



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA

Gibran Franzoni Rufca

**Fixação percutânea versus fixação aberta no tratamento de
fraturas da transição toracolumbar tipo A3 e A4 no adulto: revisão
sistemática e meta-análise**

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Anestesiologia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ramalho Romero

Botucatu
2023

Gibran Franzoni Rufca

Fixação percutânea versus fixação aberta no tratamento
de fraturas da transição toracolombar tipo A3 e A4 no
adulto: revisão sistemática e meta-análise

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista “
Júlio de Mesquita Filho”, Campus de
Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Anestesiologia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ramalho Romero

Botucatu - SP

2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Rufca, Gibran Franzoni.

Fixação percutânea versus fixação aberta no tratamento de fraturas da transição toracolombar tipo A3 e A4 no adulto : revisão sistemática e meta-análise / Gibran Franzoni Rufca. - Botucatu, 2023

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu

Orientador: Flavio Ramalho Romero

Capes: 40102084

1. Fraturas - Fixação. 2. Coluna vertebral - Cirurgia. 3. Redução aberta. 4. Qualidade de vida. 5. Dor. 6. Revisão.

Palavras-chave: Dor; Fraturas da coluna vertebral; Fusão vertebral; Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos; Qualidade de vida.

Gibran Franzoni Rufca

**FIXAÇÃO PERCUTÂNEA VERSUS FIXAÇÃO ABERTA NO TRATAMENTO DE
FRATURAS DA TRANSIÇÃO TORACOLOMBAR TIPO A3 E A4 NO ADULTO:
REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

Tese apresentada a Faculdade de Medicina da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Anestesiologia.

Orientador: Prof. Dr. Flavio Ramalho Romero

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Fernando Manuel Rana Filipe
Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto

Prof. Dr. Mauro Santos Volpi
Faculdade de Medicina de Botucatu - UNESP

Prof. Dr. Guilherme Antônio Moreira de Barros
Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP

Prof. Dr. Marcelo Ferraz de Campos
Faculdade de Medicina do ABC

Botucatu, 01 de março de 2023.

Dedicatória

Dedico esta tese de doutorado a Deus, que sempre esteve em primeiro lugar em minha vida e me guiou por todos os caminhos. Agradeço por Sua graça e misericórdia que me permitiram chegar até aqui.

Também dedico este trabalho à minha esposa Drielly, que sempre me apoiou e incentivou a não desistir, mesmo nos momentos mais difíceis. Agradeço por seu amor, paciência e compreensão em todas as fases deste processo.

Por fim, dedico esta tese às minhas filhas, Angelina e Joana, que são a minha maior inspiração. Espero que este trabalho possa servir como um exemplo para elas, mostrando que com esforço, dedicação e fé em Deus, é possível alcançar os nossos objetivos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao meu orientador, Dr. Flavio Ramalho Romero, por todo o tempo e esforço dedicados à minha pesquisa. Sua orientação, apoio e ensinamentos foram fundamentais para o sucesso deste trabalho. Agradeço por sua paciência, comprometimento e por sempre estar disponível para me ajudar.

Também gostaria de agradecer à Dra. Juliane de Campos Inácio Gazola, da Santa Casa de Ourinhos, por sua valiosa contribuição na seleção dos artigos incluídos neste estudo e pelo auxílio durante todo o processo de pesquisa. Sua ajuda foi fundamental para a conclusão deste trabalho.

Gostaria de estender meus agradecimentos aos professores da banca examinadora, que disponibilizaram seu tempo para avaliar meu trabalho e fizeram sugestões e correções valiosas. Agradeço por seus comentários construtivos, que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Por fim, gostaria de agradecer à Faculdade de Medicina de Botucatu, pela estrutura e pelos anos de ensinamentos que recebi durante a pós-graduação. Sou grato pela oportunidade de estudar nesta instituição e pelo suporte que recebi ao longo de minha jornada acadêmica. Este trabalho é um reflexo do que aprendi na faculdade e espero poder contribuir para o avanço do conhecimento nesta área.

A todos vocês, meu sincero obrigado!

Epígrafe

“Com sabedoria se constrói a casa,
e com discernimento se consolida. Pelo conhecimento
os seus cômodos se enchem
do que é precioso e agradável.”

Provérbios 24:3-4

Resumo

RESUMO

RUFCA, Gibran Franzoni. **Fixação percutânea versus fixação aberta no tratamento de fraturas da transição toracolumbar tipo A3 e A4 no adulto: revisão sistemática e metanálise**. 2023. 96f. Tese (Doutorado em Anestesiologia/Medicina) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2023.

Esta tese objetiva analisar, através de uma revisão sistemática, se a técnica de fusão da coluna minimamente invasiva é superior a fixação convencional para dor e qualidade de vida de pacientes vítimas de fraturas A3/A4 de transição toracolumbar. Os estudos foram encontrados nas bases de dados eletrônicas, MedLine, EMBASE, Cochrane, Scopus e Web of Science. Os critérios de elegibilidade foram: pacientes com faixa etária entre 18 e 70 anos, vítimas de fraturas traumáticas da coluna vertebral na transição toracolumbar (entre T11 e L2), classificadas em lesões A3 e A4, segundo classificação para fraturas toracolumbares da AOSpine e; submetidos à fixação convencional ou minimamente invasiva. Os desfechos foram redução da dor e melhora na qualidade de vida. Para estes desfechos foram estudados os resultados das seguintes escalas: Escala analógica visual de dor e índice de Oswestry. Para análise dos dados, utilizou-se o programa Review Manager e para avaliação da qualidade da evidência foi empregado o sistema GRADE. Dos artigos encontrados, 75 foram selecionados para leitura de título e resumo, dos quais 68 foram excluídos. Foram eleitos para leitura na íntegra 7 artigos, sendo que todos foram incluídos na revisão, totalizando 325 pacientes. Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo que realizou fixação aberta e grupo que realizou fixação percutânea. Para o desfecho de dor a chance de redução da dor foi maior no grupo da fixação percutânea comparado ao grupo da fixação aberta na escala analógica, mas, não no índice de Oswestry. Por se tratar de técnica com menor agressão de tecidos saudáveis e menor perda sanguínea, a fixação percutânea pode ser superior a fixação aberta, tanto para dor, quanto para qualidade de vida de pacientes vítimas de fraturas A3/A4 de transição toracolumbar. São necessários ensaios clínicos randomizados, controlados e padronizados que envolvam a comparação direta da fixação percutânea com a fixação aberta.

Palavras-chave: Fraturas da Coluna Vertebral, Traumatismos envolvendo a coluna vertebral, Procedimentos Cirúrgicos Minimamente Invasivos, Fusão Vertebral, Dor, Qualidade de Vida, Fixação.

ABSTRACT

RUFCA, Gibran Franzoni. **Percutaneous versus open fusion in the treatment of type A3 and A4 thoracolumbar transition fractures in the adult: systematic review and meta-analysis.** 2023. 96 pages. Thesis (Doctorate in Anesthesiology/Medicine) – Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2023.

This article aims to analyze, through a systematic review, whether minimally invasive fusion is superior to conventional fusion for pain and quality of life in patients with A3/A4 thoracolumbar transitional fractures. Studies were found in the following electronic databases: MedLine, EMBASE, Cochrane, Scopus, and Web of Science. The eligibility criteria were patients between 18 and 70 years of age, victims of traumatic spinal fractures in the thoracolumbar transition (between T11 and L2), classified as A3 and A4 injuries, according to the AOSpine classification for thoracolumbar fractures, and submitted to conventional or minimally invasive fusion. The outcomes were pain reduction and improvement in quality of life. For these outcomes, the results of the following scales were studied: Visual Analog Pain Scale and the Oswestry Index. The Review Manager program was used for data analysis, and the GRADE system was used to evaluate the quality of the evidence. From the articles found, seventy-five were selected for reading the title and abstract from which 68 were excluded. Seven articles were selected to be read in their entirety, and all were included in the review, totaling 325 patients. The patients were divided into two groups: the group that performed open fusion and the group that performed percutaneous arthrodesis. For the outcome of pain, the chance of pain reduction was greater in the percutaneous fusion group compared to the open fusion group on the analog scale, but not on the Oswestry Index. Because it is a technique with less aggression to healthy tissue and less blood loss, percutaneous fusion may be superior to open fusion for both pain and quality of life in patients with A3/A4 thoracolumbar transitional fractures. Randomized, controlled, standardized clinical trials involving direct comparison of percutaneous fusion with open fusion are needed.

Key Words: Spinal Fractures, Spinal Injuries, Minimally Invasive Surgical Procedures, Spinal Fusion, Pain, Quality of Life, Arthrodesis.

Lista de Figuras

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O corpo vertebral está organizado em sistemas trabeculares verticais e horizontais. As trabéculas verticais aceitam e transmitem cargas verticais de uma placa terminal para outra. Isoladamente, as colunas dobrariam facilmente sob carga, perdendo resistência (a). A flambagem dos pilares é evitada pela tensão das pontes trabeculares horizontais, que também dispersam parcialmente as cargas radialmente, reduzindo a carga direcionada na outra placa terminal (b).	26
Figura 2 - Modelo de três colunas de Louis, de C2 a L5, as cargas verticais se distribuem em três colunas formadas por juntas intercorporais e facetárias e dispostas em um triângulo com vértice anterior.	27
Figura 3 - (a e b) Forças vetoriais axiais, correndo ao longo ou anteriormente ao SBA geram um braço de alavanca e um momento fletor que concentram as tensões ventralmente, favorecendo o colapso vertebral anterior e o encunhamento. Quanto maior a cifose, maior o braço de momento, maior a concentração de tensões no corpo vertebral.	29
Figura 4 - Esquema de compressão do disco vertebral. A orientação vertical das lamelas anelares densamente compactadas confere ao anel fibroso interno uma rigidez de compressão intrínseca. Sob compressão, o AF é internamente travado pelo núcleo pulposo e as fibras anulares podem manter a orientação vertical evitando perda de rigidez.	29
Figura 5 – Classificação Magerl/AO das fraturas toracolumbares.	32
Figura 6 - Paciente do sexo masculino, 42 anos, com lesão por queda. (A) Fraturas de explosão em L1 na tomografia computadorizada sagital no momento da lesão. (B) Cerca de 50% de envolvimento do canal por fragmentos ósseos retropulsados na tomografia computadorizada axial no momento da lesão. (C,D) Radiografias simples após redução indireta e fusão instrumentada com abordagem posterior. (E) Tomografia computadorizada axial pós-operatória mostrando descompressão do canal por redução indireta.	41
Figura 7 - Paciente do sexo masculino, 31 anos, que sofreu lesão com cinto de segurança por acidente automobilístico. (A) Deformidade em cunha em T12, com aumento da distância inter espinhosa na tomografia computadorizada sagital (seta). (B) Lesão do complexo ligamentar posterior na ressonância magnética nuclear sagital com supressão de gordura em T2 (cabeça de seta). (C,D) Imagens radiográficas	

