

# TRATAMENTO CIRÚRGICO DAS FRATURAS DO ODONTÓIDE TIPO II COM PARAFUSO ANTERIOR

## Análise de 15 casos

*Fernando Luiz Rolemberg Dantas<sup>1</sup>, Mirto Nelso Prandini<sup>2</sup>, Antonio Carlos Vieira Caíres<sup>3</sup>, Gilberto de Almeida Fonseca<sup>3</sup>, Jair Leopoldo Raso<sup>4</sup>*

RESUMO - Apresentamos estudo retrospectivo dos resultados de 15 pacientes consecutivos, com fratura do odontóide tipo II P (fratura com traço oblíquo e deslocamento posterior) e II N (fratura com traço horizontal na base do odontóide), segundo a classificação de Roy-Camille, que foram submetidos a fixação anterior direta do odontóide com parafuso. A série é composta por 13 homens e 2 mulheres, com idade variando entre 14 a 74 anos e período de acompanhamento de 6 a 36 meses (média 20 meses). Tivemos apenas uma complicação relacionada com a técnica cirúrgica: um parafuso mal posicionado necessitando de uma reoperação para ser reposicionado. Não houve óbito. Não houve saída nem quebra de parafuso. Obteve-se 94% de fusão óssea. Propomos que seja utilizada a classificação de Roy-Camille na seleção dos casos cirúrgicos de fraturas do odontóide, pois ela fornece uma abordagem cirúrgica específica para cada tipo de fratura.

PALAVRAS-CHAVE: fraturas do odontóide, fixação com parafuso, fusão cervical.

### Management of odontoid fractures using anterior screw fixation: analysis of 15 cases

ABSTRACT - A retrospective analysis of the results of 15 patients with odontoid fractures type II P and II N, according to Roy-Camille's classification is presented. They were operated on by an anterior approach and direct fixation of the odontoid process through a screw. There were 13 men and 2 women, the age ranging from 14 to 74 years. The follow up period was from 6 to 36 months (mean 20 months). There was only one complication related to the surgical technique: one screw was misplaced and it was necessary another surgery to replace it. There were no deaths in this series. There were no screw breakdown and the fusion rate was 94%. We propose, based on this study, that the classification of Roy-Camille for odontoid fractures should be always used, since it proposes one surgical approach for each type of fracture. The results of this series show that this technique is useful and has advantages over another modalities of treatment. The correct diagnosis of the type of fracture and an appropriate selection of patients are the main elements to achieve good results.

KEY WORDS: odontoid fractures, screw fixation, cervical fusion.

Fraturas do processo odontóide têm sido tratadas por meio de diversas formas terapêuticas, que vão desde métodos conservadores a várias técnicas cirúrgicas, com taxas variáveis de sucesso<sup>1-7</sup>. As fraturas do odontóide representam cerca de 10 a 15 % das fraturas do eixo e 2% das fraturas da coluna vertebral<sup>8</sup>. A partir da década de 70, foram desenvolvidas classificações anátomo-patológicas com o objetivo de precisar as indicações e o prognóstico dessas lesões,

levando em consideração as descrições anatômicas. Anderson e D'Alonzo<sup>2</sup> desenvolveram uma classificação levando em consideração apenas a altura do traço de fratura, dividindo as fraturas em três tipos: Tipo I são fraturas da ponta do odontóide, geralmente oblíquas, acima do ligamento transverso-atlântico; são fraturas estáveis. Tipo II são fraturas da base do odontóide, correspondendo a cerca de 40% das fraturas do odontóide. As fraturas Tipo III são as que envolvem o corpo do eixo.

---

Serviço de Neurocirurgia do Hospital Biocor, Belo Horizonte MG, Brasil e Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Escola Paulista de Medicina (EPM), São Paulo SP, Brasil: <sup>1</sup>Neurocirurgião do Hospital Biocor, Pós-Graduando em Neurocirurgia da UNIFESP-EPM; <sup>2</sup>Professor Adjunto, Orientador de Pós-Graduação de Neurocirurgia da UNIFESP-EPM; <sup>3</sup>Neurocirurgião do Hospital Biocor; <sup>4</sup>Neurocirurgião e Coordenador do Serviço de Neurocirurgia do Hospital Biocor.

