

# Avaliação tomográfica de parâmetros morfométricos do processo odontoide relacionados à fixação interna com parafusos

*Tomographic evaluation of odontoid parameters related to its internal fixation*

*Evaluación tomográfica de parámetros morfométricos del proceso odontoides relacionados con la fijación interna con tornillos*

Murilo Tavares Daher<sup>1</sup>  
Sérgio Daher<sup>2</sup>  
Helton LA Defino<sup>3</sup>

## RESUMO

**Objetivos:** avaliar, por meio da tomografia computadorizada, os parâmetros morfométricos do processo odontoide relacionados com a sua fixação interna. **Métodos:** cinquenta e cinco exames de tomografia computadorizada (TC) da coluna cervical que permitissem o estudo do eixo foram utilizados para o estudo. Destes, 24 (47%) pertenciam a pacientes do sexo masculino e 31 do sexo feminino. A média de idade foi de 42,05 anos ( $\pm 15,82$ ). Foram excluídos os casos com diagnóstico de tumores, infecções, sequelas de fratura, artrose muito avançada ou malformações congênitas. Nenhum dos exames tinha como indicação problemas relacionados à coluna cervical alta. Foram avaliados os seguintes parâmetros: 1 – comprimento estimado do implante (CEI), 2 – angulação do parafuso ( $\alpha P$ ), 3 – diâmetro transverso mínimo (DT<sub>mín</sub>) e 4 – diâmetro anteroposterior mínimo (DAP<sub>mín</sub>).

## ABSTRACT

**Objectives:** to evaluate through computerized tomography the morphometric parameters of the odontoid process related to its internal fixation. **Methods:** computed tomographic (CT) scans of 55 patients were analyzed. There were 24 men (47%) and 31 women. Mean age was 42.05 years ( $\pm 15.82$ ). Patients with tumors, infections, fractures, congenital malformations, and advanced arthritis were excluded. The following measurements were recorded: 1 – estimated implant length (SIL), screw angle (SA), minimal antero-posterior diameter (Min APD), and minimal transverse diameter (Min TD). Statistical analysis was performed using Student's *t* test to compare the results among male and female patients. **Results:** the main value of the SIL was measured as 39.95 mm  $\pm$  3.44 to the total population of this study. The main value of the SA was 60.91°

## RESUMEN

**Objetivos:** evaluar, por medio de la tomografía computarizada, los parámetros morfométricos del proceso odontoides relacionados con su fijación interna. **Métodos:** para el estudio, fueron utilizados 55 exámenes de tomografía computarizada (TC) de la columna cervical que permitieran el estudio del eje. De éstos, 24 (47%) pertenecían a pacientes del sexo masculino. El promedio de edad fue de 42.05 años ( $\pm 15,82$ ). Fueron excluidos los casos con diagnóstico de tumores, infecciones, secuelas de fracturas, artrosis muy avanzada o malformaciones congénitas. Ninguno de los exámenes tenía como indicación problemas relacionados a la columna cervical alta. Fueron evaluados los siguientes parámetros: 1- longitud estimada del implante (CEI); 2 – angulación del tornillo ( $\alpha P$ ); 3 – diámetro transverso mínimo (DT<sub>mín</sub>) y 4 - diámetro anteroposterior mínimo (DAP<sub>mín</sub>). Fue utilizado

Trabalho realizado no Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>1</sup> Professor Auxiliar do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás – UFG – Goiânia (GO), Brasil; Pós-graduando (Mestrado) do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás – UFG – Goiânia (GO), Brasil.