anteroposterior e perfil de lesão por distração em flexão, após a redução indireta e fusão instrumentada posterior usando a abordagem posterior.	44
Figura 8 - Paciente do sexo masculino, 47 anos, com lesão por fratura-luxação. (A) translação lateral de L3 comparada a L2 nas radiografias anteroposteriores (seta) logo após a lesão. (B) translação posterior de L3 para L2 na tomografia computadorizada sagital logo após a lesão. (C) fragmento ósseo dentro do canal medular na tomografia axial pré-operatória. (D) fragmentos ósseos não foram reduzidos após a redução e fusão instrumentada posterior (cabeça de seta). (E,F) radiografias anteroposterior e perfil, após remoção de fragmentos ósseos e fusão com cages por via anterior.	45
Figura 9 - Princípios básicos da osteossíntese.	47
Figura 10 - Aplicando o princípio da cinta com um aumento da neutralização. (a) Imagem de tomografia computadorizada 3D de um paciente diabético com espondilite anquilosante em tratamento de hemodiálise. (b) Abordagem anterior com autoenxerto tricortical intersomático na crista ilíaca por via anterior combinada com instrumentação posterior. A construção biomecânica é estável porque comprime anteriormente, mas estará sujeita a falhas posteriores se poucos níveis forem fixados devido à má ancoragem dos parafusos pediculares.	48
Figura 11 - Autoenxerto intersomático de fíbula que oferece bom suporte com compressão inter fragmentar dos enxertos entre as vértebras. Combinação com fusão via instrumentação pedicular posterior em 360°. Após mais de um ano de seguimento, os autoenxertos de fíbula são fundidos às vértebras, como pode ser observado.	49
Figura 12 - Fluxograma das publicações identificadas, avaliadas e incluídas na revisão realizada.	61
Figura 13 - Metanálise do desfecho redução da dor e a fixação, avaliada pela Escala Analógica da Dor.	65
Figura 14 - Funnel Plot do desfecho redução da dor e a fixação, avaliada pela Escala Analógica da Dor.	66
Figura 15 - Metanálise do desfecho redução da dor e a fixação, avaliada pelo Índice de Oswestry.	67
Figura 16 - Metanálise comparando a redução da dor após a realização de fixação aberta e percutânea, através da Escala Analógica da Dor.	67
Figura 17 - Metanálise comparando a redução da dor após a realização de fixação aberta e percutânea, através do Índice de Oswestry.	67

Lista de Quadros

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação original de TL AOSIS publicada por Vaccaro em 2015.34

Lista de Tabelas

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos estudos incluídos	62
Tabela 2 - Risco de viés dos estudos incluídos (🔴 alto, 🟢 baixo e 🟡 incerto).	64
Tabela 3 - Valores estatísticos da Escala Analógica da Dor dos estudos incluídos. .	65
Tabela 4 - Valores estatísticos do Índice de Oswestry da dor dos estudos incluídos.	66
Tabela 5 - Qualidade da evidência da dor utilizando a escala analógica da dor e o índice Oswestry, após fixação percutânea ou fixação aberta.	69

Sumário

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVO	22
3 REVISÃO DA LITERATURA	24
3.1 Fraturas Toracolombares	24
3.1.1 Classificação das Fraturas Toracolombares	30
3.1.2 Tratamento das Fraturas Toracolombares	36
3.1.2.1 Fraturas por compressão	36
3.1.2.2 Fratura de explosão.....	37
3.1.2.3 Lesão por flexão-distração	43
3.1.2.4 Lesão por fratura-luxação.....	44
3.2 Fixação Aberta e Percutânea	46
3.3 Dor e Qualidade de Vida	51
4 MATERIAIS E MÉTODOS	56
4.1 Abordagem metodológica	56
4.2 Critérios de elegibilidade.....	56
4.3 Fontes de informação	56
4.4 Estratégia de busca.....	57
4.5 Processo de coleta de dados e definição dos parâmetros de dor e qualidade de vida.....	57
4.6 Avaliação do risco de viés dos estudos.....	57
4.7 Medidas dos Efeitos e Quantificação da Heterogeneidade dos Estudos.....	58
4.8 Princípios éticos e consentimento informado.....	58
5 RESULTADOS.....	60
5.1 Resultados das Buscas na Literatura.....	60
5.2 Características dos Estudos Incluídos.....	62
5.3 Risco de Viés nos Estudos Incluídos	63
5.4 Efeito da Intervenção	64
5.4.1 Desfecho da redução da dor e a fixação	64
5.4.2 Qualidade da Evidência.....	68
6 DISCUSSÃO	71
7 CONCLUSÃO	75
8 REFERÊNCIAS.....	77

ANEXO	88
--------------------	-----------

Introdução

1 INTRODUÇÃO

O traumatismo raquimedular (TRM) é definido como a lesão por qualquer causa externa na coluna vertebral, incluindo ou não a medula ou as raízes nervosas, em qualquer dos seus segmentos (cervical, torácico, lombar ou sacral) (PAIVA; BROCK, 2011). No Brasil, a incidência de TRM é de 40 casos novos/ano/milhão de habitantes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013), sendo mais frequente no sexo masculino, adultos jovens e baixo nível de escolaridade (MORAIS et al., 2013). Aproximadamente 11.000 novos casos ocorrem todo ano nos Estados Unidos da América (EUA), sendo que, 250.000 pessoas neste país têm lesão medular associada. Em relação aos níveis anatômicos mais acometidos, 50% ocorrem nas regiões torácica e lombar. O custo estimado de uma lesão medular com déficit neurológico é de US\$ 200.000 para o primeiro ano de tratamento e, posteriormente, US\$ 21.000 anualmente. A expectativa de vida para os pacientes com lesões neurológicas é reduzida em 15 a 20 anos ("Vertebral Fracture Treatment & Management: Medical Therapy, Surgical Therapy, Follow-up", 2022).

As fraturas toracolumbares têm diversas classificações para o auxílio no diagnóstico e terapêutico, sendo que uma das mais utilizadas é a da *AOSpine Foundation*, que se baseia em três padrões de lesões: compressão (tipo A), tensão e distração (tipo B) e, translação e deslocamento (tipo C), sendo que cada grupo apresenta seus subtipos de acordo com o mecanismo de trauma e a presença de lesões ligamentares, discais e ósseas (VACCARO, 2013).

No tratamento das lesões toracolumbares, as indicações de cirurgia são divididas entre absolutas e relativas. No primeiro grupo estão: paraparesia incompleta e/ou progressiva, compressão medular ou radicular, deslocamento vertebral, cifose segmentar severa (maior que 30 graus) e lesões predominantemente ligamentares. No segundo encontram-se: lesões puramente ósseas, desejo de retorno precoce às atividades, prevenção de cifose secundária, presença de lesões concomitantes e facilitação nos cuidados de pacientes com déficit neurológico completo (BOOS; AEBI, 2008).

Os objetivos do tratamento cirúrgico são descompressão medular e estabilização da coluna vertebral. Diferentes técnicas cirúrgicas são descritas, incluindo abordagens posterior, anterior e combinada. No entanto, a seleção de uma técnica cirúrgica sobre a outra ainda é muito controversa. Fatores como risco

anestésico e cardiológico, morbidade, taxas de complicação, biomecânica vertebral, tipo de fratura, custos e experiência do cirurgião devem ser levados em conta na escolha da abordagem (RAJASEKARAN; KANNA; SHETTY, 2015).

Para alcançar estes objetivos, a abordagem posterior, com incisão da linha média e separação dos grupos musculares com descompressão através de laminectomia e fusão através de parafusos pediculares, hastes longitudinais e hastes transversais (*cross-link*), é uma das mais utilizadas pois proporciona tanto a descompressão como a estabilização da fratura, porém acompanhamento e estudos atuais mostram que esta técnica é associada a uma maior agressão tecidual, lesão muscular extensa, maior taxa de hemorragia e injúria ligamentar posterior, com chances de instabilidade pós-operatória (MCANANY et al., 2015).

Neste contexto, as técnicas minimamente invasivas de fixação têm sido cada vez mais utilizadas para o tratamento de fraturas toracolumbares, pois, segundo muitos autores, poderiam alcançar os mesmos objetivos de estabilização e correção biomecânica com menor lesão tecidual, em especial muscular e óssea, com menor perda sanguínea, reduzindo a ocorrência de morbidades e complicações, em especial nos pacientes idosos (YANG et al. 2012; MCANANY et al., 2015). Entretanto, essa técnica tem como crítica um risco maior de falta de fusão, longa curva de aprendizagem, a correção biomecânica insuficiente e o alto custo do instrumental (YANG et al., 2012).

A literatura atual, principalmente a nacional, comparando as duas técnicas é escassa. Dados favorecendo uma técnica sobre a outra são insuficientes, com baixo número de pacientes estudados, sem estudos clínicos randomizados, o que não permite abordagem estatística paramétrica ou multivariada, levando a resultados inconclusivos ou de baixo impacto clínico. Portanto, existe a necessidade de melhorar a qualidade das informações e de sintetizar as evidências científicas para fundamentar a tomada de decisão sobre a melhor abordagem cirúrgica para o tratamento do paciente vítima de traumatismo raquimedular toracolumbar.

Objetivo

2 OBJETIVO

Analisar, através de uma revisão sistemática, se fixação minimamente invasiva é superior a fixação convencional para dor e qualidade de vida de pacientes vítimas de fraturas A3/A4 de transição toracolumbar.