Recebido 14 Janeiro 2002, recebido na forma final 26 Abril 2002. Aceito 3 Maio 2002

Dr. Fernando Luiz Rolemberg Dantas - Rua Muzambinho 458/1201 - 30210-530 Belo Horizonte MG - Brasil - FAX: 31 3221 4816. E-mail- frdantas@uai.com.br

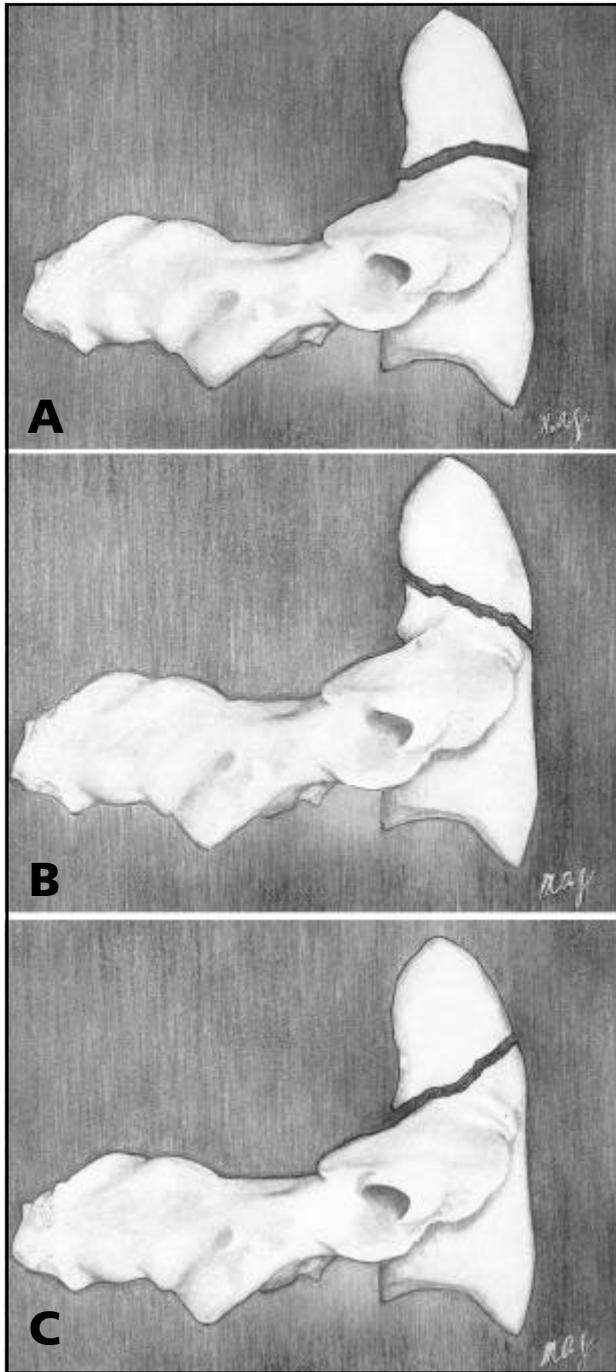


Fig 1. Classificação das fraturas do odontóide. Fratura horizontal Tipo II N (A); obliqua anterior Tipo II A (B) e obliqua posterior Tipo II P(C). Esta classificação é baseada na direção do traço de fratura, visualizado na radiografia simples da coluna cervical em perfil.

Roy-Camille e col.<sup>1</sup> desenvolveram uma classificação em que analisam a noção de instabilidade com relação às fraturas do odontóide. Nessa classificação, são levadas em consideração, a direção e a altura do traço de fratura visualizadas na radiografia em perfil neutro e nos estudos de prova dinâmica da coluna cervical. Três tipos de fratura são identificados: fratura horizontal ou neutra com o traço de fra-

tura passando na base do odontóide, podendo apresentar uma luxação anterior ou posterior (Tipo II N); fratura obliqua anterior com traço de fratura obliqua e luxação anterior do odontóide (Tipo II A) e as fraturas obliqua posterior com traço de fratura obliqua e luxação posterior do odontóide (Tipo II P) (Fig 1).