<sup>3</sup> Professor Titular do Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo USP – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

Recebido em:20/06/2010

Aprovado em:14/09/2010

Foi utilizado o teste *t* de Student para comparar os resultados entre o grupo de pacientes do sexo masculino e do feminino. **Resultados:** o valor médio do CEI foi de 37,95 mm ± 3,44 para a população geral do estudo. O valor médio da angulação do parafuso ( $\alpha P$ ) foi de 60,91° ± 4,06. O diâmetro transversal mínimo (DT<sub>mín</sub>) foi de 9,05 mm ± 0,88 e o diâmetro antero-posterior mínimo (DAP<sub>mín</sub>) foi de 10,35 mm ± 1,04. Os valores do CEI e do DAP<sub>mín</sub> na população masculina foram significativamente maiores do que aqueles encontrados na feminina, enquanto os outros parâmetros não apresentaram diferenças entre os dois sexos na população estudada. Dos 55 pacientes, 39% apresentaram DT<sub>mín</sub> < 9 mm, valor mínimo considerado para a colocação de dois parafusos de 3,5 mm. **Conclusões:** em nossa população, o sexo masculino apresentou valores significativamente maiores de CEI e DAP<sub>mín</sub> do que os encontrados no sexo feminino.

± 4.06. The Min APD was 9.05 mm ± 0.88, and the Min TD was 10.35 mm ± 1.04. The mean dimensions of SIL and Min TD in the population was significantly larger in men than in women, while others parameters presented no difference among both sex in the studied population. Of the 55 patients 39% presented Min TD < 9mm, the critical diameter for the placement of two 3.5 mm cortical screws with tapping. **Conclusions:** in our population, men presented significantly bigger values of SIL and Min APD than that found in women.

el test *t* de Student para comparar los resultados entre el grupo de pacientes del sexo masculino y el femenino. **Resultados:** el valor promedio de la CEI fue de 37,95 mm ± 3,44 para la población general del estudio. El valor promedio de angulación del tornillo ( $\alpha P$ ) fue de 60,91° ± 4,06. El diámetro transversal mínimo (DT<sub>mín</sub>) fue de 9,05 mm ± 0,88 y el diámetro anteroposterior mínimo (DAP<sub>mín</sub>) fue de 10,35 mm ± 1,04. Los valores de la CEI y del DAP<sub>mín</sub> en la población masculina fueron significativamente mayores de aquellos encontrados en la femenina, mientras que los otros parámetros no presentaron diferencias entre los dos sexos en la población estudiada. De los 55 pacientes, 39% presentaron DT<sub>mín</sub> menor que 9 mm, un valor mínimo considerado para la colocación de dos tornillos de 3,5 mm. **Conclusiones:** en nuestra población, el sexo masculino presentó valores significativamente mayores de la CEI y del DAP<sub>mín</sub> cuando comparados con los encontrados en el sexo femenino.

**DESCRIPTORES:** Processo odontoide; Tomografia computadorizada espiral; Fixação interna de fraturas; Dispositivos de fixação ortopédica

**KEYWORDS:** Odontoid process; Tomography, spiral computed; Fracture fixation, internal; Orthopedic fixation devices

**DESCRIPTORES:** Apófisis odontoides; Tomografia computarizada espiral; Fijación interna de fraturas; Dispositivos de fijación ortopédica

## INTRODUÇÃO

O processo odontoide é a eminência vertical que caracteriza a segunda vértebra cervical (áxis), sobre a qual ocorre a rotação da primeira vértebra cervical (atlas). É formado pela base que o conecta com o corpo do áxis, pelo colo que é a parte mais estreita e menos pronunciada, pelo corpo (parte média) e pelo vértice que é o local de inserção dos ligamentos oriundos do occipital (ligamento apical e alar)<sup>1</sup>.

O processo odontoide é oriundo do corpo da primeira vértebra cervical (atlas) e durante o desenvolvimento ocorre a sua separação desta e a fusão com o áxis. Ao nascimento, o processo odontoide está separado do corpo do áxis pela sincondrose neurocentral, que é uma banda de

cartilagem e representa o resquício do disco intervertebral. Esse espaço é observado em todas as crianças com idade inferior a três anos de idade, em 50% das crianças com quatro anos e está ausente após os seis devido à fusão completa do corpo do atlas com o áxis<sup>2,3</sup>.