Revisão da Literatura

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Fraturas Toracolombares

A coluna toracolombar consiste na coluna torácica mais cefálica, sendo que as 10 vértebras superiores são fixadas com costelas, que se conectam com o esterno anteriormente a região toracolombar, sendo a coluna lombar inferior mais flexível (DIAZZ et al., 2007). O segmento toracolombar representa uma das grandes transições da caixa torácica menos móvel para a coluna lombar sendo, desta forma, a região mais envolvida com fraturas traumáticas da coluna vertebral.

A coluna torácica é a região menos móvel devido à estabilidade proporcionada pela caixa torácica. A coluna lombar, no entanto, torna-se menos rígida quanto mais se afasta da região torácica. Neste sentido, as condições degenerativas são mais prováveis de ocorrer distalmente, enquanto as lesões traumáticas são vistas mais superiormente na região toracolombar (WOOD et al., 2014). Lesões graves acima de L1 podem danificar a medula espinhal inferior, produzindo um quadro típico de paralisia do neurônio motor superior. Lesões muito abaixo de L1 - L2, no entanto, podem gerar uma paralisia do neurônio motor inferior (MEVES; AVANZI, 2006).

Um complexo de lesão exclusivo dessa área é a síndrome do cone medular, tipicamente associada a fraturas em L1, em que a ponta da medula espinhal abriga as células nervosas motoras superiores sacrais. Fraturas de explosão neste local podem resultar em paralisia do intestino e bexiga sacralmente inervados. Uma avaliação cuidadosa e meticulosa é necessária para qualquer lesão neste nível, pois o potencial de recuperação dos vários tecidos neurais varia consideravelmente (WOOD et al., 2014).

As fraturas da coluna vertebral representam uma categoria de lesões traumáticas com impacto significativo nos aspectos médicos e sociais da vida. Dentro desta categoria, as fraturas toracolombares formam uma subcategoria particular devido à sua localização com biomecânica específica – a transição da cifose fisiológica torácica (fixa) para lordose lombar (móvel) (OM, 2001). Lesões neste nível podem ter consequências graves como déficit motor completo/parcial, dor local ou cifose (SHARIF et al., 2021).

A incidência de lesões traumáticas toracolombares é variável dependendo da região e do país e o número de casos varia entre 6,4 e 11,7/milhão/ano nos Estados

Unidos e 2,4/milhão/ano na China, com uma incidência global de 3/milhões/ano, incluindo fraturas osteoporóticas (ZILELI; SHARIF; FORNARI, 2021). Dentro das fraturas da coluna vertebral, a localização toracolumbar está presente em mais da metade dos casos (58%) (LEUCHT et al., 2009). A localização mais comum é L1, seguida por T12 e L2, com o déficit neurológico afetando entre 25-45% dos casos (WANG et al., 2012).

O conhecimento da biomecânica espinhal facilita a compreensão do padrão das lesões, melhora a interpretação dos achados de imagem e promove a evolução e o refinamento dos sistemas de classificação que avaliam a gravidade dos traumas espinhais pela presença e grau de instabilidade. A coluna vertebral é uma estrutura multiarticular, composta por segmentos de movimento (SM), que são as menores unidades funcionais que incluem duas vértebras adjacentes unidas por disco e ligamentos (IZZO et al., 2013).

Em cada SM a resistência aos movimentos muda significativamente ao longo da amplitude de movimento (ADM): no início do movimento, há pouca resistência para o estado de frouxidão dos ligamentos e cápsulas (zona neutra: ZN). Ao final da ADM, tanto a tensão progressiva das restrições articulares quanto os contatos ósseos, aumentam a resistência e o esforço para prosseguir o movimento (zona elástica: ZE). A estabilidade é assegurada combinando tanto a liberdade de movimento articular quanto as resistências das articulações, isto é, enquanto uma articulação estável tem uma ZN limitada, uma articulação instável apresenta uma ZN aumentada, e uma relação ZN para ZE alterada, com frouxidão excessiva já no início do movimento (PANJABI, 1992). A qualidade do movimento é, portanto, alterada e pode resultar em instabilidade. Outro fator de estabilidade, atuando na coluna como um todo, é o equilíbrio sagital, baseado nas relações entre as curvas sagitais da coluna e entre estas e a pelve.

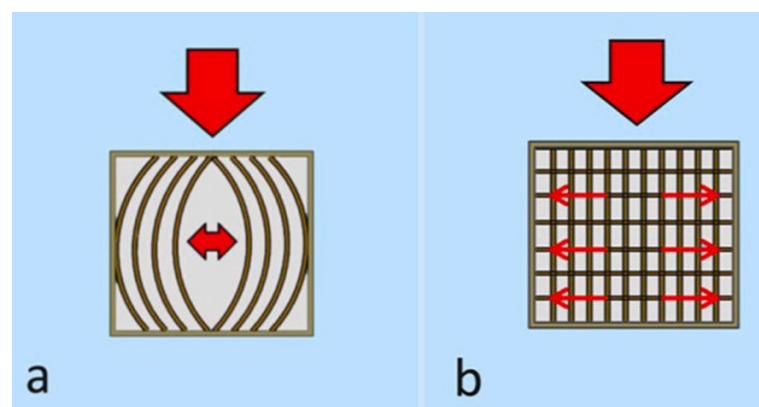
As curvas sagitais da coluna funcionam como uma “cadeia aberta”, onde qualquer alteração de um determinado segmento modifica os demais segmentos de forma a garantir uma postura estável (ROUSSOULY; PINHEIRO-FRANCO, 2011). Não existe uma definição universalmente aceita para estabilidade, provavelmente devido à dificuldade em aplicar um conceito de engenharia em um contexto clínico (OXLAND, 2016). Oxland definiu estabilidade como a capacidade de uma estrutura recuperar seu estado original após uma perturbação (OXLAND, 2016). Panjabi (1992) definiu instabilidade espinhal como “capacidade reduzida do sistema estabilizador da

coluna para manter as ZNs das unidades espinhais funcionais dentro dos limites fisiológicos para que não ocorra deformidade, déficit neurológico ou dor incapacitante.

A estabilidade da coluna vertebral de acordo com Panjabi é mantida por um sistema de estabilização que inclui três subsistemas funcionais, estritamente relacionados entre si (PANJABI, 1992). Os elementos ósseos e moles da coluna vertebral (subsistema passivo) desempenham uma função estrutural e de controle do movimento. O sistema nervoso central (controle nervoso central) elabora aportes proprioceptivos a partir de ligamentos e cápsulas articulares e responde com uma ação coordenada e finalística de feedback dos músculos (subsistema ativo).

O corpo vertebral é o principal elemento estrutural da coluna, em virtude de um desenho externo e interno altamente especializado para suporte de peso. O núcleo interno do osso esponjoso é formado por colunas trabeculares verticais unidas por sistemas lamelares horizontais. Os pilares verticais aceitam cargas axiais diretamente das placas terminais, as pontes lamelares horizontais reforçam os pilares evitando sua flambagem e, contemporaneamente, dispersam radialmente parte das cargas verticais (Figura 1) (IZZO et al., 2022).

Figura 1 - O corpo vertebral está organizado em sistemas trabeculares verticais e horizontais. As trabéculas verticais aceitam e transmitem cargas verticais de uma placa terminal para outra. Isoladamente, as colunas dobrariam facilmente sob carga, perdendo resistência (a). A flambagem dos pilares é evitada pela tensão das pontes trabeculares horizontais, que também dispersam parcialmente as cargas radialmente, reduzindo a carga direcionada na outra placa terminal (b).

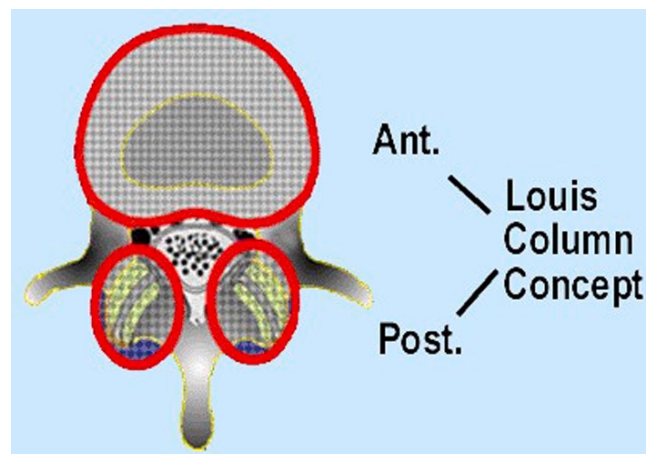


Fonte: Izzo et al. (2022)

A resistência à compressão do corpo vertebral também depende da densidade óssea: na osteoporose, a perda da densidade mineral óssea leva a uma redução exponencial da resistência (MYERS; WILSON, 1997). A estabilidade no plano

horizontal depende das juntas facetárias, que controlam não só a direção e a amplitude dos movimentos, mas também participam do compartilhamento de carga de peso (BOGDUK, 2011). Segundo Louis, as cargas de peso são transmitidas de C2 a L5 em três colunas verticais, formadas pelas articulações intervertebrais e facetárias (Figura 2). As colunas posteriores, dependendo da postura, normalmente podem aceitar de 0% a 33% das cargas, e até 70% em caso de hiperlordose, altas cargas e degeneração discal. Os pedículos garantem uma forte ancoragem entre o corpo vertebral e o arco neural. A parte interarticular, localizada entre as lâminas verticais e os pedículos horizontais, sofre estresses significativos devido à mudança de direção das forças em seu interior (BOGDUK, 2011).

Figura 2 - Modelo de três colunas de Louis, de C2 a L5, as cargas verticais se distribuem em três colunas formadas por juntas intercorporais e facetárias e dispostas em um triângulo com vértice anterior.



Fonte: Izzo et al. (2022).

Do ponto de vista funcional e patológico, a coluna toracolombar é composta por 3 segmentos: coluna dorsal (T1 - T10), junção toracolombar (T10 - L2) e coluna lombar (L2 - L5). Na coluna dorsal, a gaiola esternocostal que expande a área de secção transversal dos corpos vertebrais e a orientação oblíqua dos processos espinhosos, aumentam a rigidez da coluna dorsal, mas a dimensão reduzida do canal espinhal e a escassez de vascularização segmentar, expõem a medula espinhal a lesões (MIELE; PANJABI; BENZEL, 2012).

