

# ESTUDO TOMOGRÁFICO DO ATLAS RELACIONADO COM A INSERÇÃO DE IMPLANTES NA MASSA LATERAL

## TOMOGRAPHIC STUDY OF THE ATLAS CONCERNING SCREW FIXATION ON LATERAL MASS

MAX FRANCO DE CARVALHO<sup>1,2</sup>, ROBERTA TEIXEIRA ROCHA<sup>1</sup>, JOÃO TIAGO SILVA MONTEIRO<sup>1</sup>,  
CARLOS UMBERTO PEREIRA<sup>1</sup>, RICARDO FERREIRA LEITE<sup>1</sup>, HELTON LUIZ APARECIDO DEFINO<sup>2</sup>

### RESUMO

**Introdução:** A técnica de Harms para a realização da artrodese atlantoaxial possibilita o uso de manobras de redução transoperatória da subluxação atlantoaxial e facilita a fixação dessa articulação, principalmente nos pacientes hiperquifóticos e nas situações em que há impossibilidade da fixação com o parafuso transarticular C1-C2. **Objetivos:** descrever os parâmetros morfométricos do atlas relacionados à técnica de Harms para a artrodese C1-C2, o trajeto ideal e o corredor de segurança da inserção do parafuso na massa lateral do atlas mensurados através de imagens de reconstrução multiplanar com tomografia computadorizada helicoidal nos planos. **Materiais e Métodos:** trinta atlas de origem local foram submetidos a tomografia computadorizada e mensurados com cursor digital. **Resultados:** o comprimento posteroanterior do implante mediu 16,5 mm à direita e 16,3mm à esquerda. Quando utilizando como ponto de entrada na porção central da massa lateral imediatamente inferior ao arco posterior, o trajeto deve ter uma congruência de 15° no plano coronal e uma angulação superior de 20° no plano sagital. **Conclusão:** O corredor de segurança para um parafuso na massa lateral teria uma inclinação inferior de 22° e superior de 33° no plano sagital e no plano axial de 36° medial e 26° lateral.

**Descritores:** Articulação atlanto-axial. Artrodese. Tomografia.

**Citação:** Carvalho MF, Rocha RT, Monteiro JTS, Pereira CU, Leite RFL, Defino HLA. Estudo tomográfico do atlas relacionado com a inserção de implantes na massa lateral. *Acta Ortop Bras.* [periódico na Internet]. 2009; 17(3):136-138. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>

### INTRODUÇÃO

A anatomia da coluna cervical alta é responsável pelo segmento de maior mobilidade de toda coluna vertebral. Devido a essas características únicas tanto a primeira quanto a segunda vértebra cervical apresentam características morfológicas diferentes das demais vértebras cervicais.<sup>1-4</sup>

As patologias da junção crânio-cervical podem ser causadas por traumas, tumores, malformações congênitas ou patologias reumáticas. Com o desenvolvimento dos métodos diagnósticos de imagem e das técnicas cirúrgicas, houve um aumento significativo dos procedimentos cirúrgicos nessa região.<sup>5,6</sup>

O principal objetivo da maioria dos procedimentos cirúrgicos na articulação atlanto-axial é a obtenção de uma fusão intervertebral. As técnicas de artrodese mais empregadas são: amarrilha tipo Brooks ou Gallie, clamp interlaminar, técnica transarticular de Magerl, parafuso translaminar no atlas e parafuso na massa lateral.<sup>5-16</sup>

### ABSTRACT

**Introduction:** Harms's technique for atlanto-axial arthrodesis fusion makes possible the use of intraoperative reduction maneuvers of the atlanto-axial dislocation and facilitates the fixation of this joint, especially in hyperkyphotic patients and in situations where the fixation with transarticular screw on C1-C2 segment is impossible. **Objective:** to describe the morphometric parameters of atlases related to the Harms's technique for atlanto-axial arthrodesis, the optimal path and the safety aisle for screw insertion into atlas' lateral mass measured with multiplanar reconstruction imaging with helical computed tomography scan at the planes. **Materials and Methods:** 30 atlases of local origin have been submitted to computed tomography imaging and measured with digital cursor. **Results:** The posteroanterior length of the implant measured 16.5 mm to the right and 16.3 mm to the left. When using it as entry point at the central portion of the lateral mass just below the posterior arc, the path must have a congruence of 15° in the coronal plan and an upper angle of 20° at the sagittal plane. **Conclusion:** The safety aisle for screw fixation into the lateral mass would have a lower bending of 22° and an upper bending of 33° at sagittal plane and 36° medially and 26° laterally, at the axial plane.