A importância clínica do processo odontoide está relacionada com a sua participação na estabilidade atlanto-axial. Na sua face anterior, existe a superfície articular que o articula com o arco do atlas, e na sua face posterior a superfície articular que o articula com o ligamento transversal<sup>1</sup>. A fratura do processo odontoide altera a estabilidade desse segmento e as estruturas nervosas adjacentes podem ser lesadas. Essas fraturas representam cerca de 9 a 15% de todas as fraturas da coluna cervical dos

adultos, e é a fratura mais frequente na coluna cervical das crianças<sup>4</sup>.

O tratamento das lesões traumáticas do processo odontoide tem como objetivo a consolidação da fratura, que restabelece a estabilidade do segmento atlanto-axial e preserva os movimentos desse segmento, que participa de modo importante nos movimentos de rotação<sup>5</sup>. O tratamento pode ser realizado por meio da imobilização externa utilizando gesso tipo Minerva, órteses ou halo craniano, ou por meio da osteossíntese do processo odontoide ou artrodese atlanto-axial<sup>4</sup>. A osteossíntese do processo odontoide elimina a morbidade e complicações relacionadas com a imobilização externa, reduz a taxa de pseudoartrose e preserva os movimentos da articulação atlanto-axial<sup>4</sup>.

A osteossíntese do processo odontoide é realizada por meio da colocação de parafusos no interior do processo odontoide, cuja função é realizar a compressão na interface da superfície da fratura, proporcionando suficiente estabilidade para a não utilização de imobilização externa<sup>6,7</sup>. A técnica de fixação interna do processo odontoide está diretamente relacionada com as dimensões do processo odontoide, tendo sido essa a motivação para a realização do estudo, cujo objetivo foi estudar em nosso meio os seus parâmetros morfométricos que estão relacionados com a sua fixação interna por meio de parafusos.

## MÉTODOS

Foram utilizados no estudo 55 exames de tomografia computadorizada (TC) da coluna cervical de pacientes que não apresentavam, como indicação da realização do exame, doença relacionada com a coluna vertebral alta. Vinte e quatro pacientes eram do sexo masculino (47%) e 31 do sexo feminino (53%) com idade variando de 10 a 78 anos (média 42,05 anos  $\pm$  15,82). A idade no grupo de pacientes do sexo masculino variou de 10 a 68 anos (39,65 anos  $\pm$  17,25) e de 16 a 78 anos no sexo feminino (44,13  $\pm$  13,37).

Os critérios de exclusão utilizados no estudo foram: presença de doença tumoral, infecção, malformação congênita, fratura e doença degenerativa importante da coluna cervical alta.

Os exames foram realizados em aparelho de tomografia multicanais modelo SOMATON Emotion 6 (Siemens Medical System, Inc, Iselin, NJ), com o paciente na posição supina e pescoço em hiperextensão, segundo protocolo de 1,25 mm de espessura, colimação de 1,0 mm, com incremento de 0,8 mm. Os cortes foram adquiridos no modo espiral, com cobertura de 15 cm, em 27 segundos, seguido de reconstrução multiplanar (MPR) nos planos axial, sagital e coronal do odontoide utilizando filtro B-60 (ósseo moderado). A técnica utilizada foi de 130 KV 150 MAS. Os exames foram realizados em janela óssea (W 1500, C 450).

Os parâmetros selecionados para o estudo estavam diretamente relacionados com a colocação dos parafusos de osteossíntese no interior do processo odontoide: comprimento estimado do implante (CEI) (distância entre o ápice do processo odontoide e a borda anteroinferior do eixo); angulação do implante ( $\alpha I$ ) (ângulo entre a linha do ápice do processo odontoide à borda anteroinferior do eixo e a tangente ao platô inferior do eixo); diâmetro transversal mínimo (DT<sub>mín</sub>) (menor distância no plano coronal entre as superfícies externas do processo odontoide); e diâmetro anteroposterior mínimo (DAP<sub>mín</sub>) (menor distância no plano sagital entre as superfícies externas do processo odontoide (Figuras 1 a 4).