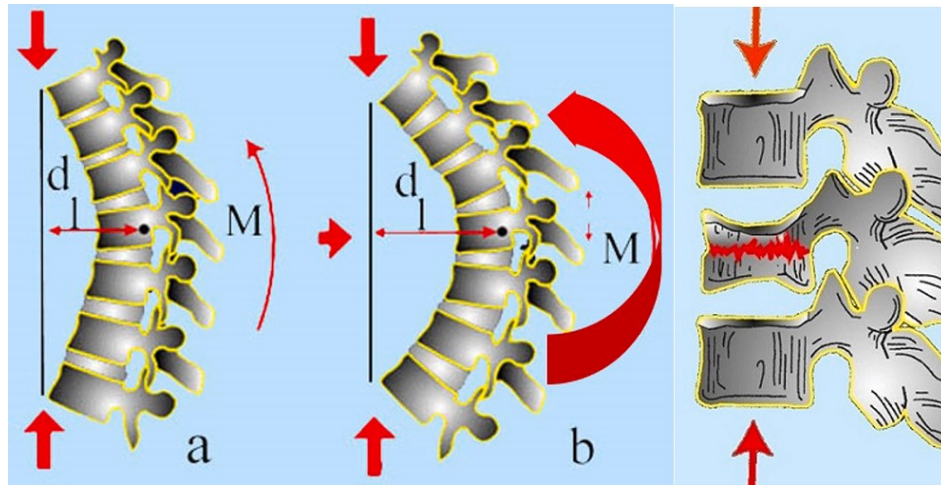
A orientação sagital das facetas articulares e a orientação horizontal dos processos espinhosos, favorecem os movimentos de flexo-extensão, mas reduzem a estabilidade dinâmica. Enquanto o dano espinhal depende da magnitude de uma força

vetorial, o local do dano depende tanto da força intrínseca dos componentes espinhais quanto do ponto de aplicação da força. Sob sobrecargas verticais a placa terminal central tende a falhar primeiro, pela alta pressão exercida pelo núcleo pulposo no disco, enquanto nas compressões mais severas toda a placa terminal irá fraturar (FIELDS; LEE; KEAVENY, 2010).

As fraturas compressivas do corpo vertebral também prevalecem nas placas terminais superiores, pois são mais finas e menos resistentes que as placas terminais inferiores (ZEHRA et al., 2015). A orientação das forças vetoriais em relação à coluna também afeta o local da falha da coluna. Na coluna dorsal, devido à cifose, as vértebras estão localizadas posteriormente ao eixo de equilíbrio sagital do corpo. O eixo de equilíbrio sagital une os canais auditivos externos e o centro das cabeças femorais. Se as forças vetoriais axiais correm próximas ou anteriores ao eixo de equilíbrio sagital e distantes do eixo instantâneo de rotação, geram um braço de alavanca e um momento fletor que giram o corpo vertebral e concentram as tensões em sua região ventral, favorecendo a cunha anterior, com ou sem distração posterior (Figura 3a) (BENZEL, 2001).

Quanto maior a cifose, maior a concentração de cargas no corpo vertebral ventrais (IZZU et al., 2013). A junção tóraco - lombar (T10 - L2) está particularmente sujeita a lesões por ser um segmento de transição entre a coluna dorsal cifótica rígida e a coluna lombar mais flexível e lordótica. Nesta transição, a orientação espacial das articulações facetárias também muda de um plano coronal para um plano sagital. Ambos os fatores aumentam o estresse nos segmentos de movimento, mesmo durante as atividades fisiológicas. Nos segmentos lombares, devido à lordose, as cargas verticais são distribuídas de forma mais uniforme nas placas terminais e, em parte, nos arcos neurais. Não ocorre rotação vertebral, mas forças opostas e iguais atuam em placas terminais opostas, e favorecem um colapso central ou uma fratura por explosão (Figura 3b), onde as forças vetoriais que percorrem transversalmente os sistemas trabeculares horizontais provocam a dispersão radial de fragmentos no corpo vertebral (IZZU et al., 2013).

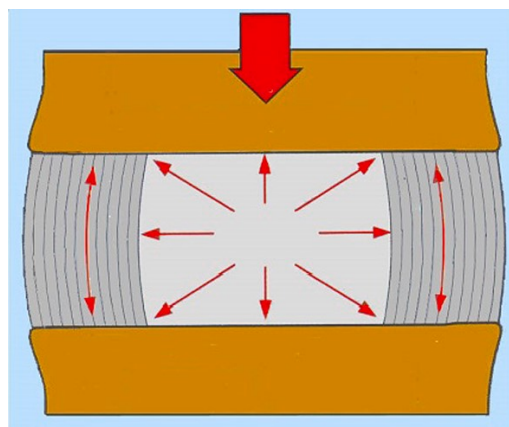
Figura 3 - (a e b) Forças vetoriais axiais, correndo ao longo ou anteriormente ao SBA geram um braço de alavanca e um momento fletor que concentram as tensões ventralmente, favorecendo o colapso vertebral anterior e o encunhamento. Quanto maior a cifose, maior o braço de momento, maior a concentração de tensões no corpo vertebral.



Fonte: Benzel (2001).

O disco intervertebral funciona como um ligamento e uma cartilagem articular amortecedora, transmitindo as forças para a cabeça e o cérebro durante a caminhada e o salto, tanto com o núcleo pulposo quanto com o anel fibroso interno. A orientação vertical das lamelas anulares confere ao anel fibroso interno uma rigidez intrínseca à compressão. Sob compressão, o núcleo pulposo age como uma estrutura deformável semifluida que se expande radialmente e trava internamente o anel fibroso interno, evitando sua flambagem para dentro com perda de rigidez (Figura 4) (BOGDUK, 2011).

Figura 4 - Esquema de compressão do disco vertebral. A orientação vertical das lamelas anulares densamente compactadas confere ao anel fibroso interno uma rigidez de compressão intrínseca. Sob compressão, o AF é internamente travado pelo núcleo pulposo e as fibras anulares podem manter a orientação vertical evitando perda de rigidez.



Fonte: Bogduk (2011).

A conversão parcial de cargas verticais em forças tensoras radiais que esticam o anel fibroso interno, protege as placas terminais vertebrais. Quando o disco é supercomprimido, as fibras colágenas evitam qualquer prolapso do núcleo pulposo, ancorando-o nas placas terminais vertebrais, mesmo na presença de uma ruptura anular pré-existente. Um prolapso de núcleo pulposo pode ocorrer durante movimentos anormais de flexão através do lado do anel fibroso interno sobrecarregado (IZZIO et al., 2013).

Os ligamentos espinhais funcionam ao longo do eixo longitudinal como estabilizadores passivos de segmentos móveis. O anel fibroso interno é reforçado pelos ligamentos longitudinais anterior e posterior, enquanto as articulações facetárias, cápsulas e arcos neurais são sustentados pelos ligamentos amarelo, interespinhoso e supraespinhoso, formando o complexo ligamentar posterior. O complexo ligamentar posterior desempenha um papel crítico na restrição dos movimentos de translação, rotação e, principalmente, flexão, como principal componente de uma banda de tensão que funciona como um cabo em um guindaste de içamento (IZZIO et al., 2022).

3.1.1 Classificação das Fraturas Toracolumbares

No passado, houve tentativas para classificar as lesões toracolumbares de diferentes formas, isto é, de acordo com os mecanismos de lesão (FERGUSON; ALLEN, 1984), diferenciando entre lesões de flexão e distração (GERTZBEIN; COURT-BROWN, 1988) ou na base das chamadas "segmento vertebral moyen" que Roy-Camille estabeleceu em 1979 (ROY-CAMILLE et al., 1979). A classificação de Nicoll (1949), considera a diferença entre lesões toracolumbares estáveis e não estáveis, e a classificação de Holdsworth (1963), ao introduzir quatro mecanismos básicos de lesões representados em morfologias específicas: compressão, flexão, lesões de extensão e flexão-rotação.

René Louis apresentou em 1977 o chamado sistema de três colunas baseado na coluna anterior, que é a conexão entre os corpos vertebrais e os discos, e as duas colunas posteriores que consistem na fileira de articulações facetárias (LOUIS, 1977). Denis (1983) assim como McAfee et al. (1983), usaram o termo "três colunas" também no contexto de lesões toracolumbares. No entanto, eles significavam algo completamente diferente do que René Louis queria dizer. O sistema de três colunas

de Denis baseia-se na ideia de que existe uma coluna anterior incluindo os dois terços anteriores do corpo vertebral e discos, uma coluna média composta pelo terço posterior do corpo vertebral e disco incluindo a parede posterior do corpo vertebral, e finalmente uma coluna posterior que consiste na conexão das articulações facetárias em ambos os lados e complexo ósseo ligamentar entre os processos espinhais.

Denis (1983) diferenciou em seu conceito de três colunas entre lesões maiores e menores. Lesões menores incluem fraturas do processo transversal, processo articular *pars interarticularis* e fraturas do processo espinhal. Algumas dessas fraturas são, no entanto, não apenas pequenas lesões, mas apenas o início de uma lesão ligamentar mais importante. As chamadas lesões maiores incluem cinco tipos, ou seja, o tipo A, B, C, D e E. Na década de 1990, a fundação internacional AO Spine revisou a classificação das lesões da coluna, chegando à conclusão de que não havia um sistema de classificação abrangente disponível, e que a classificação de Denis, a classificação mais usada neste tempo, apresentava um grande problema que consiste nas chamadas três colunas e especificamente na coluna do meio. A coluna do meio é uma coluna virtual e não uma entidade anatômica e, portanto, não apta para ser usada como denominador de um tipo de lesão (AEBI, 2009). Desta forma, o comitê da AO Spine, demonstrou que uma classificação puramente mecanicista não é útil para a aplicação prática. Na prática diária, os médicos partem da descrição da morfologia, pois observam para um raio-X ou outra modalidade de imagem e depois interpretam o raio-X com alguns termos mecanicistas.

