



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DO PORTO

João Ricardo Dias Oliveira Neves
Cirurgia Minimamente Invasiva em Fraturas da Coluna

Mestrado Integrado em Medicina

Área: Ortopedia e Traumatologia

Trabalho efetuado sob a Orientação de:

Drº Nuno Silva de Morais Neves

setembro, 2012

FMUP

Eu, João Ricardo Dias Oliveira Neves, abaixo assinado, nº mecanográfico 020801196, estudante do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina, na Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste projeto de opção.

Neste sentido, confirmo que **NÃO** incorri em plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria de um determinado trabalho intelectual, ou partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores, foram referenciadas, ou redigidas com novas palavras, tendo colocado, neste caso, a citação da fonte bibliográfica.

Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 11/09/2012

Assinatura: _____

Nome: João Ricardo Dias Oliveira Neves

Endereço eletrónico: nevesj@hotmail.com **Telefone ou Telemóvel:** 914658421

Número do Bilhete de Identidade: 12650007

Título da Dissertação/Monografia

Cirurgia Minimamente Invasiva em Fraturas da Coluna

Orientador:

Dr. Nuno Silva de Morais Neves

Ano de conclusão: 2012

Designação da área do projeto:

Ortopedia e Traumatologia

É autorizada a reprodução integral desta Monografia para efeitos de investigação e de divulgação pedagógica, em programas e projetos coordenados pela FMUP.

Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, 11/09/2012

Assinatura: _____

Agradecimentos

Ao Dr. Nuno Silva de Moraes Neves, por ter aceite orientar esta monografia, por toda a paciência e disponibilidade, pela ajuda na definição do objeto de estudo, pela exigência de método e rigor, pela revisão crítica de texto, pelos comentários, esclarecimentos e sugestões.

Agradeço também aos meus pais a força e incentivo que me deram nos momentos mais complicados que me motivaram sempre a dar o meu melhor na realização desta monografia.

Índice:

Resumo	2
Abstract	3
Introdução	4
Objectivos	4
Métodos	5
Abordagem	5
Classificação de Fraturas	6
Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos convencionais	7
Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos min. invasivos	8
Resultados	8
Discussão	11
Conclusões	13
Referências	14

Resumo

O tratamento cirúrgico em fraturas da coluna é um procedimento globalmente utilizado e que tem resultados comprovados. Os métodos convencionais de cirurgia aberta apresentam eficácia satisfatória, mas estão associados a morbidade e complicações importantes. As novas técnicas minimamente invasivas tentam colmatar esse problema.

O objectivo deste trabalho é a avaliação da eficácia e segurança do tratamento cirúrgico minimamente invasivo em pacientes com fraturas da coluna, comparativamente às alternativas convencionais.

Uma revisão de artigos publicados, entre 2000 e 2012, foi efetuada, na tentativa de avaliar o estado atual em que se encontra o tratamento cirúrgico minimamente invasivo de fraturas da coluna.

Pouca informação literária foi encontrada sobre o assunto, pelo que a avaliação de dados se restringiu a sete estudos sobre o tema, apenas dois dos quais de nível de evidência III. É demonstrado que a eficácia de tratamento é idêntica. No entanto, há uma melhoria significativa quanto a perda de sangue, internamento hospitalar e diminuição de dor pós-operatória.

Avaliação clínica demonstra uma melhoria ligeira nos pacientes submetidos a cirurgia minimamente invasiva, mas não significativamente relevante.

Estudos mais longos e mais criteriosos são necessários para avaliar o verdadeiro benefício deste procedimento.

Palavras chave: cirurgia minimamente invasiva, cirurgia da coluna, fraturas da coluna e fraturas toracolombares.

Abstract

The surgical treatment of spine fractures spine is a procedure used globally and has proven results. Conventional open surgical procedures exhibit satisfactory effectiveness, but are associated with significant morbidity and complications, so that new minimally invasive techniques attempt to overcome this problem.

The aim of this study is to evaluate the efficacy and safety of minimally invasive surgical treatment for patients with spine fractures, compared to conventional alternatives.

A review of articles published between 2000 and 2012, was performed in an attempt to assess the current state of minimally invasive surgery regarding spine fractures treatment.

Little information was found in literature on the subject, therefore our search was restricted to seven studies, on the subject, only two of which level III evidence.

It is demonstrated that the treatment effectiveness is identical. However there is a significant improvement in blood loss, hospital stay and decreased postoperative pain.

Clinical evaluation demonstrates a slight improvement in patients undergoing minimally invasive surgery, but not significantly relevant.

Longer and more insightful studies are needed to assess the true benefit of this procedure.

Keywords: minimally invasive surgery, spine surgery, spine fractures and thoracolumbar fractures

Introdução

As fraturas toracolombares são uma patologia comum com uma incidência de 18 a 30 casos por 100.000 habitantes/ano.(13,14) A maior parte dos pacientes com lesão de coluna são homens jovens entre os 15 e 24 anos de idade e indivíduos de idade superior a 50 anos.(5, 15)

As causas mais comuns no grupo etário mais novo são os acidentes de viação, quedas, feridas por arma de fogo e lesões desportivas. Nos idosos, as quedas são a causa mais comum.(15)

As fraturas secundárias a agressão por arma de fogo formam um grupo à parte e são abordadas de forma diferente.

A maioria das fraturas da coluna toracolombar são estáveis e passíveis de tratamento conservador.

As fraturas toracolombares são lesões com grande impacto social e clínico. Os pacientes com lesão vertebral, além da diminuição de mobilidade podem ter a função respiratória alterada, por paralisia dos nervos intercostais. A mobilização de secreções e aspirações frequentes são também causa de infeções respiratórias.(15)

A complicação mais grave é a paraplegia, em que o paciente fica preso a uma cadeira de rodas e totalmente dependente dos outros.

Os pacientes perdem capacidades que diminuem drasticamente a sua qualidade de vida. As relações com a família e os amigos são afetadas e a dificuldade de lidar com a nova realidade provoca distúrbios emocionais.

Objectivos

O principal objectivo desta monografia visa avaliar a eficácia e segurança do tratamento cirúrgico minimamente invasivo em pacientes com fraturas da coluna, comparativamente às alternativas convencionais.