Segundo essa classificação são consideradas lesões instáveis as fraturas que já apresentam luxação do odontóide na radiografia simples da coluna cervical em perfil ou nas provas dinâmicas feitas após a primeira semana do trauma. A direção do traço de fratura é determinada pelo mecanismo da lesão. As fraturas Tipo II A ocorrem em virtude de flexão cervical, ao passo que as fraturas Tipo II P são decorrentes de uma extensão cervical<sup>9</sup>. As fraturas Tipo II P estão mais associadas a lesão neurológica e pseudoartrose, quando comparadas com as fraturas Tipo II A<sup>1,10,11</sup>.

A fixação anterior do odontóide com parafuso foi feita inicialmente por Nakanish e col.<sup>6</sup> em agosto de 1978, no Japão. Independentemente e sem o conhecimento do trabalho prévio Magerl<sup>12</sup>, em janeiro de 1979, descreveu o mesmo procedimento na Suíça. Bohler<sup>13</sup>, em 1982, na Áustria, publicou sua série de 15 pacientes popularizando esta técnica. Após este período, vários autores têm realizado este procedimento com resultados satisfatórios<sup>5,8,9,14-17</sup>.

Para tentar esclarecer as controvérsias existentes na literatura com relação ao tratamento das fraturas do odontóide Tipo II, revisamos as indicações, complicações e os resultados de 15 pacientes submetidos a fixação anterior direta do odontóide com parafuso para o tratamento das fraturas Tipo II.

## MÉTODOS

Entre junho de 1998 e junho de 2001, 15 pacientes consecutivos, com fratura tipo II do odontóide, foram tratados pelo mesmo cirurgião (FLRD) usando-se fixação anterior direta do odontóide com parafuso no Hospital Biocor em Belo Horizonte, como aprovado pela comissão de ética do Hospital. Foram 13 homens e 2 mulheres, com idade variando entre 14 e 74 anos. A causa mais frequente da lesão foi, em 10 casos, acidente automobilístico, seguido de queda da própria altura em 3 casos, além de um paciente com trauma crânio-encefalico (TCE), e uma vítima de queda de cavalo. Em 7 pacientes, o diagnóstico da fratura não foi obtido na fase aguda do trauma, mas todos os pacientes foram operados até 4 semanas após o trauma. No pré-operatório, todos os pacientes foram submetidos a radiografias e tomografia da coluna cervical, mas apenas 5 fizeram ressonância magnética.

Todos os pacientes apresentaram sinais e sintomas locais: cervicalgia estava presente em 15 casos; rigidez cervical em 8, torcicolo em 5, fraqueza no pescoço com