Magerl et al., descreveram em 1994, uma nova classificação para fraturas toracolumbares, a Classificação AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*) ou Classificação Magerl, com base em um estudo de 1.445 fraturas durante um período de 10 anos (MAGERL et al., 1994). Esta é novamente uma classificação bicolunar e é baseada na morfologia radiográfica das lesões, bem como no mecanismo (compressão, distração e torque axial). Esta classificação utiliza um sistema numérico (3-3-3) e distingue três tipos de lesões denominadas A, B e C. Estas são ainda divididas, com base em critérios morfológicos, em três grupos que, por sua vez, têm cada série de três subgrupos, acrescentando especificações suplementares.

A gravidade da lesão e, posteriormente, a instabilidade crescem de A para C e de 1 para 3 ou 4 no caso das fraturas tipo A. Tipo A são fraturas por compressão do corpo vertebral sem envolvimento do ligamento longitudinal posterior, que são estáveis ou parcialmente instáveis. Tipo B são lesões dos elementos anteriores e

posteriores com distração, compostos, geralmente, por lesões discais e ligamentares, com indicação cirúrgica devido ao seu baixo potencial cicatricial. As lesões do elemento anterior e posterior do tipo C com rotação, são instáveis e requerem tratamento cirúrgico.

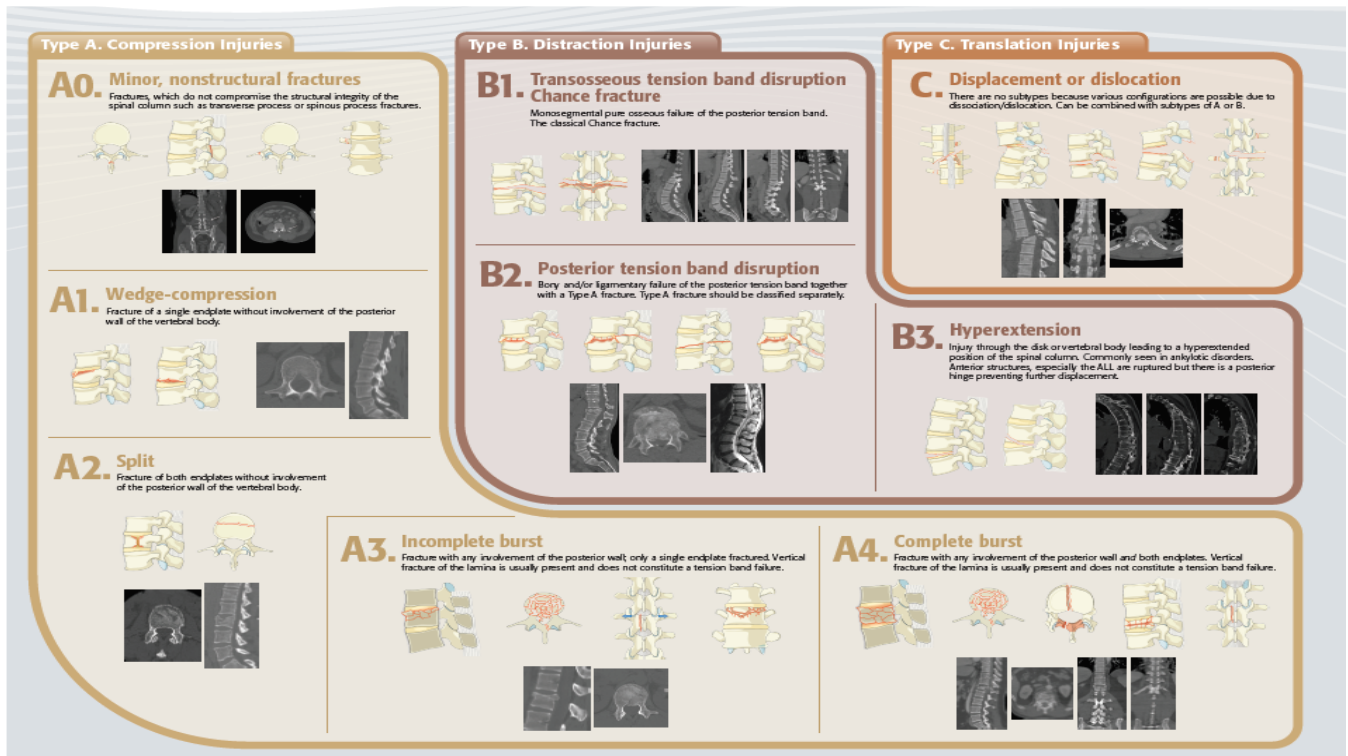


Figura 5 – Classificação Magerl / AO de fraturas toracolumbares. Fonte Vaccaro et al 2013

Sethi et al., consideram o método de classificação Magerl abrangente. Baseia-se em aspectos morfológicos, definindo gravidade e instabilidade, mas é muito complexo, tem confiabilidade moderada e não leva em consideração o déficit neurológico (SETHI et al., 2009). Além disso, embora discuta a instabilidade, sua definição não é clara, e quase todas as lesões apresentam algum grau de instabilidade. Com efeito, como uma classificação com 53 subtipos extremamente detalhada, com elementos por vezes difíceis de diferenciar, torna bastante difícil a sua utilização na prática clínica diária. A reprodutibilidade e confiabilidade da classificação Magerl não são muito altas. Se forem considerados o tipo e os subtipos das lesões, a concordância inter-observador (32%) e intra-observador (38%) é razoável (LOPES et al., 2018).

Em 2005, Vaccaro et al., propuseram uma nova classificação das lesões toracolumbares com o *Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score* (TLICS), tentando resolver as desvantagens das classificações anteriores

(VACCARO, 2005). Essa classificação pode ser considerada um avanço, pois é a primeira a levar em conta os déficits neurológicos. Os outros dois preditores independentes são a morfologia da lesão e a lesão do ligamento posterior. Esses elementos são avaliados com um exame clínico, tomografia computadorizada para morfologia e ressonância magnética para integridade ligamentar.

A lesão do ligamento posterior é definida como um resultado que leva em consideração todas as três variáveis: a morfologia define a estabilidade mecânica imediata (morfologia da lesão), a integridade define a estabilidade a longo prazo, e o estado neurológico define a estabilidade clínica. Uma pontuação de 3 ou menos sugere um tratamento conservador, enquanto uma pontuação de 5 ou mais sugere tratamento cirúrgico. O escore de lesão 4 pode ser tratado de forma conservadora ou cirúrgica. A preferência do cirurgião deve ser levada em consideração. Além disso, é considerada a preferência do paciente depois de informado sobre as vantagens, desvantagens e riscos associados a cada opção de tratamento (COSTACHESCU; POPESCU; ILIESCU, 2022).

Vários qualificadores foram descritos e podem influenciar o tipo de tratamento independente da pontuação do TLICS. Esses qualificadores clínicos podem transformar uma indicação cirúrgica em conservadora e vice-versa. Exemplos de qualificadores são cifose local, colapso vertebral, fraturas expostas, queimaduras sobrejacentes, múltiplas fraturas de costelas adjacentes ou incapacidade de usar órtese. Além disso, fatores gerais relacionados ao evento traumático também são considerados, como fratura de esterno, traumatismo craniano grave, politrauma ou comorbidades – obesidade, espondilite anquilosante, artrite reumatoide, osteoporose e idade do paciente (PARK et al., 2020). Além de indicar o tipo de tratamento, o TLICS também sugere o tipo de abordagem cirúrgica, com base nessas três variáveis. Esta é outra vantagem desta pontuação.

Koh et al., em 2010 consideram que a confiabilidade intra-observador da TLICS tem efeito substancial no escore total (72%) e morfologia da lesão (75%), e efeito quase perfeito no estado neurológico (96%) e na lesão do ligamento posterior (81%) (KOH; KIM; KOH, 2010). A confiabilidade inter-observador foram substancialmente de acordo com a morfologia da lesão (60%) e a lesão do ligamento posterior (64%), concordância moderada na pontuação total (57%), concordância quase perfeita no estado neurológico (91%). A validade do tratamento escolhido de acordo com TLICS foi de 95%, sensibilidade de 98%, especificidade de 90%.

As mesmas características TLICS são menos poderosas de acordo com Kaul (2016). A confiabilidade inter-observador foi moderada para morfologia (43%) e lesão do ligamento posterior (47%), regular para pontuação total (29%). A confiabilidade intra-observador foi moderada para morfologia (59%) e lesão do ligamento posterior (55%) e moderada (44%) para o escore total. Foi encontrada concordância inter (85%) e intra-observador (90%) quase perfeita para o estado neurológico. Para resumir os dados da literatura, as principais vantagens do TLICS são as seguintes: abrangente, define a estabilidade considerando todos os três fatores (o estado neurológico e a morfologia da lesão no longo prazo são essenciais), fornece critérios objetivos para a escolha do tratamento, estabelece tipos de abordagem, tem confiabilidade aceitável de acordo com alguns dos autores, e tem poder preditivo de resultado (PRAJAPATI; KUMAR, 2020). Entre as desvantagens, a avaliação da lesão no longo prazo ainda é difícil é a menos confiável das três variáveis do escore. Quando a estabilidade da lesão no longo prazo não é clara e é considerada “suspeita/indeterminada” com pontuação 2, a decisão de tratamento pode mudar para o tratamento cirúrgico mesmo para lesões consideradas estáveis. Uma pontuação de 4, quando uma lesão pode ser tratada cirurgicamente ou conservadoramente, é outra desvantagem.

Em 2013, o *AO Spine Classification Group* (AOSCG) propôs uma nova classificação, partindo da classificação de Magerl, sem suas desvantagens, mais simples, mais confiável e mais fácil de usar na prática clínica (Quadro 1) (REINHOLD et al., 2013).

Quadro 1 - Classificação original de TL AOSIS publicada por Vaccaro em 2015.

Tipo A – Lesão por compressão	Tipo B – Lesões de banda de tensão	Tipo C – Lesões translacionais	Estado Neurológico	Modificadores Específicos do Paciente
A0 0p			N0 0p	
A1 1p	B1 5p		N1 1p	
A2 2p	B2 6p	Translação 8p	N2 2p	M1 1p
A3 3p	B3 7p		N3 4p	M2 0p
A4 5p			N4 4p	
			NX 3p	

Fonte: Vaccaro (2015).