**Keywords:** Atlanto-axial joint. Arthrodesis. Tomography.

**Citation:** Carvalho MF, Rocha RT, Monteiro JTS, Pereira CU, Leite RFL, Defino HLA. Tomographic study of the atlas concerning screw fixation on lateral mass. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2009; 17(3):136-138. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>

A fixação do atlas com parafuso na massa lateral foi introduzido por Goel e Laheri<sup>14</sup>, mas a técnica foi difundida por Harms e Mecher<sup>15</sup> com o desenvolvimento de um sistema composto por parafuso poliaxial e haste.

Estudos biomecânicos comprovaram que a técnica transarticular de Magerl e a técnica de parafuso na massa lateral de C1 associado a parafuso no pedículo de C2 oferecem a mesma estabilidade em estudos de laboratório.<sup>17</sup> Entretanto, estes sistemas são mais estáveis que as diferentes técnicas de amarrilha. O tamanho do istmo de C2 impede a fixação do parafuso transarticular em aproximadamente 20% dos pacientes.<sup>6</sup> A possibilidade do uso de manobras de redução da subluxação atlanto-axial, após a introdução dos parafusos em C1 e C2 da massa lateral, possibilitou um avanço na redução e fixação da instabilidade atlanto-axial.<sup>15</sup>

Nos últimos anos a segurança da técnica de Harms tem sido descrita em diversos estudos.<sup>12,14,15,17-19</sup> A massa lateral apresenta

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

1 - Departamento de Medicina da Universidade Federal de Sergipe, Brasil

2 - Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP, SP, Brasil

Endereço de Correspondência: Rua: José Seabra Batista, 255; Condomínio: Tyrol; Edifício Innsbruck; Apto:1204, Jardins; Aracaju-Sergipe- Brasil. CEP:49025-750. Email: [carvalhomax@hotmail.com](mailto:carvalhomax@hotmail.com)

uma estrutura larga o suficiente para acomodar um parafuso de 3,5mm. Entretanto, a proximidade da artéria vertebral, do gânglio do segundo nervo cervical e medula espinhal pode provocar lesões iatrogênicas graves no caso da fixação do parafuso fora da massa lateral. O objetivo desse trabalho é descrever o corredor de segurança para a fixação de parafusos na massa lateral de vértebras secas através de estudo com reconstrução multiplanar em tomógrafo computadorizado helicoidal multiplanar.

## MATERIAIS E MÉTODOS

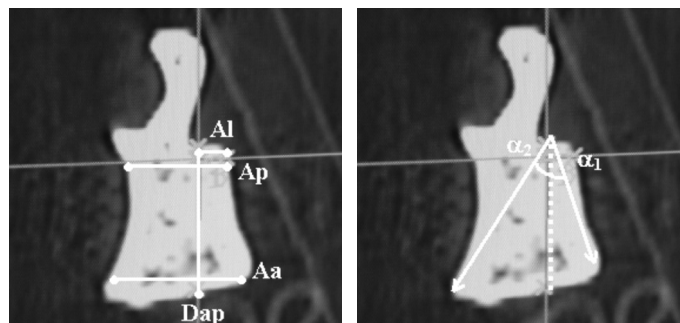
Trinta vértebras cervicais (C1 ou Atlas) de cadáveres adultos não identificados foram obtidas através de doação da Empresa Municipal de Serviços Urbanos (EMURB) de Aracaju – Sergipe – Brasil, através de parecer nº. 047/2005. As vértebras foram provenientes de indivíduos de origem local, sepultados como indigentes, e não houve distinção quanto ao gênero, idade ou raça. Após dissecação, limpeza e fixação as vértebras foram numeradas para posterior classificação e análise radiológica através de tomografia computadorizada helicoidal (Toshiba Asteion TSX – 021A/1A, cortes com espessura de 1mm). Após as aferições, foram sorteadas 5 vértebras que foram retomografadas e remedidas, para o estudo do erro. O ponto de entrada do parafuso foi determinado seguindo a técnica de Harms<sup>(15)</sup> na porção central da massa lateral imediatamente inferior ao arco posterior, observado nas imagens tridimensionais. Depois, através do estudo multiplanar, foram observados os corredores de segurança para inserção de parafusos nas massas laterais. Seguindo os seguintes parâmetros: altura anterior (distância entre as faces superior e inferior mais anterior da massa lateral do atlas); altura lateral (distância entre o ponto de entrada até sua extremidade inferior posterior da massa lateral do atlas); altura posterior (distância entre as faces superior e inferior mais posterior da massa lateral do atlas); diâmetro transverso (maior distância da face medial para a lateral da massa lateral do atlas no nível de forame transverso); comprimento anteroposterior (distância entre a cortical anterior da massa lateral do atlas no plano sagital e o ponto de entrada); ângulo superior (ângulo entre uma linha do ponto de entrada até a cortical anterior e a cortical anterosuperior do atlas no plano sagital); ângulo inferior (ângulo entre uma linha do ponto de entrada até a cortical anterior e a cortical anteroinferior do atlas no plano sagital); ângulo medial (ângulo entre uma linha do ponto de entrada até a cortical anterior e a cortical medial do atlas no plano coronal) e ângulo lateral (ângulo entre uma linha do ponto de entrada até a cortical anterior e a cortical lateral do atlas no plano coronal). (Figuras 1 e 2)