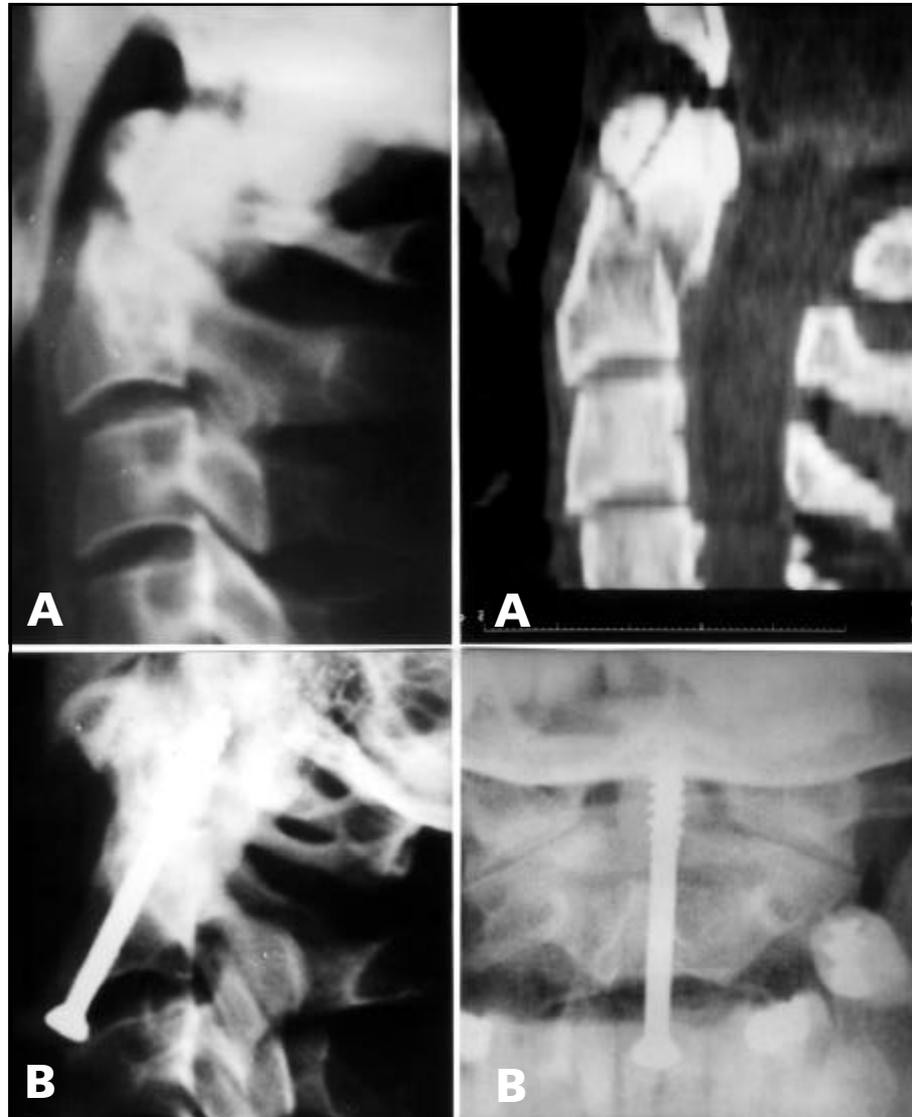


Fig 2. Radiografia simples e tomografia: pré-operatório de uma fratura Tipo II P (A). Controle pós-operatório desta fratura (B).

instabilidade em 2 casos. Apenas 2 pacientes apresentavam déficit motor, sendo um caso com síndrome centro-medular com diparesia e o outro com paresia braquial unilateral. Em todos os pacientes foi usado apenas um parafuso canulado. Um colar cervical tipo Miami foi mantido no pós-operatório por período mínimo de 12 semanas, sendo programado controle pós-operatório com radiografia da coluna cervical em perfil e transoral no primeiro dia do pós-operatório. Novos controles radiológicos foram realizados após 30, 60, 90 e 180 dias. A consolidação óssea foi considerada satisfatória na presença de pontes ósseas e ausência de movimentos do odontóide em manobras de flexão e extensão da coluna cervical. Segundo a classificação de Roy-Camille, 9 fraturas foram do Tipo II P e 6 do Tipo II N. Todos os pacientes apresentavam luxação do odontóide superior a 2 mm. Tração tipo Gardner foi usada em 4 pacientes no pré-operatório para a estabilização cervical inicial da fratura.

#### *Técnica cirúrgica*

O procedimento cirúrgico é feito com o paciente em decúbito dorsal, mantendo a boca aberta, a cabeça permanecendo reta em extensão, colocando-se um coxim sob os ombros. É necessário que a fratura tenha sido reduzida previamente ou mesmo que a redução seja feita no per-operatório, pois é contra-indicação absoluta a utilização desse método em uma fratura não reduzida. É realizada abordagem clássica para hérnia de disco cervical por uma via anterior ao nível C4-C5, por meio de incisão linear em uma prega cervical, chegando-se até o espaço C2-C3, com uso de dois afastadores para exposição do campo. Preferencialmente, dois intensificadores de imagem devem ser usados nas posições de perfil e ântero-posterior (AP) durante o procedimento. O orifício inicial é feito na porção inferior, medial do corpo de C2 após ter sido retirada uma pequena porção do disco C2-C3 e uma parte antero-superior do corpo de C3, indo em direção à ponta do

odontóide, usando-se um drill com uma broca de 2,8 mm. Após a realização do orifício, é retirada a broca e introduzido um fio de Kirschner fino que irá servir como guia para o parafuso. Em seguida é introduzido o parafuso canulado de 3,5 mm de tamanho variável entre 35 e 45 mm. O ideal é que o parafuso atinja a camada cortical superior do odontóide. O fio guia é retirado, sendo feitos movimentos de flexão e extensão na coluna cervical para confirmar a estabilidade imediata da fixação.