Nesta nova classificação, os três tipos da classificação de Magerl também são reformulados em três grupos, ordenados de forma ascendente por gravidade da seguinte forma:

- Lesões tipo A: falha sob compressão axial dos elementos anteriores com elementos constritores posteriores intactos com quatro subtipos. A1 e A2 são fraturas da placa superior ou ambas as placas, respectivamente, sem comunicação; e A3 e A4 são fraturas tipo explosão incompletas e completas, respectivamente.
- Lesões do tipo B: falha dos elementos posteriores (lesões de banda de tensão ou lesão do ligamento posterior). O subtipo B1 é a fratura clássica de Chance com trajeto envolvendo o pedículo e o corpo vertebral. As lesões B2 compreendem qualquer lesão da banda de tensão, sem envolvimento ósseo posteriormente. As lesões do corpo vertebral são descritas separadamente (subtipos A).
- Lesões do tipo C: falha de elementos anteriores e posteriores com deslocamento. O subtipo C1 afeta a coluna vertebral anterior através do disco vertebral sem deslocamento. No entanto, as lesões podem se estender posteriormente, sendo características da espondilite anquilosante, sendo muito instáveis. Subtipo C1 – lesões ósseas e discais e ligamentares com deslocamento. As lesões do corpo vertebral são descritas separadamente (subtipos A). As lesões do subtipo C3 resultam em uma separação completa das partes cranial e caudal da coluna vertebral.

Essa nova classificação foi concluída e modificada no mesmo ano, tornando-se um novo instrumento que combina a classificação de Magerl e TLICS (VACCARO et al., 2013). Inclui três elementos: morfologia da lesão, estado neurológico e modificadores-chave. Várias alterações dizem respeito à morfologia da lesão. O tipo A0 é definido como composto por fraturas sem significado clínico, ao nível dos processos transversos e espinhosos. O subtipo C é representado por qualquer translocação vertebral, sem subtipos adicionais. O estado neurológico é descrito nos seguintes níveis: N0 – neurologicamente intacto, N1 - déficit neurológico transitório, que não está mais presente, N2 - sinais de radiculopatia, N3 - lesão medular incompleta ou lesão da cauda equina e, N4 - lesão medular completa.

Dois modificadores são descritos para ajudar na tomada de decisão terapêutica, o M1 é usado nos casos em que o status da lesão do ligamento posterior não é clara ou não pode ser determinada. Este é um modificador útil nos casos em que uma lesão ligamentar pode decidir a favor da cirurgia. M2 é representado pelas comorbidades do paciente. Como foi o caso dos qualificadores clínicos TLICS, eles podem mudar a decisão de cirúrgica para conservadora e vice-versa (espondilite

anquilosante, condições reumatológicas, hiperostose esquelética idiopática difusa, osteopenia/porose ou queimaduras na pele). Essa classificação, como a TLICS anterior, traz um quadro neurológico mais claro ao lado da morfologia da lesão e dos modificadores clínicos. É uma classificação simples em três tipos e nove subtipos com uma avaliação neurológica clara.

Olhando para a confiabilidade, Kepler et al. revisaram os resultados de 100 cirurgiões de coluna e concluíram que a confiabilidade geral inter-observador é moderada (56%) e a confiabilidade geral intra-observador é boa (68%) (KEPLER et al., 2015). Vaccaro et al., forneceu, em 2015, um algoritmo cirúrgico baseado na nova classificação para orientar a tomada de decisão terapêutica - o escore de lesão toracolombar AOSpine (TL AOSIS) (VACCARO et al., 2015). Cada tipo morfológico de lesão, grau de déficit neurológico e os modificadores receberam uma pontuação. Seguindo a experiência original de classificação TLICS, o status neurológico foi considerado essencial no julgamento clínico desses casos. Qualquer (nova) disfunção neurológica – independentemente da classificação biomecânica – muda a atitude em relação à cirurgia.

3.1.2 Tratamento das Fraturas Toracolombares

3.1.2.1 Fraturas por compressão

Cinquenta por cento das fraturas toracolombares são fraturas por compressão. Os pacientes com fraturas por compressão recebem, em sua maioria, o tratamento conservador, visto que, raramente apresentam déficits neurológicos (KIM; DAN; SHIN, 2015). Como tratamento conservador, uma órtese toraco-lombo-sacral (OTLS) é aplicada por 8 a 12 semanas juntamente com medicamentos prescrição para dor (AZAR et al., 2020). De acordo com recente estudo prospectivo randomizado, o resultado foi melhor quando a órtese com fisioterapia foi realizada (HUDDLESTON, 2010). A dor intensa geralmente melhora dentro de 3 a 6 semanas. No entanto, se a dor do local da fratura é aliviada até certo ponto, independentemente do período, tanto quanto o paciente pode se sentar sem dor intensa, recomenda-se caminhar usando a órtese. Depois disso, o paciente pode retornar gradualmente à vida diária, considerando o nível de dor.

O prognóstico do tratamento conservador geralmente parece ser bom, mas um pequeno número de pacientes pode apresentar dor persistente após a fratura estar completamente curada (POST et al., 2008). Esses desfechos clínicos nem sempre correspondem aos radiológicos. No entanto, se o ângulo cifótico for superior a 30 graus, ou a diminuição da altura do corpo vertebral for superior a 50%, suspeita-se de lesão do complexo do ligamento posterior, sendo o tratamento cirúrgico recomendado. Além disso, se a lesão ocorrer em três corpos vertebrais contíguos, também é considerada uma fratura por compressão instável, com recomendação de tratamento cirúrgico (REA; ZERICK, 1995).

Normalmente, a fusão espinhal é realizada como tratamento operatório e, neste procedimento, a abordagem posterior é preferida à anterior, visto que, a maioria das fraturas por compressão não tem envolvimento do canal espinhal. A fusão de segmentos curtos ou longos pode ser escolhida dependendo da situação. Atualmente, resultados satisfatórios são relatados pela realização de instrumentação de segmento curto sem fusão (KHARE; SHARMA, 2013). O tratamento cirúrgico também é necessário para fraturas coronais ou fraturas em pinça, classificadas como AO 2.2 ou 2.3, pois a pseudoartrose pode ocorrer devido à intrusão de material do disco no local da fratura (DE BOECK; OPDECAM, 1999).

3.1.2.2 Fratura de explosão

Uma fratura em explosão é causada por compressão axial e acompanhada de fragmentos ósseos retropulsados no canal espinhal. Não só a fratura da cortical posterior do corpo vertebral, mas também a retropulsão dos fragmentos fraturados no canal vertebral e o aumento da distância interpedicular, são apresentados em exames radiológicos (AZAR et al., 2020). Ao contrário das fraturas por compressão, a lesão neurológica e a lesão da coluna posterior podem ocorrer com mais frequência. A coluna posterior é destruída por compressão, flexão lateral ou torção. Além disso, subluxação da faceta, fratura deslocada da lâmina e ruptura do ligamento posterior podem ser acompanhadas.

Os indicadores para o tratamento de fraturas tipo explosão são também a estabilidade mecânica e neurológica das fraturas já mencionadas. O tratamento conservador com órtese é recomendado principalmente para fraturas do tipo explosão estáveis, mas o tratamento cirúrgico é necessário para fraturas do tipo explosão instáveis.

- **Tratamento não cirúrgico**

O tratamento conservador das fraturas do tipo explosão, é realizado com base em exames físicos e estudos de imagem. Em estudos radiológicos, mais de 50% de diminuição do corpo vertebral e menos de 30 graus de cifose traumática, são considerados achados mecanicamente estáveis para o tratamento conservador (KIM; DAN; SHIN, 2015). A ressonância magnética é usada para avaliar a lesão do complexo ligamentar posterior e, apresenta alta sensibilidade e especificidade. Em muitos estudos, o tratamento operatório foi realizado se houvesse lesão do complexo ligamentar posterior na ressonância magnética. No entanto, de acordo com o estudo prospectivo de Alanay et al. (2004), embora não houvesse lesão do complexo ligamentar posterior, este não conseguiu evitar a perda da redução da fratura, quando a fratura foi tratada por imobilização gessada após a redução da fratura explosão. Portanto, mesmo não sendo observada lesão do complexo ligamentar posterior, o tratamento cirúrgico pode ser indicado quando se considera que não há instabilidade, levando-se em consideração as radiografias simples e os achados tomográficos.

Quando há a lesão neurológica, o tratamento deve ser realizado considerando a localização da fratura e os fragmentos ósseos retropulsados para o canal medular. Enquanto menos de 40% do estreitamento do canal pode causar lesão neurológica no nível torácico superior, mais de 90% do estreitamento do canal pode não causar no nível lombar inferior (MEVES; AVANZI, 2006). À medida que os fragmentos ósseos retropulsados para o canal medular, ocorre o aumento da chance de lesão neurológica (CAFFARO; AVANZI, 2010). No entanto, o tamanho desse fragmento ósseo retropulsado raramente está relacionado à gravidade da lesão neurológica. Assim, se as fraturas do tipo explosão não forem acompanhadas de lesão neurológica, o envolvimento do canal medular dos fragmentos fraturados por si só não pode ser a indicação para descompressão cirúrgica (AZAR et al., 2020). Isso ocorre porque o grau de envolvimento do canal espinhal em estudos de imagem, que são obtidos após a lesão, não é capaz de refletir o impacto nos nervos no momento da lesão e, a remodelação do canal espinhal pode ocorrer com o passar do tempo após a lesão, com tratamento conservador ou operatório.

Dai (2001), relatou que não há diferença na remodelação do canal entre o tratamento conservador e o operatório. De acordo com Mumford et al. (1993), a

remodelação do canal pode ocorrer com o tratamento conservador, mesmo em casos de comprometimento de 66% do canal medular, a remodelação foi concluída dentro de um ano na maioria dos casos. Assim, o tratamento conservador pode ser usado para fraturas do tipo explosão sem comprometimento neurológico.

De acordo com estudos anteriores, quando as fraturas do tipo explosão sem sintomas neurológicos foram tratadas pelo tratamento conservador, os resultados funcionais não foram diferentes dos realizados com tratamento cirúrgico. Eles relataram que o tratamento conservador foi ainda melhor em termos de custo e complicações (ABUDOU et al., 2013). Portanto, o tratamento conservador deve ser considerado no manejo de fraturas explosão mecânica e neurologicamente estáveis. Tezer et al. (2005), descreveram que o tratamento conservador é adequado para pacientes que não apresentam déficit neurológico, lesão do complexo ligamentar posterior e apresentam perda de altura vertebral inferior a 50% e cifose traumática inferior a 25 graus.