Para avaliar a reprodutibilidade das mensurações realizadas, foi selecionado aleatoriamente um subgrupo de cinco vértebras que foram submetidas a novo exame tomográfico nos quais as medidas foram realizadas uma segunda vez pelo mesmo observador, sem conhecimento dos resultados da primeira mensuração. Para a análise da variação intraobservador foi calculado o coeficiente de correlação intraclasses (CCI).<sup>20,21</sup>

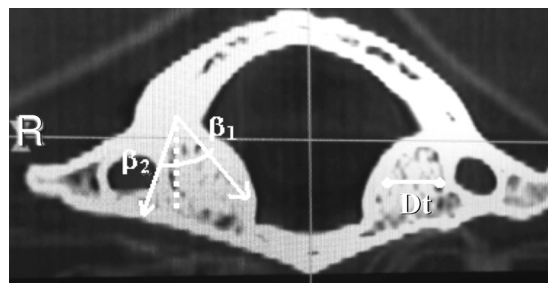
A consistência entre as medidas realizadas nas duas medições foi avaliada através do CCI e do respectivo intervalo de confiança (95% de confiança).<sup>20,21</sup> Para a comparação das variáveis avaliadas dos lados direito e esquerdo, foi adotado o modelo de regressão linear. A igualdade dos lados foi avaliada pelo teste da hipótese de que o intercepto da reta era igual a zero e de que o coeficiente angular era igual a um.

## RESULTADOS

Baseados nos achados das medidas dos trinta atlas foram calculados a mediana, média, valor máximo, valor mínimo e desvio padrão. Tanto as medidas lineares quanto as angulares não demonstraram diferença estatística entre os valores obtidos e os observados na avaliação do erro. A confiabilidade entre essas medidas é significativamente maior que zero. Todos os valores do coeficiente de correlação intraclasse foram próximos a 1, indicando serem as medidas confiáveis.



**Figura 1** – Estudo do corredor de segurança para inserção de parafusos na massa lateral do atlas em imagem tomográfica no plano sagital: (Aa) altura anterior; (Al) altura lateral; (Ap) altura posterior; (Dap) diâmetro anteroposterior; ( $\alpha_1$ ) ângulo inferior; ( $\alpha_2$ ) ângulo superior.



**Figura 2** – Estudo do corredor de segurança para inserção de parafusos na massa lateral do atlas em imagem tomográfica no plano coronal: (Dt) diâmetro transverso; ( $\beta_1$ ) ângulo medial; ( $\beta_2$ ) ângulo lateral

Nas medidas da altura anterior da massa lateral foi observada média de  $17,42 \pm 2,04$  mm à direita e à esquerda a média foi de  $17,61 \pm 1,88$  mm. Para as alturas laterais da massa lateral, a média observada à direita foi  $3,83 \pm 0,63$  mm e à esquerda  $3,67 \pm 0,61$  mm. Em ambos os casos não foram observadas diferenças significativas entre os lados direito e esquerdo ( $p > 0,05$ ). Porém, nas medidas obtidas da altura posterior da massa lateral se observou discrepância significativa entre os lados direito e esquerdo ( $p < 0,05$ ). A média observada à direita foi de  $12,09 \pm 2,03$  mm e à esquerda  $12,41 \pm 1,99$  mm.