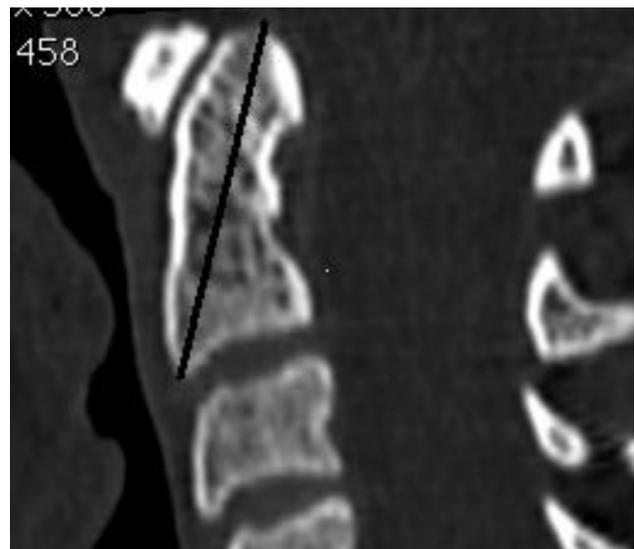


Figura 1  
Comprimento estimado do implante (CEI)

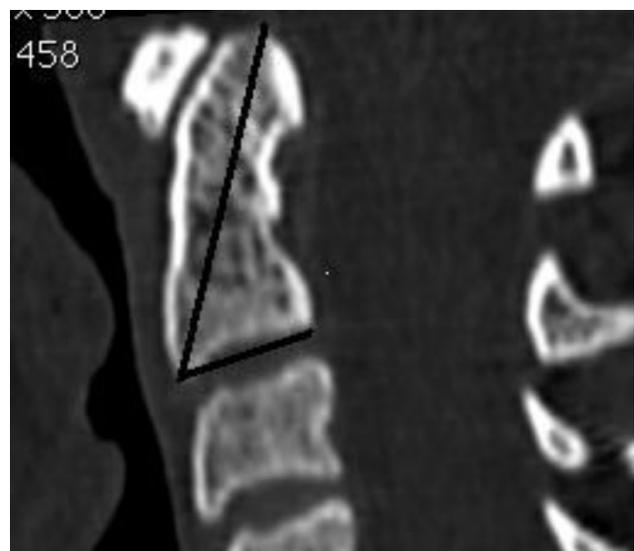


Figura 2  
Angulação do implante ( $\alpha P$ )

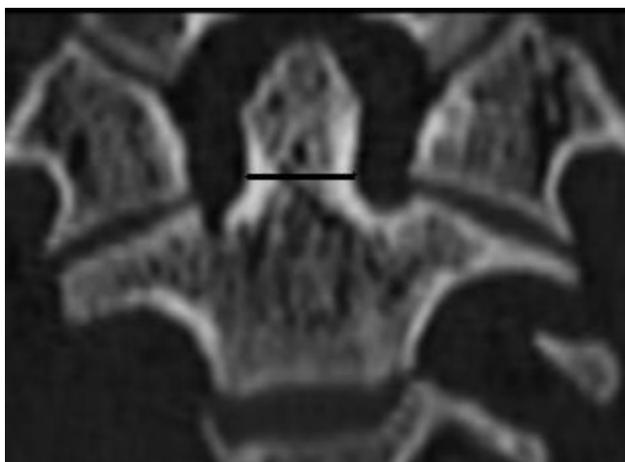


Figura 3  
Diâmetro transversal mínimo (DTmín)