No tratamento conservador, aplica-se OTLS por 8 a 12 semanas, considerando a dor do paciente. Wood et al. (2014), relataram que não houve diferença nos resultados do tratamento de fraturas tipo explosão sem lesão neurológica entre o tratamento com órtese. Além disso, Cantor et al. (1993) e Tropiano et al. (2003), relataram que eles poderiam alcançar resultados satisfatórios pela deambulação precoce usando OTLS. O repouso prolongado no leito pode causar embolização, úlcera por pressão e complicação pulmonar, além de agravar o estado geral do paciente. Assim, sugere-se iniciar a deambulação precoce tanto quanto possível. Se o paciente iniciar a deambulação após o uso de órtese, são necessárias radiografias em pé de acompanhamento 1 a 2 semanas depois. Na maioria dos pacientes, a cifose das fraturas progride ao longo do tempo e frequentemente retorna ao grau de cifose no momento da lesão. No entanto, isso não está associado à manifestação clínica dos pacientes. O tratamento conservador pode ser continuado se não houver mais de 10 graus de aumento do ângulo cifótico ou da dor durante o tratamento conservador (WOOD et al., 2014),

- **Tratamento cirúrgico**

O tratamento operatório das fraturas explosão geralmente é realizado quando há instabilidade neurológica ou mecânica, e tem como objetivo a descompressão do

canal medular e raiz nervosa para recuperação neurológica, restauração e manutenção da altura vertebral, bem como o alinhamento da coluna vertebral, fixação rígida para deambulação precoce e reabilitação, prevenção de lesão neurológica progressiva e deformidade cifótica (KONG et al., 2010). Existem controvérsias dependendo do grau de fratura e lesão neurológica, mas a cirurgia geralmente é realizada com abordagens posterior, anterior ou anteroposterior.

Se a compressão do nervo, devido ao disco ou fragmentos fraturados, for mostrada em estudos de imagem em fraturas do tipo explosão com lesão neurológica incompleta, pode ser uma indicação para descompressão anterior. A compressão do nervo nas fraturas do tipo explosão geralmente ocorre na face anterior do canal medular devido à retropulsão dos fragmentos da fratura. Assim, a descompressão anterior é superior para remover os fragmentos ou tecidos moles que comprimem as estruturas neurais. Concluída essa descompressão anterior, a reconstrução anterior é realizada com placa ou haste com enxerto ósseo conservador (KIM; DAN; SHIN, 2015).

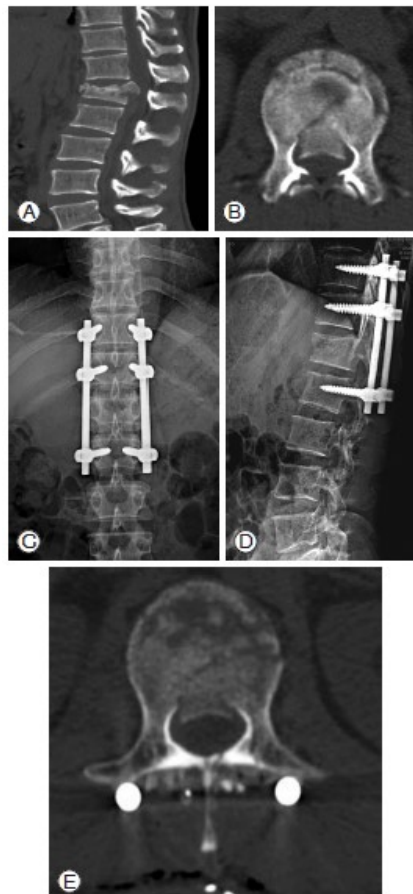
Kaneda et al. (1997), trataram 150 pacientes com fratura toracolumbar do tipo explosão, com déficit neurológico por descompressão anterior e fusão, e os acompanharam por 8 anos. Como resultado, eles relataram 93% de taxa de fusão e 72% de recuperação completa da função da bexiga. Além disso, 95% dos pacientes apresentaram recuperação neurológica maior do que Frankel Grau 1. A abordagem anterior não apenas descomprime o conteúdo neural de forma mais eficiente, mas também proporciona estabilidade mecânica superior.

Hitchon et al. (2006), relataram que a abordagem anterior foi mais vantajosa na correção e na manutenção de cada deformidade do que a abordagem posterior. Sasso et al. (2006), também relataram que a média de correção do plano sagital foi de 8,1° com a abordagem anterior, mas foi de 1,8° com a abordagem posterior. Em alguns estudos biomecânicos, a abordagem anterior ofereceu estabilidade mecânica superior à abordagem posterior. Portanto, a reconstrução do corpo vertebral com a abordagem anterior pode ser utilizada para minimizar a perda do segmento de movimento e alcançar a fixação rígida se o paciente apresentar lesão neurológica ou perda do suporte anterior devido à fragmentação grave do corpo vertebral. No entanto, a abordagem anterior tem algumas desvantagens: pode resultar em lesão visceral e é uma abordagem desconhecida para muitos cirurgiões. Além disso, existe o risco de

sangramento e complicações pulmonares. Por essas desvantagens, é menos utilizada do que a abordagem posterior.

A abordagem posterior é geralmente utilizada para o tratamento de fraturas tipo explosão sem déficit neurológico. Entretanto, mesmo havendo lesão neurológica, a abordagem posterior pode ser utilizada para fins de descompressão do canal medular, dependendo do mecanismo ou do padrão de fratura. A descompressão pode ser feita por redução indireta com ligamentotaxia ou descompressão direta (Figura 5). A redução usando ligamentotaxia é bem-sucedida se for concluída em até 3 dias após a lesão (VACCARO, 2013). O aumento do canal vertebral após a redução indireta é em média inferior a 20%, podendo aumentar até 50% dependendo da condição (WOOD et al., 2003). No entanto, se a invasão do canal de fragmentos ósseos for maior que 67%, não é eficaz porque o anel é destruído em muitos casos.

Figura 6 - Paciente do sexo masculino, 42 anos, com lesão por queda. (A) Fraturas de explosão em L1 na tomografia computadorizada sagital no momento da lesão. (B) Cerca de 50% de envolvimento do canal por fragmentos ósseos retropulsados na tomografia computadorizada axial no momento da lesão. (C,D) Radiografias simples após redução indireta e fusão instrumentada com abordagem posterior. (E) Tomografia computadorizada axial pós-operatória mostrando descompressão do canal por redução indireta. Fonte: Kim, Dan & Shin (2015).



Se a cirurgia for tardia ou a descompressão indireta for difícil devido ao comprometimento grave do canal, a redução direta com a abordagem transpendicular ou a descompressão direta com laminectomia pode ser realizada (KONG et al., 2010). A fixação com parafuso pedicular é a mais utilizada para a fixação de fraturas com abordagem posterior. Este parafuso pedicular tem a vantagem de poder fixar três vértebras na coluna. Com o desenvolvimento dos instrumentos, a resistência dos parafusos é aprimorada e o uso da fixação do segmento curto, que fixa o segmento acima e abaixo do local da fratura, vem aumentando. No entanto, houve estudos que a taxa de falha desta fixação de segmento curto foi de 20% a 50% e a perda de redução foi de 50% a 90% (KIM; DAN; SHIN, 2015).

McCormack et al. (1994), sugeriram a classificação de *Load Sharing* (LSC) para prever o prognóstico da fixação do segmento curto por via posterior. Essa classificação dividia as fraturas da coluna em 3 categorias de acordo com a quantidade de corpo vertebral lesado, a dispersão dos fragmentos no local da fratura e a quantidade de cifose traumática corrigida e, em seguida, cada categoria foi pontuada de 1 a 3 de acordo com o grau. Quando o escore total foi superior a 6 pontos, eles indicam que a fixação do segmento longo, que fixa pelo menos mais de dois segmentos acima e abaixo do local da fratura ou a reconstrução anterior com a abordagem anterior, são necessárias.

A fixação do segmento curto posterior pode ser realizada por método aberto ou percutâneo e suportada por enxerto ósseo esponjoso transpendicular, vertebroplastia com sulfato de cálcio, polimetilmetacrilato ou cifoplastia com fosfato de cálcio para suporte estrutural anterior (CHEN et al., 2014). O enxerto ósseo esponjoso transpendicular mostrou resultados bem-sucedidos no curto prazo, mas, no longo prazo, não houve diferença da fixação de segmento curto sem enxerto ósseo, além de não conseguir evitar a perda da redução e a falha dos instrumentos (ALANY et al., 2004). No entanto, Toyone et al. (2013), relataram que não houve perda de redução e alteração degenerativa no disco do segmento adjacente em seu seguimento de 10 anos utilizando cerâmica de hidroxiapatita ao invés de enxerto ósseo esponjoso.

Verlan et al. (2005), descreveram que a fixação do segmento curto posterior com cifoplastia, é um tratamento viável e seguro com base em seus resultados de acompanhamento de 6 anos de 20 pacientes que apresentaram fratura tipo explosão com lesão tipo A3 ou tipo B2, pontuação LSC igual ou superior a 6 pontos e sem déficit neurológico. Além disso, a inserção de parafusos pediculares adicionais no nível do

local da fratura ajudaram a fornecer melhor correção da cifose com economia de segmentos de movimento e melhor estabilidade biomecânica (GUVEN et al., 2009). A fixação das fraturas explosão por via posterior é geralmente realizada com fusão posterolateral ou posterior. No entanto, Dal, Jiang & Jiang (2009) e Ni et al. (2010), relataram bons resultados usando fixação aberta ou percutânea com parafusos pediculares apenas sem fusão, em pacientes com fratura toracolumbar do tipo explosão, com pontuação de LSC igual ou inferior a 6 pontos.