Nas medidas do diâmetro transverso, a média observada à direita foi  $18,03 \pm 2,58$  mm e à esquerda  $18,42 \pm 2,41$  mm. Para o diâmetro anteroposterior, a média observada à direita foi  $16,47 \pm 1,85$  mm e à esquerda  $16,27 \pm 1,74$  mm. Em ambos os casos não foram observados diferenças significativas entre os lados direito e esquerdo ( $p > 0,05$ ). (Tabela 1)

As medidas do ângulo inferior apresentaram uma média de  $23,63 \pm 5,25$  à direita e  $22,99 \pm 5,62$  à esquerda. As medidas do Ângulo superior apresentaram uma média de  $33,73 \pm 6,30$  à direita e  $34,44 \pm 5,80$  à esquerda. As medidas do Ângulo medial apresentaram uma média de  $36,99 \pm 5,25$  à direita e  $36,20 \pm 5,07$  à esquerda. As medidas do Ângulo lateral apresentaram uma média de  $26,61 \pm 5,21$  à direita e  $26,17 \pm 4,98$  à esquerda. Em todas as medidas angulares não foram observadas diferenças significativas entre os lados direito e esquerdo ( $p > 0,05$ ). (Tabela 2)

## DISCUSSÃO

Desde a descrição da técnica da artrodese transarticular descrita por Magerl e Seemann<sup>16</sup>, os estudos biomecânicos comprovaram as superioridades biomecânicas desse método de fixação em todos os planos de movimento da articulação atlanto-axial, incluindo a rotação, comparado com as demais técnicas de amarrilha.<sup>12,14,15,17-19</sup>

A fixação do atlas obteve um grande avanço, após a difusão de um sistema com parafusos poliaxiais na massa lateral de C1 e no pedículo de C2 por Harms e Melcher<sup>15</sup> que possibilitou o uso de

**Tabela 1 - Medidas lineares de Avaliação da Técnica Cirúrgica**

	Altura Anterior		Altura lateral		Altura Posterior		Diâmetro Transverso		Diâmetro Antero-posterior	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Mínimo	13,60	14,20	2,60	2,70	8,60	7,60	13,50	13,70	13,00	13,00
Máximo	22,70	21,40	5,10	5,30	16,30	16,10	26,30	24,80	19,70	20,70
Mediana	17,15	17,95	3,75	3,60	11,75	12,75	17,55	18,10	16,65	16,40
Média	17,42	17,61	3,83	3,67	12,09	12,41	18,03	18,42	16,47	16,27
DP	2,04	1,88	0,63	0,61	2,03	1,99	2,58	2,41	1,85	1,74

**Tabela 2 - Medidas Angulares de Avaliação da Técnica Cirúrgica**

	Ângulo inferior		Ângulo superior		Ângulo medial		Ângulo lateral	
	D	E	D	E	D	E	D	E
Mínimo	13,10	13,20	21,60	24,10	29,10	26,70	14,30	19,80
Máximo	33,50	32,50	43,70	46,00	48,80	44,00	37,70	38,00
Mediana	23,80	24,10	33,35	33,45	36,45	37,20	25,70	26,15
Média	23,63	22,99	33,73	34,44	36,99	36,20	26,61	26,17
DP	5,25	5,62	6,30	5,80	5,25	5,07	5,21	4,98

manobras de redução transoperatória da subluxação atlanto-axial e facilitou a fixação dessa articulação principalmente nos pacientes hipercifóticos. O estudo biomecânico de Melcher et al.<sup>17</sup> não demonstrou diferença significativa entre esse novo método e a fixação transarticular.

Segundo Harms e Melcher<sup>15</sup> e Melcher et al.<sup>17</sup> o ponto de entrada do parafuso na massa lateral deve ser no meio da junção do arco posterior de C1 e o meio da parte inferior e face posterior da massa lateral. O trajeto do parafuso deveria ser reto ou pouco convergente medialmente na direção pósterio-anterior paralelo ao arco posterior de C1 no plano sagital em direção ao arco anterior. Na descrição da técnica sempre foi enfatizada a necessidade da palpação da massa lateral com afastador tipo Penfield protegendo a artéria vertebral, canal vertebral e o segundo nervo cervical.

Tan et al.<sup>19</sup> relataram a fixação do atlas através do arco posterior. O ponto de entrada seria a 19,01 mm lateral a linha média do arco posterior e 2,03 mm superior à borda inferior do arco posterior. A espessura do sulco vertebral seria de 9,51 ± 2,09 mm à direita e 9,68 ± 2,40 mm à esquerda. Nas 50 vértebras estudadas somente em 4 casos (8%) a espessura do arco posterior apresentou uma espessura menor que 4,00 mm. Nesses casos a fixação deve ser realizada através da massa lateral ou transarticular. Ebraheim et al.<sup>22</sup> mediram as dimensões do sulco da artéria vertebral e observou que a espessura do sulco vertebral era de 4,1 ± 1,2 mm. Carvalho et al.<sup>23</sup> após estudo anatômico e radiológico em atlas ressecados de cadáveres brasileiros, observou espessura da média dos observadores de 3,87 ± 0,83 mm à direita e 3,92 ± 1,10 mm à esquerda. Essas observações inviabilizariam a fixação através do arco posterior proposta por Tan et al.<sup>19</sup>

Hong et al.<sup>24</sup> realizaram estudo anatômico na massa lateral de 30 atlas e observou que o ponto de entrada do parafuso seria um ponto de intersecção entre a borda inferior do arco posterior e o centro da massa lateral. O ponto ideal do final do parafuso deveria ser encontrado 3 a 4 mm da faceta articular inferior. O parafuso deveria ser inserido preferencialmente com uma convergência de 15° e com uma inclinação cranial de 23° no plano sagital.