Métodos

Esta monografia foi elaborada a partir da análise e estudo de artigos originais disponíveis na base de dados PubMed-MEDLINE com as palavras-chave: *minimally invasive surgery; spine surgery; spine fractures e thoracolumbar fractures*.

Foram encontrados 125 artigos. Foi restrita a procura, excluindo artigos dedicados a vertebroplastia e cifoplastia, tumores vertebrais e osteoporose. Selecionados apenas os que relatam comparação de tratamentos cirúrgico minimamente invasivo em fraturas da coluna com tratamento convencional por cirurgia aberta. Apenas sete corresponderam ao critério de inclusão.

Abordagem

Em todas as vítimas de traumatismo, deve-se suspeitar de lesão da coluna vertebral até que a lesão seja excluída.

Na abordagem inicial é necessário excluir outras lesões que possam pôr em risco a vida do doente, avaliar se há dano neurológico, determinar qual o mecanismo de lesão e se a coluna pode ainda funcionar como estrutura de suporte de cargas.

Uma pesquisa radiológica detalhada é também essencial para a detecção e diagnóstico de todas as lesões e dessa forma orientar o tratamento mais adequado.(4)

O objectivo do tratamento passa por garantir o alinhamento assim como a estabilidade vertebral e prevenir a perda de capacidades neurológicas, se não estiverem já afetadas.

O conceito de três colunas de Denis(19,20) pode ser aplicado para uma classificação simples da lesão e definir a integridade estrutural e estabilidade da coluna.

Em fraturas estáveis, causadas por compressão e definidas por lesão na coluna anterior, com coluna média e posterior intactas, o tratamento conservador é o mais adequado, com controlo analgésico, repouso e imobilização externa recorrendo a uma órtese rígida,

por períodos de oito a doze semanas, capaz de controlar a movimentação e manter o alinhamento na zona da fratura.

As complicações associadas ao tratamento conservador são o desenvolvimento de cifose, úlceras de pressão por decúbito prolongado e comprometimento neurológico tardio.

Fraturas de três colunas são classificadas de instáveis, pela total falta de integridade estrutural que apresentam.

No caso das fraturas de duas colunas há uma maior indefinição e dificuldade na sua classificação exata. Exames radiológicos estáticos são pobres na avaliação de uma estrutura biomecânica tão complexa, sendo vantajoso os estudos dinâmicos para melhor determinar a gravidade das lesões.

Em fraturas instáveis, com ou sem lesão neurológica, o tratamento conservador normalmente não é suficiente, sendo de considerar a intervenção cirúrgica, como método de maior eficácia, de forma a recuperar o correto alinhamento e estabilidade. (7)

Lesão neurológica, diminuição da altura do corpo vertebral $\geq 50\%$, ruptura do complexo ligamentar posterior, aumento da distância interpedicular, diminuição do canal vertebral, mesmo sem lesão neurológica são critérios para intervenção cirúrgica.

O tratamento cirúrgico destaca-se do conservador por garantir estabilidade imediata, melhor alinhamento sagital, melhor restauro da altura do corpo vertebral, assim como do diâmetro do canal vertebral.(5)

Classificação de Fraturas da Coluna AO (Magerl et al)

Para uma melhor abordagem e tratamento das lesões, é necessária uma linguagem comum que permita a identificação e classificação das mesmas.

Nesse sentido, várias escalas têm sido utilizadas ao longo dos anos.

A mais comum tem sido a classificação de Magerl que se baseia na gravidade da lesão, gravidade essa, definida pelos achados morfológicos, prognósticos de sucesso no tratamento e na possibilidade de lesão neurológica. (8,21)

É composta por 3 tipos base:

Tipo A - Compressão

A1 - Compactadas

A2 - Split (separação)

A3 – Explosão

Tipo B - Distensão

B1 - Lesão posterior ligamentar

B2 - Lesão posterior óssea

B3 - Lesão anterior – hiper extensão

Tipo C - Rotação

C1 - Tipo A + rotação

C2 - Tipo B + rotação

C3 - Cisalhamento – rotação

Os três tipos básicos de fraturas são classificados em grupos e subgrupos com base na morfologia mais detalhada da fratura, permitindo uma descrição mais precisa.

Existe progressão da gravidade da fratura nessa classificação, de modo que a gravidade aumenta do Tipo A para o Tipo C e dentro dos grupos e subgrupos, considerando-se, também, a instabilidade e o prognóstico das lesões.

Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos convencionais

Apesar das intervenções cirúrgicas serem amplamente utilizadas e apresentarem resultados comprovados, estão relatadas complicações importantes.

Abordagens anteriores, sejam trans-tóricas, ou trans-diafragmáticas estão associadas a pós-operatórios particularmente dolorosos, disfunção da cintura escapular, comprometimento respiratório e perigo de tromboembolismos venosos profundos(4).

Abordagem posterior pela linha média está associada a elevada taxa de morbidade devido à extensa lesão muscular causada pela retração das fibras, provocando mesmo desnervação e isquemia. Complicações essas que provocam atrofia muscular, diminuição do tônus com conseqüente diminuição da capacidade de extensão, e dor a curto e a longo prazo.(3,4,6,7)

Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos minimamente invasivos

Na tentativa de contrariar as morbidades acima descritas, as técnicas cirúrgicas minimamente invasivas aplicadas a fraturas da coluna começam a ser utilizadas, demonstrando uma redução significativa da morbidade e mortalidade.(1,2,4,5,7,11,12) Suas principais vantagens são a diminuição das vias de acesso à lesão, redução da manipulação das estruturas e órgãos sobre os quais a intervenção incide e evita, durante toda a intervenção, uma exposição indesejável do segmento do corpo operado ao ar e ao ambiente extra-corporal.(10) Desta forma, promove menor morbidade associada, pós-operatório menos doloroso, internamento mais curto, recuperação e regresso à atividade profissional mais rapidamente e ainda menor taxa de infecção. Nas pequenas incisões necessárias, que habitualmente não ultrapassam os 2 cms, o cirurgião procede à dilatação das fibras longitudinais dos músculos paravertebrais, sem romper as suas inserções. Desta forma as fibras recuperam a sua forma e tônus original, deixando cicatrizes pouco visíveis e com baixa incidência de hérnias incisionais. Além disso, este tipo de lesões surge habitualmente em pacientes politraumatizados, sendo a menor manipulação bastante benéfica.(9)

Por outro lado, a cirurgia minimamente invasiva tem ainda limitações importantes. Desde logo, requer uma curva de aprendizagem mais longa e mais aprofundada, exige formação especializada e equipamento específico, implicando custos mais elevados. Outra limitação resulta de, através destas técnicas, não ser possível o acesso a todos os níveis vertebrais, nomeadamente às vértebras superiores devido ao estreitamento torácico. Também as inserções diafragmáticas impedem a visualização dos níveis mais caudais.(4)

Resultados

Wild et al(11) e Wang et al(12) estudaram retrospectivamente dois grupos com fraturas toracolombares, um grupo submetido a cirurgia minimamente invasiva e outro a métodos convencionais de cirurgia aberta.