## RESULTADOS

**Taxa de fusão** - O período de acompanhamento foi de 6 a 36 meses (média 20 meses). Todos os pacientes foram monitorados com radiografia simples no pós-operatório e 6 foram submetidos a tomografia em torno do sexto mês para visualizar a fusão óssea (Fig 2). Trabéculas ósseas foram visualizadas a partir de 12 semanas. Documentação radiológica da fusão óssea no local da fratura foi obtida no período de 24 semanas em 94% dos pacientes. Apenas um paciente apresentou uma união fibrosa. Todos os pacientes apresentaram excelentes resultados clínicos, com melhora dos sintomas locais. Os dois pacientes que apresentavam déficit motor no pré-operatório obtiveram melhora parcial, mas continuam em tratamento fisioterápico.

**Complicações** - Um paciente apresentou parafuso mal posicionado, diagnosticado no controle radiológico feito no pós-operatório. O parafuso estava posicionado lateralmente ao odontóide e foi necessário ser reposicionado no segundo dia de pós-operatório.

## DISCUSSÃO

O tratamento dos vários tipos de fratura do odontóide ainda é controverso, não existindo um consenso na literatura. Julien e col.<sup>18</sup>, recentemente, em uma meta análise a respeito do tratamento das fraturas do odontóide, concluíram que o tratamento conservador com imobilização cervical por 6 a 8 semanas, constitui o método inicial apropriado para as fraturas Tipo I e III do odontóide. Esse mesmo estudo não foi conclusivo com relação ao tratamento ideal para as fraturas Tipo II. Clark e col.<sup>4</sup>, fizeram estudo multicêntrico em que os vários tipos de tratamento nas fraturas do odontóide foram avaliados e verificaram que em todas as fraturas Tipo II, que não receberam nenhum tipo de tratamento, o índice de sucesso foi nulo.

Relatos de sucesso com uso de halo/Minerva nas fraturas Tipo II variam de 50 a 91%<sup>4,10</sup>. A alta taxa de falha no tratamento conservador tem sido relacionada a vários fatores. Alguns são indicadores de mau

prognóstico: grau de luxação maior que 4 a 6 mm; tipo de fratura; luxação posterior do odontóide e idade do paciente maior que 40-65 anos. Suplência arterial precária, contato limitado entre as partes fraturadas, tempo prolongado de tração e redução inadequada da fratura, também estão associados com mau prognóstico, quando o tratamento conservador é realizado<sup>4,8</sup>.

O tratamento cirúrgico mais usado nas fraturas Tipo II é a fixação cervical posterior C1-C2, apresentando altas taxas de fusão entre 90 e 100% , mas com sacrifício da mobilidade cervical, reduzindo em 50% a rotação cervical e 10% a flexão-extensão, com taxas de morbidade de 5 a 19%<sup>5,17,19</sup>. Os procedimentos cirúrgicos de fixação cervical posterior são métodos indiretos de artrodese, lesando estruturas normais para promover a estabilidade, o que pode aumentar a dor no pós-operatório. Esses procedimentos podem ser utilizados nas fraturas Tipo II A e nos casos em que há uma contra-indicação para a fixação anterior do odontóide (Tabela 1).

Nas séries publicadas na literatura, de pacientes submetidos à fixação anterior do odontóide com parafuso para tratamento das fraturas Tipo II e Tipo III (Tabela 2), a taxa média de fusão foi de 96% (75 a 100%). Apresentaram 6,6% de complicações, sendo a complicação mais comum a saída do parafuso em 2,6%, seguida da quebra do parafuso em 1,2%, parafuso mal posicionado em média 1% nestas séries<sup>3-9,11,13-18,20-30</sup>.

Tabela 1. Indicações e contra-indicações da fixação anterior direta do odontóide com parafuso.

Indicações	
	Fratura Tipo II N
	Fratura Tipo II P
	Falha no tratamento conservador nas fraturas Tipo III rostral
Contra-indicações	
Absolutas	
	Fraturas Tipo II A
	Lesão do ligamento transverso-atlantal
	Fratura Tipo III com traço oblíquo anterior
	Associação com fratura de Jefferson
	Fraturas não alinhadas
	Fraturas patológicas
	Fraturas antigas > 18 meses
Relativas	
	Osteoporose
	Fratura Tipo III com extensão para o corpo de C2
	Pescoço curto
	Cifose torácica

Tabela 2. Séries na literatura de fixação anterior do odontóide com parafuso.