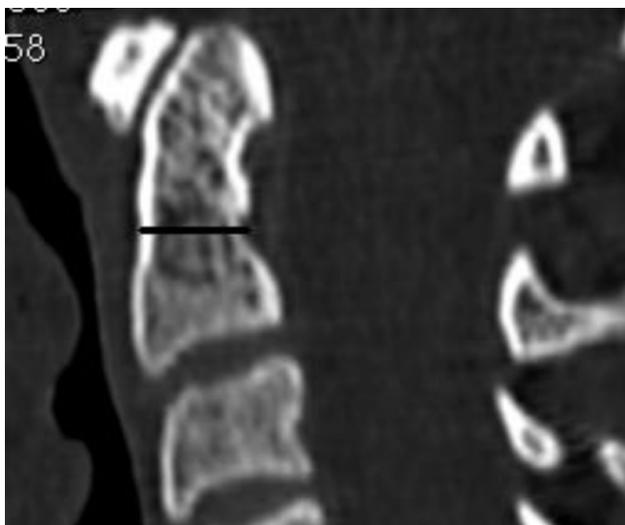


Figura 4  
Diâmetro anteroposterior mínimo (DAPmín)

A análise estatística foi realizada por meio do teste *t* de Student para a comparação dos resultados entre o sexo masculino e feminino, tendo sido estabelecido o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Medicina de Ribeiro Preto da Universidade de São Paulo.

## RESULTADOS

Os valores dos parâmetros estudados e a comparação entre o sexo masculino e feminino estão apresentados na tabela 1.

O parâmetro relacionado com o comprimento estimado do implante variou de 30,99 a 44,33 (média de 37,95 mm  $\pm$  3,44) e apresentou maiores valores no sexo masculino, variando de 31,74 a 44,33) em relação ao sexo feminino que variou de 30,99 a 43,77 mm (média de 39,48 mm  $\pm$  3,22).

A angulação do implante variou de 53,64° a 69,71° (média 60,91°  $\pm$  4,06) e não foi observada diferença entre o sexo masculino que apresentou variação de 53,64° a 67,23° (média 60,83°  $\pm$  3,70), e o sexo feminino que variou de (53,87° a 69,70° (60,97°  $\pm$  4,38).

O diâmetro transversal mínimo variou de 5,9 a 11,24 mm (média de 9,05 mm  $\pm$  0,88) e não foi observada diferença significativa entre os valores do sexo masculino que variaram de 5,9 a 10,78 mm (média de 9,13 mm  $\pm$  1,06), e os valores do sexo feminino que variaram de 7,23 a 11,24 mm (média de 8,99  $\pm$  0,71).

O diâmetro anteroposterior mínimo variou de 8,56 a 12,57 mm (média de 10,35 mm  $\pm$  1,04). Os valores observados no sexo masculino variaram de 8,9 a 12,57 mm (média de 10,89 mm  $\pm$  1,01) e foram superiores aos observados no sexo feminino, que variaram de 8,56 a 12,09 mm (média de 9,94  $\pm$  0,87 mm).

## DISCUSSÃO

A osteossíntese, realizando-se a compressão interfragmentária por meio do parafuso de tração, tem sido uma boa opção para o tratamento das fraturas do processo odontoide nos adultos, especialmente as fraturas do tipo II de Anderson e D'Alonzo<sup>4,8</sup>. A fixação interna dessas fraturas permite a consolidação da fratura sem a necessidade da utilização de imobilização externa (gesso Minerva, halogesso) e preserva os movimentos fisiológicos da articulação atlanto-axial, ao contrário da artrodese<sup>6,7</sup>.

A descrição clássica da técnica de osteossíntese do processo odontoide preconizava a utilização de dois parafusos. As pequenas dimensões do processo odontoide podem, no entanto, limitar a colocação do segundo parafuso, existindo relatos da utilização de somente um parafuso<sup>9,10</sup>. Estudos biomecânicos e relatos clínicos têm demonstrado que a utilização de um parafuso atende aos requisitos necessários para a estabilização dessas fraturas<sup>9,10</sup>.

**TABELA 1 – Parâmetros estudados e comparação entre o sexo masculino e feminino**

Sexo	Comprimento estimado do implante (mm)	Angulação do implante (graus)	Diâmetro transversal mínimo (mm)	Diâmetro anteroposterior mínimo (mm)
Masculino (24)	39,48 $\pm$ 3,22	60,83° $\pm$ 3,70	9,13 $\pm$ 1,06	10,89 $\pm$ 1,01
Feminino (31)	36,77 $\pm$ 3,18	60,97° $\pm$ 4,38	8,99 $\pm$ 0,71	9,94 $\pm$ 0,87
Total (55)	37,95 $\pm$ 3,44	60,91° $\pm$ 4,06	9,05 $\pm$ 0,88	10,35 $\pm$ 1,04
Valor p	p=0,003 (*)	p=0,903	p=0,575	p<0,001*

\*Diferença estatística entre os grupos.