Os critérios de inclusão para cirurgia minimamente invasiva nos estudos revistos foram fraturas toracolombares simples tipo A3 na escala AO, associados a ângulos de cifose superior a 15° ou diminuição do canal em mais de 20%, em pacientes com idades compreendidas entre 18 e os 60 anos.

Foram excluídos pacientes com lesões do complexo ligamentar posterior e do arco vertebral. Pacientes com danos neurológicos foram também excluídos, pois necessitam de descompressão posterior da medula espinhal que impossibilita a técnica minimamente invasiva.

Tabela 1. Análise demográfica estudo de Wang et al(12)

	C. Aberta	CMI
Número de Pacientes	21	17
Idade	45.0 (37-61) anos	41.6 (28-54) anos
Classificação AO	A1-11 pacientes A2- 9 pacientes A3-1 paciente	A1-6 pacientes A2- 4 pacientes A3-7 pacientes
Sexo masculino	85.7%	76.5%

Tabela 2. Análise demográfica Wild et al(11)

	C. Aberta	CMI
Número de Pacientes	11	10
Idade	49.1 anos	33.5 anos
Classificação AO	não especificado	Fraturas tipo A
Sexo masculino	63.6%	90%

Apenas dois estudos apresentaram nível de evidência III, não havendo estudos nível I e II sobre o tema referido.

Com base nos estudos de Wang et al(12) e Wild et al (11) analisamos comparativamente os pacientes submetidos a cirurgia minimamente invasiva e pelo método clássico de cirurgia aberta.

Tabela 3. Eficácia cirúrgica e pós operatória.

	Wang et al (12)		Wild et al (11)	
	CMI	C. Aberta	CMI	C. Aberta
Perda de sangue operatória, ml	83.5±51.8	304.8±209.1	194.4±72.6	380±198.9
Perda de sangue pós-operatória, ml	14.4±4.3	350.1±198.9	155.6±35.0	441.1±162.3
Tempo de cirurgia, min	97.1±15.3	161.0±72.5	87.4	80.9
Exposição a radiação, min	nd	nd	5.7	3.1
Internamento, dias	11.1±3.8	22.9±14.1	nd	nd

nd: dados não divulgados

Vários critérios radiográficos foram também avaliados:

No estudo de Wild et al, a correção do ângulo do corpo vertebral foi 7.7° no grupo de CMI e 12.2° no grupo de C. aberta. É de considerar a diferença pré operatória dos dois grupos; a média de ângulo no grupo CMI era de -13.7° e no grupo de C. aberta de -18.1°. O estudo de Wang et al avaliou também este parâmetro, sendo a média de correção de cifose de 6.6°±4.0 no grupo CMI e de 7.9°±4.9 no grupo de C. aberta (P=.396).

No estudo de Wang et al, a correção do ângulo sagital de Cobb apresentou valores de 10.3°±6.1 no grupo CMI e 9.3°±7.3 no grupo de C. aberta (P=.651). A correção da altura anterior do corpo vertebral, 21.0% ± 11.8 no CMI e 28.6% ± 18.7 no C. aberta (P=.155). A correção da altura posterior do corpo vertebral, 4.4% ± 3.2 no grupo CMI e de 6.2% ± 4.8 no C. aberta (P=.196).

Na avaliação de dor no pós-operatório, pela escala VAS, foram registrados valores de 1,5cm para o grupo CMI e 2.2cm para o grupo C. aberta. No entanto é aceite que apenas diferenças de mais de 2cm são significativamente relevantes (23).

Outros critérios clínicos foram avaliados. Segundo a escala de Hannover Spine Score, obtiveram-se valores de 84.8 no grupo CMI e 78 no de C. aberta. No questionário SF-36, os valores foram de 59.1 no grupo CMI e 50 no de C. aberta (P=.069).

Os resultados foram ligeiramente melhores no grupo CMI, embora em nenhum deles se alcançou significância estatística.(11,12)

De realçar ainda que em ambos os estudos são referidas complicações, unicamente em pacientes sujeitos a C. aberta. Segundo Wang et al, em 2.1% dos pacientes, a instrumentação ficou mal colocada. Segundo Wild et al, 11.8% dos pacientes apresentaram deiscência da sutura incisional e 5.9% sofreram um episódio de trombose venosa profunda.

Discussão

Desde que Roy-Camille et al(24), relatou a aplicação de fixadores internos, para o tratamento de fraturas toracolombares, em 1963, a cirurgia à coluna muito evoluiu.

Apesar disso, os métodos convencionais de cirurgia aberta continuam associados a taxas elevadas de morbidade e complicações.(2,5,6,7,9,11,12)

Com as novas técnicas minimamente invasivas procura-se contrariar essas estatísticas, diminuindo as consequências nefastas.

A ausência de estudos nível I e nível II limitou e fragilizou as conclusões alcançadas, impedindo uma avaliação mais ampla sobre o tema. Apenas dois estudos nível III foram encontrados, e neles se basearam as principais conclusões alcançadas.

A predominância dos pacientes do sexo masculino coincidiu com os dados encontrados por Baranski, Van Beek e Defino.(16,17,18) A explicação pode ser encontrada em razões profissionais e comportamentais.

Analisando os resultados dos estudos acima referenciados, as principais vantagens encontradas na cirurgia minimamente invasiva, são a redução de perda de sangue, de

dor pós-operatória e de dias de internamento. Vantagens essas que estão em conformidade com os resultados obtidos em outros campos que utilizam a cirurgia minimamente invasiva.