Autores (Ref)	Tipo de fratura - número	Taxa de fusão (%)	Complicações
Nakanish e col. 1982 (6)	Tipo II - 22	90 (agudo) 50 (crônico)	
Bohler 1982 (13)	Tipo II - 8 Tipo III - 7	100 (agudo e crônico) 100 (agudo e crônico)	1 migração do parafuso ( reoperação)
Clark e col. 1985 (4)	Tipo II -18 Tipo II - 5	88 (agudo) e 100 (crônico) 100 (agudo) 66 (crônico)	2 migrações de parafusos, 1 óbito
Lesoin e col. 1987 (11)	Tipo II - 5 Tipo III - 1	90 (agudo) 100 (crônico) 100	
Borne e col. 1987 (16)	Tipo II - 9	100	2 óbitos
Fugi e col. 1988 (5)	Tipo II - 8 Tipo II - 2	86 (agudo) 100 (crônico) 100 (agudo e crônico)	2 complicações técnicas ( não união)
Pentelenyi e col. 1988 (28)	Tipo II - 4	100	
Aebi 1989 (14)	Tipo II - 15 Tipo III - 2	93 50	1 fratura e duas 2 migrações do parafuso, 1 óbito, 1 hematoma
Von Recum e col. 1989 (30)	Tipo II - 10	100 (agudo e crônico)	1 infecção, 1 óbito
Geisler e col. 1989 (9)	Tipo II - 9	100	2 óbitos
Esses e col. 1991 (23)	Tipo II - 8 Tipo II - 2	100 100	1 parafuso mal posicionado, 1 óbito
Montesano e col. 1991 (21)	Tipo II - 14	86 (agudo) 100 (crônico)	2 parafusos mal posicionados,1 óbito
Jeanneret e col. 1991 (25)	Tipo II - 7 Tipo III - 9	100	1 óbito
Chang e col. 1994 (22)	Tipo II - 12	100	
Dickman e col. 1995 (17)	Tipo II - 14	100	
Rainov e col. 1996 (7)	Tipo II - 32 Tipo III - 2	100 (agudo) 50 (crônico) 100	4 complicações com o parafuso
Chiba e col. 1996 (3)	Tipo II - 35 Tipo III -10	100 100	
Konstantinou e col.1997(27)	Tipo II - 32	91	2 migrações e 1 parafuso mal posicionado
Jenkins e col. 1998 (26)	Tipo II - 42	81	2 fraturas do parafuso
Subach e col. 1999 (8)	Tipo II - 26	96	1 parafuso mal posicionado, 1 redução inadequada
Morandi e col. 1999 (20)	Tipo II - 17	94	1 migração do parafuso
Henry e col. 1999 (24)	Tipo II - 29 Tipo III - 52	92 92	2 reoperação para fixação posterior
Suchumel e col. (29)	Tipo II - 37 Tipo III - 4	90 90	1 migração e uma quebra de parafuso ( 2 reoperações)
Apfelbaum e col. 2000 (15)	Tipo II - 138 Tipo III - 9	91 91	3 quebras e 5 saídas do parafuso,1 óbito
Dantas e col. 2001(presente série)	Tipo II - 15	94	1 parafuso mal posicionado (reoperação)

Na série em estudo não houve quebra nem saída do parafuso. Como já foi mencionado, apenas um paciente necessitou ser reoperado para reposicionamento do parafuso, que se encontrava lateralmente ao odontóide, mas com bom resultado posteriormente.

Os riscos associados à fixação anterior do odontóide com parafusos estão ligados diretamente à técnica e às indicações cirúrgicas.

Apfelbaum e col.<sup>15</sup>, na maior série publicada na literatura, em que apresentam 147 pacientes, apenas dois fatores foram diretamente relacionados com maus resultados: as fraturas Tipo II A e as fraturas crônicas com mais de 18 semanas. De um modo geral, em sua maioria as complicações estão relacionadas à redução incompleta da fratura, com persistência da angulação posterior da fratura; ao local incorreto da entrada do parafuso, quando colocado erroneamente na porção anterior do corpo de C2, em vez de ser introduzido na porção inferior, e finalmente, quando é introduzido o parafuso com excessiva angulação posterior.

