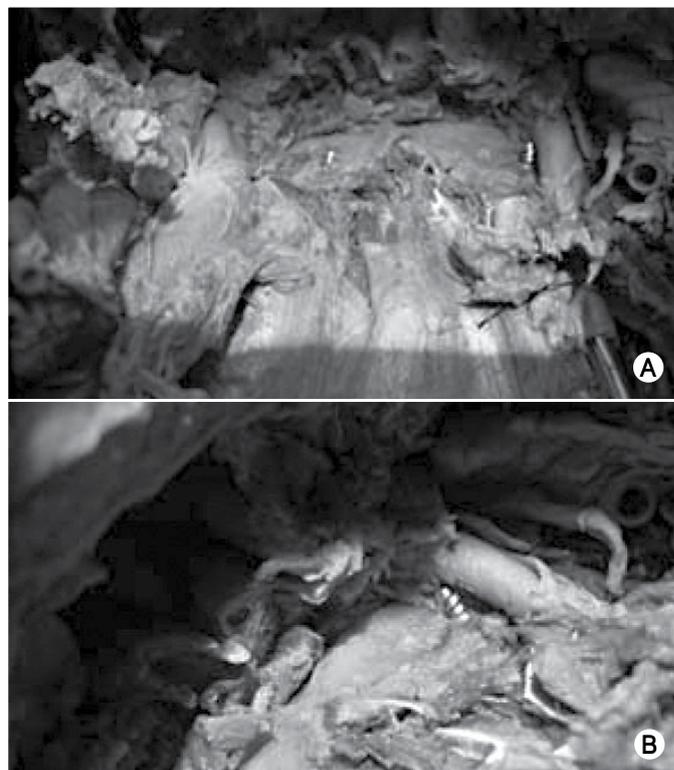


Figura 6. A - Peça 1- parafuso esquerdo tocando a ACI; B - foto em detalhe.

DISCUSSÃO

A artéria carótida interna se localiza sobre a lamina pré-vertebral da fascia, os músculos pré-vertebrais e sobre os processos transversos das vértebras cervicais superiores (da 1ª à 3ª vértebra cervical)²¹, inferindo que a artéria carótida interna encontra-se lateral à massa de C1.

Hoh et al²², em estudo tomográfico de cem pacientes, observaram que a ACI esquerda se encontrava na zona de risco, ou seja, na frente da massa lateral de C1, em 58 dos 100 pacientes, e a ACI direita em 74 dos 100 pacientes. A distância entre a cortical anterior de C1 e a borda posterior da ACI no lado esquerdo foi de 3,5 mm \pm 1,5 (0,8 – 7 mm) e à direita foi de 3,9 \pm 1,6 mm (1,2 a 9,2 mm).

Em 2003 Currier et al.¹² relataram um caso de mau posiciona-

mento do parafuso transarticular C1-C2 em relação à artéria carótida interna. Este relato motivou outros dois estudos realizados pelos mesmos autores^{12,23}. As conclusões encontradas foram de que o ponto de saída do parafuso transarticular C1-C2 tem íntima relação com a artéria carótida interna, e, ao ser utilizada a técnica de parafusos bicorticais em C1 deve-se fazer de rotina uma tomografia contrastada para estudo da ACI.

Em 2009, Simsek et al.²⁴, em estudo tomográfico e anatômico, concluiu que a trajetória da artéria carótida interna é lateral ao ponto de entrada ideal do parafuso na massa lateral de C1 e que, quando aliada à angulação medial colocada no parafuso, a artéria carótida interna estaria relativamente segura. Na literatura²⁵ e Carvalho et al.²⁶, em estudo anatômico encontrou resultados semelhantes, mostrando que a inclinação medial para a colocação do parafuso em C1 é necessária.

O estudo anatômico de Doherty e Heggeness²⁷ apontou que o osso cortical mais denso do Atlas é encontrado anteriormente. Trabalho biomecânico de Eck et al.²⁸ comparando o uso de parafusos bicortical versus unicortical na fixação da massa lateral de C1, mostrou diferença estatisticamente significativa, correspondente a 807 N versus 588 N, respectivamente (P 0.008), contudo, ambos os valores são superiores aos valores necessários para a fixação da coluna cervical sub axial²⁹.

Na avaliação dos autores³⁰, ao se utilizar a técnica de Harms e Melcher⁵, as seguintes medidas tomográficas são úteis no planejamento pré operatório:

- Comprimento, largura, altura e angulação medial da massa lateral de C1.
- Relação da articulação atlanto axial e da cortical inferior do arco de C1.
- Posição e trajeto da artéria carótida interna ao nível da massa lateral de C1.