São avanços particularmente importantes para os pacientes mais idosos e/ou com comorbilidades associadas.

As técnicas minimamente invasivas normalmente exigem intervenções mais demoradas, mas o tempo cirúrgico relatado foi semelhante nos dois grupos. Considera-se que tal se deve ao facto do encerramento das incisões se dar mais rapidamente, pela sua pequena dimensão.

Apesar da grande diferença de valores de exposição a radiação, quase o dobro do tempo na CMI, não foi encontrada significância estatística devido ao pequeno número de membros do grupo, assim como a grande disparidade de resultados.(11)

A eficácia do tratamento, avaliada pela diminuição do ângulo do corpo da vértebra fraturada, do ângulo sagital de Cobb e restauro na altura do corpo da vértebra, é semelhante nos dois grupos e nos dois estudos, não tendo portanto significância estatística, estando os resultados alcançados pela cirurgia minimamente invasiva estão ao nível dos métodos convencionais.

Na avaliação clínica, os resultados da Hanover-Spine Score e os formulários SF-36 apresentam marginais vantagens do grupo CMI, sem no entanto serem estatisticamente relevantes. A explicação sugerida por Wild et al para a semelhança de resultados entre os dois grupos, dever-se-ia ao facto de no grupo CMI os pacientes serem de idade mais avançada, o que teria influenciado negativamente o preenchimento subjectivo dos questionários de avaliação. Outro factor a ter em consideração é o baixo número de pacientes no grupo de estudo, e a inclusão de politraumatizados no estudo, o que torna menos confiável o feedback do paciente em relação a uma lesão específica.

A referência a casos de deficiente colocação de fixadores e outras complicações no apenas no grupo de C. aberta pode ser explicada pela seleção criteriosa de pacientes para CMI e pelo nível vertebral onde as intervenções são efetuadas.

Conclusões

Técnicas de cirurgia minimamente invasiva fornecem eficácia semelhante às técnicas convencionais, mas demonstram melhores resultados em relação a perda de sangue, dor pós-operatória e internamento.

Apesar disso a informação disponível é ainda insuficiente, e mais estudos são necessários para avaliar corretamente, e a longo prazo as conclusões encontradas.

Referências

1. M. Reinhold, C. Knop, R. Beisse, L. Audigé, F Kandziora, A. Pizanis, R. Pranzl, E. Gercek, M. Shultheiss, A. Weckbach, V. Buhren, M. Blauth. Operative Treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of The German Association of Trauma Surgery In: *Eur Spine Journal* 2010 19:1657-1676
2. Ralph J. Mobbs, Praveenan Sivabalan, Jane Li. Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies. *J Clin Neurosci.* 2012 Jun;19(6):829-35. Epub 2012
3. Dr. Daniel WK Ng. Minimally Invasive Spine Surgery. *The Hong Kong Medical Diary* 2006 no.12 vol.11
4. Justin S. Smith, PhD., Alfred T. Ogden, M.D., and Richard G. Fessler, Ph.D. Minimally invasive posterior thoracic fusion. In: *Neurosurg Focus* agosto 2008 vol. 25 (2):E9
5. Wen-Fei Ni, Yi-Xing Huang, Yong-Long Chi, Hua-Zi Xu, Yan Lin, Xiang-Yang Wang, Qi-Shan Huang, Fang-Min Mao, Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Neurologic Intact Thoracolumbar Burst Fractures. In *Journal Spinal Disord Tech* 2010 vol.23 530-537
6. Kong Hwee Lee, Wai Mun Yue, William Yeo, Henry Soeharno, Seang Beng Tan. Clinical and radiological outcomes of open versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion In: *Eur Spine Journal Eur Spine J.* 2012 Mar 28. [Epub ahead of print]
7. G. Barbanti Bròdano, S. Colangeli, L. Babbi, A. Gasbarrini, S. Bandiera, S. Terzi, C. Griffoni, M. Di Fiore, L. Boriani, A. Corgui, S. Boriani. Osteoporotic vertebral fractures: a disabling and expensive disease of our century. A minimally invasive surgical technique to reduce the pain, the hospitalization, and restore the function In: *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2011vol. 15 1473-1477
8. Max Aebi, M.D. Classification of thoracolumbar fractures and dislocations. *Eur Spine Journal* 2010vol. 19 (suppl 1):S2-S7
9. David J. Hart, MD. Minimally Invasive Spine Surgery: Current Perspectives. *Neurological Institute Journal* 2008

-
10. Faiz Ahmad, Jonathan D. Sherman, Michael Y. Wang. Percutaneous Trans-Facet Screws for Supplemental Posterior Cervical Fixation: Technical Case Report. 2012 Epub World Neurosurgery
 11. Michael H. Wild Markus Glees, Corinna Plieschnegger, Klaus Wenda. Five-year follow-up examination after purely minimally invasive posterior stabilization of thoracolumbar fractures: a comparison of minimally invasive percutaneously and conventionally open treated patients. *Archive of Orthopaedic and Trauma Surgery* 2007 127:335-343
 12. Wang HW, Li CQ, Zhou Y, et al (2010) Percutaneous pedicle screw fixation through the pedicle of fractured vertebra in the treatment of type A thoracolumbar fractures using Sextant system : an analysis of 38 cases. *Chin J Traumatology*; 13(3):137-145
 13. Hu R, Mustard CA, Burns C 1996 Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population. *Spine* 1996; 21(4)
 14. Janson KA, Blomqvist P, Svedmark P, et al (2010) Thoracolumbar vertebral fractures in Sweden: an analysis of 13,496 patients admitted to hospital. *Eur J Epidemiol*; 25(6):431-437
 15. Bobby K-B Tay, William W. Colman; Sigurd Bevern; Roger Fontes Jr. *Current Surgical Diagnostic and Treatment, Orthopedics* 2003
 16. Baransky M, Krocza S. Fractures of thoracic of lumbar spine: treatment and follow up. *Ann Transplant* 2000;4:3-4.
 17. Beek EJ. Upper thoracic spinal fractures. *Injury* 2000;31(4):219-23.
 18. Defino HL, Rodríguez-Fuente AE. Treatment of fractures of the thoracolumbar spine by combined anteroposterior fixation using the harms methods. *Eur Spine* 1998;7(3):187-94.
 19. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 8:817-831, 1983
 20. Denis F: Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop Rel Res* 189:65, 1984
 21. Gertzbein SD: Spine update: Classification of thoracic and lumbar fractures. *Spine* 1994 19:626-628,
 22. Horowitz MB, Moossy JJ, Julian T, Ferson PF, Huneke K: Thoracic discectomy using video assisted thoracoscopy. *Spine* 19:1082-1086, 1994