Não há consenso na literatura quanto ao limite de idade do paciente para ser submetido a este método. Subach e col.<sup>8</sup> consideram 60 anos como limite de idade já que, em sua série de 26 pacientes, 4 estavam acima desta faixa etária e apresentaram 25% de não união. Admite-se que os maus resultados da fixação anterior nesta faixa etária estejam relacionados à osteoporose e à rigidez cervical que dificulta um bom posicionamento do parafuso. Na nossa série, não houve influência entre idade e resultado clínico, fato encontrado também em outras séries<sup>8,9,15,28</sup>.

Três requisitos básicos são necessários para o paciente ser considerado um bom candidato à fixação anterior do odontóide. O primeiro é a integridade do ligamento transverso-atlantal<sup>8</sup>, que pode ser visto diretamente no exame de ressonância magnética ou, indiretamente, na radiografia simples e na tomografia, observando-se luxação das massas laterais de C1 > 7 mm na incidência transoral ou ausência de sinal de tecido mole no local habitual do ligamento ou mesmo uma fratura-avulsão das massas laterais de C1, vista na tomografia. O segundo requisito é a redução da fratura com alinhamento dos fragmentos, o que pode ser feito no pré ou per operatório. A realização da fixação anterior em fraturas não alinhadas pode levar a perda da redução da fratura e perda da angulação posteriormente<sup>22</sup>. O terceiro e último requisito básico é o tipo de fratura. Considera-se contra-indicação absoluta o uso desta técnica em fraturas Tipo II A<sup>9,15</sup>. A fixação anterior do odontóide com parafuso foi descrita originalmen-

te utilizando-se dois parafusos<sup>6,13</sup>. Posteriormente, estudos biomecânicos feitos em cadáver e estudos comparando clinicamente a utilização de um ou dois parafusos demonstraram que não há diferença clínica, biomecânica ou radiológica com relação ao uso de um ou dois parafusos. Estudos anatômicos demonstraram que é necessário um diâmetro transversal mínimo do odontóide de 9 mm para que se possa acomodar dois parafusos de 3,5 mm; contudo, investigações radiológicas demonstraram que 66% dos pacientes não apresentam este diâmetro<sup>26</sup>. Nós usamos apenas um parafuso canulado e consideramos o risco de introduzir o segundo parafuso maior que o seu benefício.

A fixação anterior do odontóide com parafuso nos parece ser um bom método terapêutico, pois fixa diretamente a fratura, preserva a mobilidade cervical C1-C2, apresenta alta taxa de fusão com baixa taxa de complicações. Esse método restaura imediatamente somente 50% da estabilidade do odontóide, devendo ser utilizada uma imobilização no pós-operatório com colar tipo Miami-Jordan mantida por cerca de três a quatro meses, quando é obtida a fusão óssea<sup>8</sup>.

## CONCLUSÃO

O tratamento das fraturas agudas do odontóide Tipo II com parafuso anterior mostrou-se um método eficaz. Fusão óssea de 94%, com 6% de complicação nesta série, é comparada favoravelmente com outras séries na literatura.

O sucesso dessa técnica depende da seleção apropriada do paciente, de cuidados técnicos no per-operatório, da imobilização no pós-operatório, da experiência do cirurgião e do respeito rigoroso às indicações e contra-indicações desta técnica.

**Agradecimentos** - Agradeço aos colegas neurocirurgiões que contribuíram com esta série: Dr. Jorge Paranhos, Santa Casa de São João Del Rey; Dr. Márcio Nobre, Santa Casa de Montes Claros; Dr. Eduardo Palhares e Dr. Bruno Costa, Hospital Municipal de Betim, MG.

## REFERÊNCIAS

1. Roy-Camille R, De La Caffiniere JH, Saillant G. Traumatisme du rachis cervical supérieur C1-C2. Paris: Masson, 1973:51-55.
2. Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. J Bone Joint Surg 1974;56A:1663-1674.
3. Chiba K, Fujimura Y, Toyama Y, et al. Treatment protocol for fractures of the odontoid process. J Spinal Disord 1996;9:267-276.
4. Clark CR, White AA. Fractures of the dens. J Bone Joint Surg 1985; 67A:1340-1348.
5. Fuji E, Kobayashi K, Hirabayashi K. Treatment in fractures of the odontoid process. Spine 1988;28:604-609.
6. Nakanish T, Sasaki T, Tokita N. Internal fixation for the odontoid fracture. Orthop Trauma Surg 1980;23:399-406.