As dimensões do processo odontoide devem ser consideradas no planejamento pré-operatório. As possíveis diferenças raciais das dimensões do processo odontoide têm sido mencionadas e utilizadas para justificar a utilização de um único parafuso na fixação interna das fraturas do processo odontoide<sup>11,12</sup>.

O diâmetro transverso mínimo seria um dos fatores limitantes na determinação do número de implantes na osteossíntese do processo odontoide. O diâmetro transverso mínimo de 9 mm tem sido relatado como necessário para a introdução de dois parafusos corticais de 3,5 mm de diâmetro no interior do processo odontoide<sup>13</sup>. Em nosso estudo observamos que 61% dos pacientes apresentavam diâmetro acima de 9 mm e atenderiam a essa condição, indicando que a utilização de dois parafusos não seria possível em todos. Observamos ainda que esse diâmetro não apresentou diferença entre os sexos, embora maiores dimensões do processo odontoide relacionadas com o comprimento estimado do implante e o diâmetro sagital tenham sido observadas no sexo masculino. Os resultados indicam a dificuldade para a introdução de dois parafusos no interior do processo odontoide seria semelhante em ambos os sexos.

Vários estudos avaliaram o tamanho do processo odontoide. Yusof<sup>12</sup> avaliou o menor diâmetro transverso e anteroposterior em cortes axiais de tomografia na população da Malásia. O menor diâmetro anteroposterior foi de 11,1 mm (de 9,0 a 13,7) e o menor diâmetro transverso de 9,4 mm (de 7,8 a 12,4), valores maiores do que os encontrados em nossa população. Dos 85 pacientes por ele estudados, 28% apresentaram diâmetro transverso menor do que 9,0 mm. Em nosso estudo, 39% dos pacientes apresentaram essa característica. Como nenhum dos pacientes apresentou diâmetro anteroposterior menor do que 9,0 mm, esse autor propôs uma alternativa nos casos com diâmetro transverso menor do que esse valor, que seria a orientação dos dois parafusos no plano sagital na região da cintura do odontoide<sup>13</sup>.

Nucci et al. também observaram valores do diâmetro transverso mínimo maior que os observados em nossos pacientes (10,4 mm  $\pm$  1,1 *versus* 8,91 mm  $\pm$  1,03). Neste estudo, apenas 5% dos pacientes apresentaram diâmetro transverso mínimo menor do que 9 mm, impossibilitando a fixação com dois parafusos de 3,5 mm<sup>13</sup>. Em ambos os trabalhos as medidas foram realizadas em cortes axiais,

podendo não representar a real medida do colo do odontoide. Talvez esse fato possa explicar os valores superiores aos observados em nosso estudo, que utilizou as imagens de reconstrução para as medidas, garantindo que estas realmente fossem os menores valores nos planos estudados.

Utilizando vértebras secas de cadáveres por meio de medidas anatômicas, radiografias e TC, Tun et al. também estudaram as medidas do processo odontoide. Neste estudo observaram que a TC é um método eficaz na caracterização desses valores, e que a radiografia não deve ser utilizada para avaliação de medidas lineares (não-angulares)<sup>14</sup>. Assim, o CEI deve, sempre, ser avaliado por meio da TC antes do procedimento cirúrgico, orientando a utilização do parafuso, de modo que a sua rosca ultrapasse o traço de fratura e permita a compressão entre os fragmentos. Em nosso estudo, os valores observados para o CEI foi de 37,34 mm ( $\pm$  3,44), muito semelhante aos resultados de Tun utilizando a tomografia (38,0 mm  $\pm$  4) e a medida anatômica (37,6 mm  $\pm$  3,3). O mesmo estudo também avaliou a angulação do parafuso, encontrando valores semelhantes ao nosso (62,4°  $\pm$  4,7 *versus* 59,89°  $\pm$  3,79)<sup>14</sup>.