-
23. Ostelo RW, de Vet HC Clinically important outcomes in low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*; 2005 19(4):593-607
 24. Roy-Camille R Judet J, Zerah JC, Saillant G Fractures of the cervical spine: fracture-separation of the articular column. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1970 Mar;56(2):155-64

Índice:

Resumo	2
Abstract	3
Introdução	4
Objectivos	4
Métodos	5
Abordagem	5
Classificação de Fraturas	6
Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos convencionais	7
Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos min. invasivos	8
Resultados	8
Discussão	11
Conclusões	13
Referências	14

Resumo

O tratamento cirúrgico em fraturas da coluna é um procedimento globalmente utilizado e que tem resultados comprovados. Os métodos convencionais de cirurgia aberta apresentam eficácia satisfatória, mas estão associados a morbidade e complicações importantes. As novas técnicas minimamente invasivas tentam colmatar esse problema.

O objectivo deste trabalho é a avaliação da eficácia e segurança do tratamento cirúrgico minimamente invasivo em pacientes com fraturas da coluna, comparativamente às alternativas convencionais.

Uma revisão de artigos publicados, entre 2000 e 2012, foi efetuada, na tentativa de avaliar o estado atual em que se encontra o tratamento cirúrgico minimamente invasivo de fraturas da coluna.

Pouca informação literária foi encontrada sobre o assunto, pelo que a avaliação de dados se restringiu a sete estudos sobre o tema, apenas dois dos quais de nível de evidência III. É demonstrado que a eficácia de tratamento é idêntica. No entanto, há uma melhoria significativa quanto a perda de sangue, internamento hospitalar e diminuição de dor pós-operatória.

Avaliação clínica demonstra uma melhoria ligeira nos pacientes submetidos a cirurgia minimamente invasiva, mas não significativamente relevante.

Estudos mais longos e mais criteriosos são necessários para avaliar o verdadeiro benefício deste procedimento.

Palavras chave: cirurgia minimamente invasiva, cirurgia da coluna, fraturas da coluna e fraturas toracolombares.

Abstract

The surgical treatment of spine fractures spine is a procedure used globally and has proven results. Conventional open surgical procedures exhibit satisfactory effectiveness, but are associated with significant morbidity and complications, so that new minimally invasive techniques attempt to overcome this problem.

The aim of this study is to evaluate the efficacy and safety of minimally invasive surgical treatment for patients with spine fractures, compared to conventional alternatives.

A review of articles published between 2000 and 2012, was performed in an attempt to assess the current state of minimally invasive surgery regarding spine fractures treatment.

Little information was found in literature on the subject, therefore our search was restricted to seven studies, on the subject, only two of which level III evidence.

It is demonstrated that the treatment effectiveness is identical. However there is a significant improvement in blood loss, hospital stay and decreased postoperative pain.

Clinical evaluation demonstrates a slight improvement in patients undergoing minimally invasive surgery, but not significantly relevant.

Longer and more insightful studies are needed to assess the true benefit of this procedure.

Keywords: minimally invasive surgery, spine surgery, spine fractures and thoracolumbar fractures

Introdução

As fraturas toracolombares são uma patologia comum com uma incidência de 18 a 30 casos por 100.000 habitantes/ano.(13,14) A maior parte dos pacientes com lesão de coluna são homens jovens entre os 15 e 24 anos de idade e indivíduos de idade superior a 50 anos.(5, 15)

As causas mais comuns no grupo etário mais novo são os acidentes de viação, quedas, feridas por arma de fogo e lesões desportivas. Nos idosos, as quedas são a causa mais comum.(15)

As fraturas secundárias a agressão por arma de fogo formam um grupo à parte e são abordadas de forma diferente.

A maioria das fraturas da coluna toracolombar são estáveis e passíveis de tratamento conservador.

As fraturas toracolombares são lesões com grande impacto social e clínico. Os pacientes com lesão vertebral, além da diminuição de mobilidade podem ter a função respiratória alterada, por paralisia dos nervos intercostais. A mobilização de secreções e aspirações frequentes são também causa de infeções respiratórias.(15)

A complicação mais grave é a paraplegia, em que o paciente fica preso a uma cadeira de rodas e totalmente dependente dos outros.

Os pacientes perdem capacidades que diminuem drasticamente a sua qualidade de vida. As relações com a família e os amigos são afetadas e a dificuldade de lidar com a nova realidade provoca distúrbios emocionais.

Objectivos

O principal objectivo desta monografia visa avaliar a eficácia e segurança do tratamento cirúrgico minimamente invasivo em pacientes com fraturas da coluna, comparativamente às alternativas convencionais.

Métodos

Esta monografia foi elaborada a partir da análise e estudo de artigos originais disponíveis na base de dados PubMed-MEDLINE com as palavras-chave: *minimally invasive surgery; spine surgery; spine fractures* e *thoracolumbar fractures*.

Foram encontrados 125 artigos. Foi restrita a procura, excluindo artigos dedicados a vertebroplastia e cifoplastia, tumores vertebrais e osteoporose. Selecionados apenas os que relatam comparação de tratamentos cirúrgico minimamente invasivo em fraturas da coluna com tratamento convencional por cirurgia aberta. Apenas sete corresponderam ao critério de inclusão.

Abordagem

Em todas as vítimas de traumatismo, deve-se suspeitar de lesão da coluna vertebral até que a lesão seja excluída.

Na abordagem inicial é necessário excluir outras lesões que possam pôr em risco a vida do doente, avaliar se há dano neurológico, determinar qual o mecanismo de lesão e se a coluna pode ainda funcionar como estrutura de suporte de cargas.