7. Rainov NG, Heideche V, Burkert W. Direct anterior fixation of odontoid fracture with a hollow spreading screw system. *Acta Neurochir (Wien)* 1996;138:146-153.
8. Subach BR, Morone MA, Haid RW, et al. Management of acute fractures with single screw anterior fixation. *Neurosurgery* 1999;45:812-820.
9. Geisler FH, Cheng C, Poka A, Brumback R. Anterior screw fixation of posteriorly displaced type II odontoid fractures. *Neurosurgery* 1989;25:30-38.
10. Ekong CE, Schwartz ML, Tator CH, et al. Odontoid fracture: management with early mobilization using the halo device. *Neurosurgery* 1981;9:631-637.
11. Lesoin F, Austricque M, Franz K, Villette L, Jomin M. Transcervical approach and screw fixation for upper cervical spine pathology. *Surg Neurol* 1987;27:459-465.
12. Groob D, Magerl F. Operative stabilisierung bei fracture von C1 und C2. *Orthopade* 1987;16:46-54.
13. Böhler J. Anterior stabilization for acute fractures and non-union of the dens. *J Bone Joint Surg* 1982;64:18-27.
14. Aebi M, Etter C, Coscia M. Fractures of the odontoid process: treatment with screw fixation. *Spine* 1982;14:1065-1070.
15. Apfelbaum RI, Lonser RR, Veres R, Casey A. Direct anterior screw fixation for recent and remote odontoid fractures. *J Neurosurg (Spine 2)* 2000;93:227-236.
16. Borne GM, Bedou GL, Pinadeau M, Cristino G, Hussein A. Odontoid process fracture osteosynthesis with a direct screw fixation technique in nine consecutive cases. *J Neurosurg* 1988;68:223-226.
17. Dickman CA, Foley KT, Sonntag VKH, et al. Cannulated screw for odontoid fixation and atlantoaxial transarticular screw fixation: technical note. *J Neurosurg* 1995;83:1095-1100.
18. Julien TD, Frankel B, Traynelis VC, Ryken TC. Evidence-based analysis of odontoid fracture management. *Neurosurg Focus* 2000;8:1-6.
19. Dickman CA, Sonntag VK, Papadoulos SM, Hadley MN. The interspinous method of posterior atlanto-axial arthodesis. *J Neurosurg* 1991;74:190-198.
20. Morandi X, Hanna A, Hamlat A, Brassier G. Anterior screw fixation of odontoid fractures. *Surg Neurol* 1999;51:236-240.
21. Montesano PX, Anderson PA, Schler F, Thalgott JS, Lowrey G. Odontoid fractures treated by screw fixation. *Spine* 1990;(Suppl 16):S33-S37.
22. Chang K, Liu Y, Cheng P. One Herbert double-threaded compression screw fixation of displaced type II odontoid fractures. *J Spinal Disord* 1994;7:62-69.
23. Esses SI, Bednar DA. Screw fixation of odontoid fractures and nonunion. *Spine* 1991;(Suppl 16):S483-S485.
24. Henry AD, Grosse A. Fixation of odontoid by an anterior screw. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:472-477.
25. Jeanneret B, Vernet O, Frei S, Margel F. Atlanto-axial mobility after screw fixation of the odontoid: a computed tomographic study. *J Spinal Disord* 1991;4:203-211.
26. Jenkins JD, Coric D, Branch C Jr. A clinical comparison of one-and two screw odontoid fixation. *J Neurosurg* 1998;89:366-367.
27. Konstantinou D, Levi AD, Sonntag VKH, Dickman CA. Odontoid screw fixation. *BNI Q* 1997;13:14-19.
28. Pentelenyi T, Szarvas I, Bodrogi L. Screw fixation for the odontoid fracture. *Orthop Trans* 1982;6:176-183.
29. Suchomel P, Taller S, Lukas R, Frolich R. Surgical treatment of fractures of the odontoid process. *Rozhl Chir* 2000;79:301-308.
30. von Recum AF, Barth E. Implant infection. *J Invest Surg* 1989;2:351-352.