Em nosso meio, Santos Neto et al., utilizando vértebras secas de cadáveres, também avaliaram a angulação do processo odontoide em relação ao corpo do axis. Em todos os espécimes a inclinação era para posterior, variando de 0 a 26°<sup>11</sup>. No entanto, essa medida não se equivale à angulação do parafuso utilizada em nosso estudo.

Em nosso estudo, os indivíduos do sexo masculino apresentaram valores de comprimento estimado do parafuso e diâmetro anteroposterior maiores que os indivíduos do sexo feminino, diferindo dos demais trabalhos que não relataram diferenças significativas entre os sexos<sup>9,11,12,14</sup>.

## CONCLUSÕES

Os parâmetros morfométricos do processo odontoide relacionados com a sua fixação interna apresentaram diferenças entre os sexos. O comprimento estimado do implante e o diâmetro sagital mínimo do processo odontoide foram maiores no sexo masculino. O diâmetro transverso mínimo não apresentou diferença entre e os sexos e 39% dos pacientes estudados apresentavam esse diâmetro abaixo de 9 mm, indicando a dificuldade para a introdução do segundo implante no interior do processo odontoide.

## REFERÊNCIAS

1. Testut L, Latarjet A. Tratado de anatomia humana. Barcelona: Savat; 1964.
2. Cattell HS, Filtzer DL. Pseudosubluxation and other normal variations in the cervical spine in children. A study of one hundred and sixty children. *J Bone Joint Surg Am*. 1965;47:1295-309.
3. Fielding JW. Selected observations on the cervical spine in the child. *Cur Pract Orthop Surg*. 1973;5(1):31-55.
4. Maak TG, Gauer JN. The contemporary treatment of odontoid injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(11 Suppl):S53-60.
5. Koebke J. Morphological and functional studies on the odontoid process of the human axis. *Anat Embryol*. 1979;155(2):197-208.
6. Apfelbaum RI, Lonser RR, Veres R, Casey A. Direct anterior screw fixation for recent and remote odontoid fracture. *J Neurosurg*. 2000;93(2 Suppl):227-36.
7. Böhler J. Anterior stabilization of acute fractures and non-unions of the dens. *J Bone J Surg Am*. 1982;64(1):18-27.
8. Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(8):1663-74.

9. Sasso R, Doherty BJ, Crawford MJ, Heggeness MH. Biomechanics of odontoid fracture fixation. Comparison of the one and two screw technique. *Spine*. 1993;18(4):1950-3.
10. Jekins JD, Coric D, Branch CL Jr. A clinical comparison of one- and two-screw odontoid fixation. *J Neurosurg*. 1998;89(3):366-70.
11. Santos Neto FL, Brandt CT, Romeiro CFWE. Variação do ângulo de inclinação sagital do odontoide em vértebras de cadáveres. *COLUNA/COLUMNA*. 2008;7(4):356-60.
12. Yusof MI, Yusof AH, Abdullah MS, Hussin TMAR. Computed tomographic evaluation of the odontoid process for two-screw fixation in the type-II fracture: a Malasyan perspective. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007;15(1):67-72.
13. Nucci RC, Seigal S, Merola AA, Gorup J, Mroczek KJ, Dryer J, et al. Computed tomographic evaluation of the normal adult odontoid. Implications for internal fixation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(3):264-70.
14. Tun KT, Kaptanoglu E, Cemil B, Yorubulut M, Karahan ST, Tekdemir I. Anatomical study of axis for odontoid screw thickness, length, and angle. *Eur Spine J*. 2009;18(2):271-5.

---

**Correspondência**

Murilo Tavares Daher

Av. Paranaíba, 652

CEP 74020-010 – Centro – Goiânia (GO), Brasil.

E-mail: murilodaher@uol.com.br

---