Uma pesquisa radiológica detalhada é também essencial para a detecção e diagnóstico de todas as lesões e dessa forma orientar o tratamento mais adequado.(4)

O objectivo do tratamento passa por garantir o alinhamento assim como a estabilidade vertebral e prevenir a perda de capacidades neurológicas, se não estiverem já afetadas.

O conceito de três colunas de Denis(19,20) pode ser aplicado para uma classificação simples da lesão e definir a integridade estrutural e estabilidade da coluna.

Em fraturas estáveis, causadas por compressão e definidas por lesão na coluna anterior, com coluna média e posterior intactas, o tratamento conservador é o mais adequado, com controlo analgésico, repouso e imobilização externa recorrendo a uma órtese rígida,

por períodos de oito a doze semanas, capaz de controlar a movimentação e manter o alinhamento na zona da fratura.

As complicações associadas ao tratamento conservador são o desenvolvimento de cifose, úlceras de pressão por decúbito prolongado e comprometimento neurológico tardio.

Fraturas de três colunas são classificadas de instáveis, pela total falta de integridade estrutural que apresentam.

No caso das fraturas de duas colunas há uma maior indefinição e dificuldade na sua classificação exata. Exames radiológicos estáticos são pobres na avaliação de uma estrutura biomecânica tão complexa, sendo vantajoso os estudos dinâmicos para melhor determinar a gravidade das lesões.

Em fraturas instáveis, com ou sem lesão neurológica, o tratamento conservador normalmente não é suficiente, sendo de considerar a intervenção cirúrgica, como método de maior eficácia, de forma a recuperar o correto alinhamento e estabilidade. (7)

Lesão neurológica, diminuição da altura do corpo vertebral $\geq 50\%$, ruptura do complexo ligamentar posterior, aumento da distância interpedicular, diminuição do canal vertebral, mesmo sem lesão neurológica são critérios para intervenção cirúrgica.

O tratamento cirúrgico destaca-se do conservador por garantir estabilidade imediata, melhor alinhamento sagital, melhor restauro da altura do corpo vertebral, assim como do diâmetro do canal vertebral.(5)

Classificação de Fraturas da Coluna AO (Magerl et al)

Para uma melhor abordagem e tratamento das lesões, é necessária uma linguagem comum que permita a identificação e classificação das mesmas.

Nesse sentido, várias escalas têm sido utilizadas ao longo dos anos.

A mais comum tem sido a classificação de Magerl que se baseia na gravidade da lesão, gravidade essa, definida pelos achados morfológicos, prognósticos de sucesso no tratamento e na possibilidade de lesão neurológica. (8,21)

É composta por 3 tipos base:

Tipo A - Compressão

A1 - Compactadas

A2 - Split (separação)

A3 – Explosão

Tipo B - Distensão

B1 - Lesão posterior ligamentar

B2 - Lesão posterior óssea

B3 - Lesão anterior – hiper extensão

Tipo C - Rotação

C1 - Tipo A + rotação

C2 - Tipo B + rotação

C3 - Cisalhamento – rotação

Os três tipos básicos de fraturas são classificados em grupos e subgrupos com base na morfologia mais detalhada da fratura, permitindo uma descrição mais precisa.

Existe progressão da gravidade da fratura nessa classificação, de modo que a gravidade aumenta do Tipo A para o Tipo C e dentro dos grupos e subgrupos, considerando-se, também, a instabilidade e o prognóstico das lesões.

Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos convencionais

Apesar das intervenções cirúrgicas serem amplamente utilizadas e apresentarem resultados comprovados, estão relatadas complicações importantes.

Abordagens anteriores, sejam trans-tóricas, ou trans-diafragmáticas estão associadas a pós-operatórios particularmente dolorosos, disfunção da cintura escapular, comprometimento respiratório e perigo de tromboembolismos venosos profundos(4).

Abordagem posterior pela linha média está associada a elevada taxa de morbidade devido à extensa lesão muscular causada pela retração das fibras, provocando mesmo desnervação e isquemia. Complicações essas que provocam atrofia muscular, diminuição do tônus com conseqüente diminuição da capacidade de extensão, e dor a curto e a longo prazo.(3,4,6,7)

Tratamento de Fraturas: métodos cirúrgicos minimamente invasivos

Na tentativa de contrariar as morbidades acima descritas, as técnicas cirúrgicas minimamente invasivas aplicadas a fraturas da coluna começam a ser utilizadas, demonstrando uma redução significativa da morbidade e mortalidade.(1,2,4,5,7,11,12) Suas principais vantagens são a diminuição das vias de acesso à lesão, redução da manipulação das estruturas e órgãos sobre os quais a intervenção incide e evita, durante toda a intervenção, uma exposição indesejável do segmento do corpo operado ao ar e ao ambiente extra-corporal.(10) Desta forma, promove menor morbidade associada, pós-operatório menos doloroso, internamento mais curto, recuperação e regresso à atividade profissional mais rapidamente e ainda menor taxa de infecção. Nas pequenas incisões necessárias, que habitualmente não ultrapassam os 2 cms, o cirurgião procede à dilatação das fibras longitudinais dos músculos paravertebrais, sem romper as suas inserções. Desta forma as fibras recuperam a sua forma e tônus original, deixando cicatrizes pouco visíveis e com baixa incidência de hérnias incisionais. Além disso, este tipo de lesões surge habitualmente em pacientes politraumatizados, sendo a menor manipulação bastante benéfica.(9)

Por outro lado, a cirurgia minimamente invasiva tem ainda limitações importantes. Desde logo, requer uma curva de aprendizagem mais longa e mais aprofundada, exige formação especializada e equipamento específico, implicando custos mais elevados. Outra limitação resulta de, através destas técnicas, não ser possível o acesso a todos os níveis vertebrais, nomeadamente às vértebras superiores devido ao estreitamento torácico. Também as inserções diafragmáticas impedem a visualização dos níveis mais caudais.(4)

Resultados

Wild et al(11) e Wang et al(12) estudaram retrospectivamente dois grupos com fraturas toracolombares, um grupo submetido a cirurgia minimamente invasiva e outro a métodos convencionais de cirurgia aberta.

Os critérios de inclusão para cirurgia minimamente invasiva nos estudos revistos foram fraturas toracolombares simples tipo A3 na escala AO, associados a ângulos de cifose superior a 15° ou diminuição do canal em mais de 20%, em pacientes com idades compreendidas entre 18 e os 60 anos.