## REFERÊNCIAS

- Breathnach AS. Frazer's anatomy of the human skeleton. 6th. ed. London: J. Churchill Livingstone, 1965.
- Agur AMR, Ming J, Grant JCB. Grant's atlas of anatomy. Baltimore: Williams & Wilkins; 1962.
- Gray H. Anatomy, descriptive and surgical. New York: Bounty Books, 1901.
- Francis C. Dimensions of the cervical vertebrae. Anat Rec. 1955;122:603-9.
- Madawi AA, Casey AT, Solanki GA, Tuite G, Veres R, Crookard HA. Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique. J Neurosurg. 1997;86:961-8.
- Nogueira-Barbosa M. Reconstruções multiplanares da tomografia computadorizada no estudo da artrose atlanto-axial transarticular [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2004. 86p.
- Brooks AL, Jenkins EB. Atlanto-axial arthrodesis by the wedge compression method. J Bone Joint Surg Am. 1978;60:279-84.
- Davey JR, Rorabach CH, Bailey SI. A technique of posterior cervical fusion for instability of the cervical spine. Spine. 1985;10:722-8.
- Foustas KN, Smisson HF 3rd, Robinson JS Jr. C1-C2 transarticular screw fixation for atlantoaxial instability: a 6-year experience. Neurosurgery. 2002;50:672-3.
- Mihara H, Cheng BC, David SM, Ohnari K, Zdeblick TA. Biomechanical comparison of posterior cervical fixation. Spine. 2001;26:1662-7.
- Kanat A, Aydin Y. Posterior C1-C2 transarticular screw fixation for atlantoaxial arthrodesis. Neurosurgery. 1999;44:687-9.
- Richter M, Schmidt R, Claes L, Puhl W, Wilke HJ. Posterior atlantoaxial fixation: biomechanical in vitro comparison of six different techniques. Spine. 2002;16:1724-32.
- Tokunashi Y, Matsuzaki H, Shirasaki Y, Tateishi T. C1-C2 intra articular screw fixation for atlantoaxial posterior stabilization. Spine. 2000;25:337-41.

No local de inserção preconizado no nosso estudo a massa lateral apresentou uma largura média de 18,03 mm à direita e de 18,42 mm à esquerda, altura posterior da massa lateral 12,09 mm à direita e 12,41 mm à esquerda. Todas as vértebras estudadas demonstraram haver área o suficiente para a fixação segura de um parafuso de 3,5mm de espessura na massa lateral. Entretanto, a altura compreendida entre o ponto de entrada e a borda inferior da massa lateral demonstrou uma altura de 3,83 mm à direita e de 3,67 mm à esquerda. Nesses casos, o cirurgião deverá ressecar 10mm do arco posterior do atlas para facilitar a inserção dos parafusos.

Wang e Samudrala<sup>25</sup> em estudo anatômico descreveram o posicionamento de um parafuso na massa lateral deveria ter uma trajetória reta. Entretanto, seria permitindo uma angulação medial e lateral máxima de 33° e 13° respectivamente no plano coronal e uma angulação superior e inferior máxima de 19° e 0° respectivamente no plano sagital.

De acordo com as nossas observações, o parafuso na massa lateral deveria ter um comprimento de aproximadamente de 16 mm. Quando utilizando como ponto de entrada na porção central da massa lateral imediatamente inferior ao arco posterior, o trajeto deve ter uma congruência de 15° no plano coronal e uma angulação superior de 20° no plano sagital. O corredor de segurança para um parafuso na massa lateral seria uma inclinação inferior de 22° e 33° superior no plano sagital e no plano axial de 36° medial e 26° lateral aproximadamente.

## CONCLUSÃO

A fixação com parafuso na massa lateral do atlas é indiscutivelmente uma técnica cirúrgica que facilitou o cirurgião de coluna a obtenção de melhores resultados nos casos de subluxação da articulação atlanto-axial. O nosso estudo demonstrou que em todos os atlas estudados essa técnica é um procedimento seguro. Entretanto, a preparação do ponto de entrada e o conhecimento do corredor de segurança para inserção do parafuso são fatores muito importantes para evitar uma lesão iatrogênica.