REFERÊNCIAS

- Vender JR, Rekito AJ, Harrison SJ, McDonnell DE. The evolution of posterior cervical and occipitocervical fusion and instrumentation. *Neurosurg Focus*. 2004; 16(1):E9.
- Smith MD, Kotzar G, Yoo J, Bohlman H. A biomechanical analysis of atlantoaxial stabilization methods using a bovine model. C1/C2 fixation analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(290):285-95.
- Dickman CA, Crawford NR, Paramore CG. Biomechanical characteristics of C1-2 cable fixations. *J Neurosurg*. 1996;85(2):316-22.
- Hurlbert RJ, Crawford NR, Choi WG, Dickman CA. A biomechanical evaluation of occipitocervical instrumentation: screw compared with wire fixation. *J Neurosurg*. 1999;90(1 Suppl):84-90.
- Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(22):2467-71.
- Magerl F, Seeman P. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation. In: Kehr P, Weidner A, editors. *The cervical spine*. New York: Springer-Verlag; 1987. p. 322-7.
- Coyne TJ, Fehlings MG, Wallace MC, Bernstein M, Tator CH. C1-C2 posterior cervical fusion: long-term evaluation of results and efficacy. *Neurosurgery*. 1995; 37:688-93.
- Brooks AL, Jenkins EB. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(3):279-84.
- Dickman CA, Sonntag VK, Papadopoulos SM, Hadley MN. The interspinous method of posterior atlantoaxial arthrodesis. *J Neurosurg*. 1991;74(2):190-8.
- Madawi AA, Casey AT, Solanki GA, Tuite G, Veres R, Crookard HA. Radiological and anatomic evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique. *J Neurosurg*. 1997;86(6):961-8.
- Farey ID, Nadkarni S, Smith N. Modified Gallie technique versus transarticular screw fixation in C1-C2 fusion. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;(359):126-35.
- Currier BL, Todd LT, Maus TP, Fisher DR, Yaszemski MJ. Anatomic relationship of the internal carotid artery to the C1 vertebra: a case report of cervical reconstruction for chordoma and pilot study to assess the risk of screw fixation of the atlas. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(22):E461-7.
- Spetzler RF. Transoral approach to the upper cervical spine. In: Evarts CM, editor. *Surgery of the musculoskeletal system*. New York: Churchill Livingstone; 1983.
- Leventhal MR. Anatomia da coluna vertebral e vias de acesso cirúrgicas. In: *Campbell Cirurgia ortopédica*. Tradução de Tarcisio Eloy Pessoa de Barros Filho. Barueri, SP: Manole; 2006. p. 1588-9.
- Jun BY. Anatomic study for ideal and safe posterior C1-C2 transarticular screw fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23(15):1703-7.
- Bogaerde MV, Vlaene P, Thijs V. Iatrogenic perforation of the internal carotid artery by a transarticular screw: an unusual case of repetitive ischemic stroke. *Clin Neurol Neurosurg*. 2007;109(5):466-9.
- Reilly TM, Sasso RC, Hall PV. Atlantoaxial stabilization: clinical comparison of posterior cervical wiring technique with transarticular screw fixation. *J Spinal Disord Tech*. 2003;16(3):248-53.
- Perren SM. The biomechanics and biology of internal fixation using plates and nails. *Orthopedics*. 1989;12(1):21-33.
- Schatzker J, Sanderson R, Murnaghan JP. The holding power of orthopaedic screws in vivo. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;(108):115-6.
- Uthoff HK. Current concepts of internal fixation of fractures. *Can J Surg*;1980; 23(3):214-6.
- O'Rahilly R. O pescoço. In: Gardner G, Rahilly R. *Anatomia; estudo regional do corpo humano*. 4a. ed. Tradução de Rogerio Benevento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1988. p. 668-04.
- Hoh DJ, Maya M, Jung A, Ponrartana S, Laurysen CL. Anatomical relationship of the internal carotid artery to C-1: clinical implications for screw fixation of the atlas. *J Neurosurg Spine*. 2008;8(4):335-40.
- Currier BL, Maus TP, Eck JC, Larson DR, Yaszemski MJ. Relationship of the internal carotid artery to the anterior aspect of the C1 vertebra: implications for C1-C2 transarticular and C1 lateral mass fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(6):635-9.
- Simsek S, Yigitkanli K, Turba UC, Comert A, Seçkin H, Tekdemir I, Elhan A. Safe zone for C1 lateral mass screws: anatomic and radiological study. *Neurosurgery*. 2009;65(6):1154-60.
- Wang MY, Samudrala S. Cadaveric morphometric analysis for atlantal lateral mass screw placement. *Neurosurgery*. 2004;54(6):1436-9.
- Carvalho MF, Rocha RT, Monteiro JT, Pereira CU, Leite RF, Defino HL. Estudo tomográfico do atlas relacionado com a inserção de implantes na massa lateral. *Acta Ortop Bras*. 2009;17(3):136-8.
- Doherty BJ, Heggeness MH. The quantitative anatomy of the atlas. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(22):2497-500.
- Eck JC, Walker MP, Currier BL, Chen Q, Yaszemski MJ, An KN. Biomechanical comparison of unicortical versus bicortical C1 lateral mass screw fixation. *J Spinal Disord Tech*. 2007;20(7):505-8.
- Heller JG, Estes BT, Zaouali M, Diop A. Biomechanical study of screws in the lateral masses: variables affecting pull-out resistance. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78(9):1315-21.
- Abreu EV, Simões MS, Brasil AV, Sanchis FG. Fixação posterior C1-C2 com sistema de parafuso e haste - experiência em cinco casos. *Coluna/Columna*. 2007;6(1):12-7.