Foram excluídos pacientes com lesões do complexo ligamentar posterior e do arco vertebral. Pacientes com danos neurológicos foram também excluídos, pois necessitam de descompressão posterior da medula espinhal que impossibilita a técnica minimamente invasiva.

Tabela 1. Análise demográfica estudo de Wang et al(12)

	C. Aberta	CMI
Número de Pacientes	21	17
Idade	45.0 (37-61) anos	41.6 (28-54) anos
Classificação AO	A1-11 pacientes A2- 9 pacientes A3-1 paciente	A1-6 pacientes A2- 4 pacientes A3-7 pacientes
Sexo masculino	85.7%	76.5%

Tabela 2. Análise demográfica Wild et al(11)

	C. Aberta	CMI
Número de Pacientes	11	10
Idade	49.1 anos	33.5 anos
Classificação AO	não especificado	Fraturas tipo A
Sexo masculino	63.6%	90%

Apenas dois estudos apresentaram nível de evidência III, não havendo estudos nível I e II sobre o tema referido.

Com base nos estudos de Wang et al(12) e Wild et al (11) analisamos comparativamente os pacientes submetidos a cirurgia minimamente invasiva e pelo método clássico de cirurgia aberta.

Tabela 3. Eficácia cirúrgica e pós operatória.

	Wang et al (12)		Wild et al (11)	
	CMI	C. Aberta	CMI	C. Aberta
Perda de sangue operatória, ml	83.5±51.8	304.8±209.1	194.4±72.6	380±198.9
Perda de sangue pós-operatória, ml	14.4±4.3	350.1±198.9	155.6±35.0	441.1±162.3
Tempo de cirurgia, min	97.1±15.3	161.0±72.5	87.4	80.9
Exposição a radiação, min	nd	nd	5.7	3.1
Internamento, dias	11.1±3.8	22.9±14.1	nd	nd

nd: dados não divulgados

Vários critérios radiográficos foram também avaliados:

No estudo de Wild et al, a correção do ângulo do corpo vertebral foi 7.7° no grupo de CMI e 12.2° no grupo de C. aberta. É de considerar a diferença pré operatória dos dois grupos; a média de ângulo no grupo CMI era de -13.7° e no grupo de C. aberta de -18.1°. O estudo de Wang et al avaliou também este parâmetro, sendo a média de correção de cifose de 6.6°±4.0 no grupo CMI e de 7.9°±4.9 no grupo de C. aberta (P=.396).

No estudo de Wang et al, a correção do ângulo sagital de Cobb apresentou valores de 10.3°±6.1 no grupo CMI e 9.3°±7.3 no grupo de C. aberta (P=.651). A correção da altura anterior do corpo vertebral, 21.0% ± 11.8 no CMI e 28.6% ± 18.7 no C. aberta (P=.155). A correção da altura posterior do corpo vertebral, 4.4% ± 3.2 no grupo CMI e de 6.2% ± 4.8 no C. aberta (P=.196).

Na avaliação de dor no pós-operatório, pela escala VAS, foram registrados valores de 1,5cm para o grupo CMI e 2.2cm para o grupo C. aberta. No entanto é aceite que apenas diferenças de mais de 2cm são significativamente relevantes (23).

Outros critérios clínicos foram avaliados. Segundo a escala de Hannover Spine Score, obtiveram-se valores de 84.8 no grupo CMI e 78 no de C. aberta. No questionário SF-36, os valores foram de 59.1 no grupo CMI e 50 no de C. aberta (P=.069).

Os resultados foram ligeiramente melhores no grupo CMI, embora em nenhum deles se alcançou significância estatística.(11,12)

De realçar ainda que em ambos os estudos são referidas complicações, unicamente em pacientes sujeitos a C. aberta. Segundo Wang et al, em 2.1% dos pacientes, a instrumentação ficou mal colocada. Segundo Wild et al, 11.8% dos pacientes apresentaram deiscência da sutura incisional e 5.9% sofreram um episódio de trombose venosa profunda.

Discussão

Desde que Roy-Camille et al(24), relatou a aplicação de fixadores internos, para o tratamento de fraturas toracolombares, em 1963, a cirurgia à coluna muito evoluiu.

Apesar disso, os métodos convencionais de cirurgia aberta continuam associados a taxas elevadas de morbidade e complicações.(2,5,6,7,9,11,12)

Com as novas técnicas minimamente invasivas procura-se contrariar essas estatísticas, diminuindo as consequências nefastas.

A ausência de estudos nível I e nível II limitou e fragilizou as conclusões alcançadas, impedindo uma avaliação mais ampla sobre o tema. Apenas dois estudos nível III foram encontrados, e neles se basearam as principais conclusões alcançadas.

A predominância dos pacientes do sexo masculino coincidiu com os dados encontrados por Baranski, Van Beek e Defino.(16,17,18) A explicação pode ser encontrada em razões profissionais e comportamentais.

Analisando os resultados dos estudos acima referenciados, as principais vantagens encontradas na cirurgia minimamente invasiva, são a redução de perda de sangue, de

dor pós-operatória e de dias de internamento. Vantagens essas que estão em conformidade com os resultados obtidos em outros campos que utilizam a cirurgia minimamente invasiva.

São avanços particularmente importantes para os pacientes mais idosos e/ou com comorbilidades associadas.

As técnicas minimamente invasivas normalmente exigem intervenções mais demoradas, mas o tempo cirúrgico relatado foi semelhante nos dois grupos. Considera-se que tal se deve ao facto do encerramento das incisões se dar mais rapidamente, pela sua pequena dimensão.

Apesar da grande diferença de valores de exposição a radiação, quase o dobro do tempo na CMI, não foi encontrada significância estatística devido ao pequeno número de membros do grupo, assim como a grande disparidade de resultados.(11)

A eficácia do tratamento, avaliada pela diminuição do ângulo do corpo da vértebra fraturada, do ângulo sagital de Cobb e restauro na altura do corpo da vértebra, é semelhante nos dois grupos e nos dois estudos, não tendo portanto significância estatística, estando os resultados alcançados pela cirurgia minimamente invasiva estão ao nível dos métodos convencionais.

Na avaliação clínica, os resultados da Hanover-Spine Score e os formulários SF-36 apresentam marginais vantagens do grupo CMI, sem no entanto serem estatisticamente relevantes. A explicação sugerida por Wild et al para a semelhança de resultados entre os dois grupos, dever-se-ia ao facto de no grupo CMI os pacientes serem de idade mais avançada, o que teria influenciado negativamente o preenchimento subjectivo dos questionários de avaliação. Outro factor a ter em consideração é o baixo número de pacientes no grupo de estudo, e a inclusão de politraumatizados no estudo, o que torna menos confiável o feedback do paciente em relação a uma lesão específica.

A referência a casos de deficiente colocação de fixadores e outras complicações no apenas no grupo de C. aberta pode ser explicada pela seleção criteriosa de pacientes para CMI e pelo nível vertebral onde as intervenções são efetuadas.

Conclusões

Técnicas de cirurgia minimamente invasiva fornecem eficácia semelhante às técnicas convencionais, mas demonstram melhores resultados em relação a perda de sangue, dor pós-operatória e internamento.

Apesar disso a informação disponível é ainda insuficiente, e mais estudos são necessários para avaliar corretamente, e a longo prazo as conclusões encontradas.

Referências

1. M. Reinhold, C. Knop, R. Beisse, L. Audigé, F Kandziora, A. Pizanis, R. Pranzl, E. Gercek, M. Shultheiss, A. Weckbach, V. Buhren, M. Blauth. Operative Treatment of 733 patients with acute thoracolumbar spinal injuries: comprehensive results from the second, prospective, Internet-based multicenter study of the Spine Study Group of The German Association of Trauma Surgery In: *Eur Spine Journal* 2010 19:1657-1676
2. Ralph J. Mobbs, Praveenan Sivabalan, Jane Li. Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies. *J Clin Neurosci.* 2012 Jun;19(6):829-35. Epub 2012
3. Dr. Daniel WK Ng. Minimally Invasive Spine Surgery. *The Hong Kong Medical Diary* 2006 no.12 vol.11
4. Justin S. Smith, PhD., Alfred T. Ogden, M.D., and Richard G. Fessler, Ph.D. Minimally invasive posterior thoracic fusion. In: *Neurosurg Focus* agosto 2008 vol. 25 (2):E9
5. Wen-Fei Ni, Yi-Xing Huang, Yong-Long Chi, Hua-Zi Xu, Yan Lin, Xiang-Yang Wang, Qi-Shan Huang, Fang-Min Mao, Percutaneous Pedicle Screw Fixation for Neurologic Intact Thoracolumbar Burst Fractures. In *Journal Spinal Disord Tech* 2010 vol.23 530-537
6. Kong Hwee Lee, Wai Mun Yue, William Yeo, Henry Soeharno, Seang Beng Tan. Clinical and radiological outcomes of open versus minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion In: *Eur Spine Journal Eur Spine J.* 2012 Mar 28. [Epub ahead of print]
7. G. Barbanti Bròdano, S. Colangeli, L. Babbi, A. Gasbarrini, S. Bandiera, S. Terzi, C. Griffoni, M. Di Fiore, L. Boriani, A. Corgui, S. Boriani. Osteoporotic vertebral fractures: a disabling and expensive disease of our century. A minimally invasive surgical technique to reduce the pain, the hospitalization, and restore the function In: *European Review for Medical and Pharmacological Sciences* 2011vol. 15 1473-1477
8. Max Aebi, M.D. Classification of thoracolumbar fractures and dislocations. *Eur Spine Journal* 2010vol. 19 (suppl 1):S2-S7
9. David J. Hart, MD. Minimally Invasive Spine Surgery: Current Perspectives. *Neurological Institute Journal* 2008

-
10. Faiz Ahmad, Jonathan D. Sherman, Michael Y. Wang. Percutaneous Trans-Facet Screws for Supplemental Posterior Cervical Fixation: Technical Case Report. 2012 Epub World Neurosurgery
 11. Michael H. Wild Markus Glees, Corinna Plieschnegger, Klaus Wenda. Five-year follow-up examination after purely minimally invasive posterior stabilization of thoracolumbar fractures: a comparison of minimally invasive percutaneously and conventionally open treated patients. *Archive of Orthopaedic and Trauma Surgery* 2007 127:335-343
 12. Wang HW, Li CQ, Zhou Y, et al (2010) Percutaneous pedicle screw fixation through the pedicle of fractured vertebra in the treatment of type A thoracolumbar fractures using Sextant system : an analysis of 38 cases. *Chin J Traumatology*; 13(3):137-145
 13. Hu R, Mustard CA, Burns C 1996 Epidemiology of incident spinal fracture in a complete population. *Spine* 1996; 21(4)
 14. Janson KA, Blomqvist P, Svedmark P, et al (2010) Thoracolumbar vertebral fractures in Sweden: an analysis of 13,496 patients admitted to hospital. *Eur J Epidemiol*; 25(6):431-437
 15. Bobby K-B Tay, William W. Colman; Sigurd Bevern; Roger Fontes Jr. *Current Surgical Diagnostic and Treatment, Orthopedics* 2003
 16. Baransky M, Krocza S. Fractures of thoracic of lumbar spine: treatment and follow up. *Ann Transplant* 2000;4:3-4.
 17. Beek EJ. Upper thoracic spinal fractures. *Injury* 2000;31(4):219-23.
 18. Defino HL, Rodríguez-Fuente AE. Treatment of fractures of the thoracolumbar spine by combined anteroposterior fixation using the harms methods. *Eur Spine* 1998;7(3):187-94.
 19. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 8:817-831, 1983
 20. Denis F: Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma. *Clin Orthop Rel Res* 189:65, 1984
 21. Gertzbein SD: Spine update: Classification of thoracic and lumbar fractures. *Spine* 1994 19:626-628,
 22. Horowitz MB, Moossy JJ, Julian T, Ferson PF, Huneke K: Thoracic discectomy using video assisted thoracoscopy. *Spine* 19:1082-1086, 1994

-
23. Ostelo RW, de Vet HC Clinically important outcomes in low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*; 2005 19(4):593-607
 24. Roy-Camille R Judet J, Zerah JC, Saillant G Fractures of the cervical spine: fracture-separation of the articular column. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1970 Mar;56(2):155-64