3.1.2.3 Lesão por flexão-distração

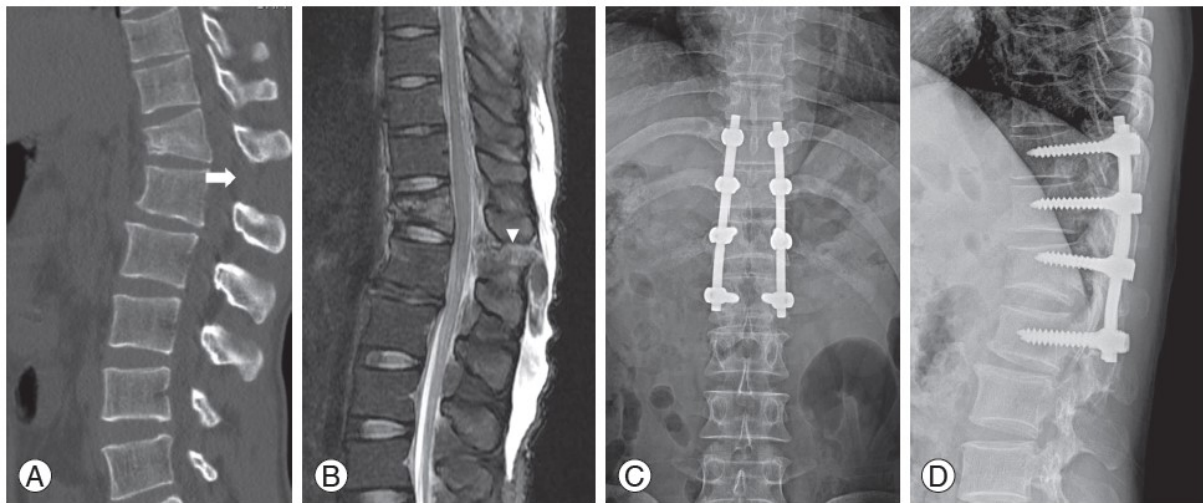
A lesão por distração por flexão, ou a chamada lesão por Chance, ocorre por forças primárias de distração na coluna. O eixo de rotação está localizado dentro ou na frente do corpo vertebral anterior, assim, as forças de distração são carregadas na região posterior e média da coluna e, as forças de distração ou compressão são carregadas na região anterior da coluna. Esta lesão geralmente ocorre em acidentes automobilísticos de alta energia ao usar apenas cinto abdominal, sem cinto de ombro. Lesões abdominais também são acompanhadas em 30% desses pacientes, sendo responsável por 1% a 16% de todas as fraturas toracolumbares e, ocorrendo mais comumente na junção toracolumbar. A lesão neurológica é observada em 25% dos pacientes (CHAPMAN et al., 2008).

Se ocorrer apenas lesão óssea sem lesão ligamentar, ela é instável durante a fase aguda, e será estabilizada pela união óssea com o passar do tempo. Assim, o tratamento com colete é possível se, apenas a estrutura óssea for danificada sem deslocamento. No entanto, se o complexo ligamentar posterior for interrompido, o tratamento conservador não é recomendado, visto que, a progressão da cifose, pseudoartrose ou exacerbação da condição neurológica, pode ser induzida (LIU et al., 2003) (Figura 6).

A lesão do complexo ligamentar posterior pode ser reduzida com o deslocamento da estrutura posterior, ocasionado pela força de distração no momento da lesão. Nesse caso, deve-se suspeitar de lesão do complexo ligamentar posterior, a partir da confirmação do edema ou sensibilidade no processo espinhoso, avaliando com mais precisão através da ressonância magnética nuclear (KIM; DAN; SHIN, 2015). A fusão com instrumentação posterior é preferida, na maioria dos casos, como tratamento cirúrgico. Este método cirúrgico, que proporciona um efeito de banda de

compressão e tensão, resiste eficazmente às forças de distração. O corpo vertebral não é seriamente danificado na lesão por flexão-distração e, desta forma, é tratada principalmente pela fixação do segmento curto.

Figura 7 - Paciente do sexo masculino, 31 anos, que sofreu lesão com cinto de segurança por acidente automobilístico. (A) Deformidade em cunha em T12, com aumento da distância inter espinhosa na tomografia computadorizada sagital (seta). (B) Lesão do complexo ligamentar posterior na ressonância magnética nuclear sagital com supressão de gordura em T2 (cabeça de seta). (C,D) Imagens radiográficas anteroposterior e perfil de lesão por distração em flexão, após a redução indireta e fusão instrumentada posterior usando a abordagem posterior.



Fonte: Kim, Dan & Shin (2015).

Kim et al. (2011), realizaram a fixação com parafusos pediculares abertos de segmento curto em 11 pacientes, que apresentavam lesão por flexo-distração sem lesão neurológica, relatando alinhamentos sagitais satisfatórios em mais de 18 meses de seguimento. Grossbach et al. (2013), compararam e analisaram os resultados clínicos e radiológicos entre o grupo de instrumentação posterior aberta com fusão posterolateral e o grupo de fixação percutânea com parafusos pediculares. Como resultado disso, eles relataram que o método percutâneo foi tão eficaz quanto o método aberto.

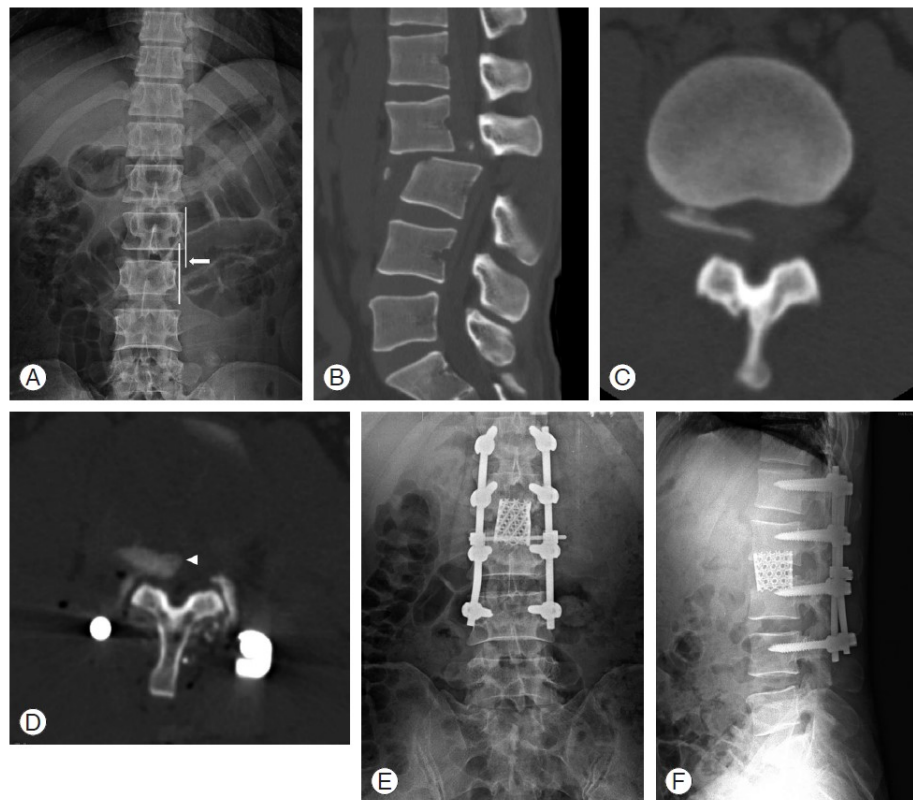
3.1.2.4 Lesão por fratura-luxação

A lesão por fratura-luxação na região toracolombar é causada por várias combinações de forças de cisalhamento, torção, distração, flexão e extensão, sendo uma lesão muito instável, visto que, as três colunas, incluindo coluna anterior, média e posterior, são danificadas. Esta é uma lesão de alta energia e, 75% dela é

acompanhada de lesão neurológica (HERKOWITZ et al., 2011). O tratamento conservador não é recomendado para isso, pois não há apenas fraturas, mas também vários graus de lesão ligamentar e discal. A translação lateral e a translação anteroposterior da coluna podem ser observadas por radiografias anteroposteriores e radiografias laterais, respectivamente.

A tomografia computadorizada é útil para a avaliação de lesão óssea e faceta. A ressonância magnética é usada para determinar o grau de lesão do disco, ligamento e canal vertebral. Principalmente, a redução e a fusão instrumentada por via posterior são preferidas para essa lesão. Embora a abordagem anterior seja raramente usada, se o suporte da coluna anterior não for suficiente ou a descompressão do canal for necessária após a cirurgia posterior, a fusão intersomática usando abordagem posterior ou a reconstrução anterior pode ser realizada (HAO et al., 2014) (Figura 7).

Figura 8 - Paciente do sexo masculino, 47 anos, com lesão por fratura-luxação. (A) translação lateral de L3 comparada a L2 nas radiografias anteroposteriores (seta) logo após a lesão. (B) translação posterior de L3 para L2 na tomografia computadorizada sagital logo após a lesão. (C) fragmento ósseo dentro do canal medular na tomografia axial pré-operatória. (D) fragmentos ósseos não foram reduzidos após a redução e fusão instrumentada posterior (cabeça de seta). (E,F) radiografias anteroposterior e perfil, após remoção de fragmentos ósseos e fusão com cages por via anterior.



3.2 Fixação Aberta e Percutânea

A fixação espinal é um tratamento útil para uma variedade de condições degenerativas na coluna vertebral, incluindo espondilolistese, escoliose, pseudoartrose, degeneração do segmento adjacente e doença degenerativa dolorosa do disco. Várias técnicas de fixação são descritas na literatura, cada uma com certas vantagens e desvantagens (ANDERSON et al., 2011). Tecnicamente, a fixação espinal é a combinação de um sistema de estabilização mecânica de vários segmentos vertebrais e uma substância biológica que promove a osteogênese, com o objetivo de alcançar a fusão permanente entre áreas um pouco grandes desses segmentos (GUERADO; FUERSTENBERG, 2011). De fato, uma vez que as partes a serem fundidas foram decorticadas, a fixação espinal assemelha-se conceitualmente ao tratamento de múltiplas fraturas sucessivas por meio de um sistema abrangente de osteossíntese que une os fragmentos e utiliza os princípios básicos da osteossíntese (GUERADO, 2005).

Na figura 8 são apresentados os princípios básicos da osteossíntese. Em qualquer osteossíntese, seja de osso longo, curto ou espinal, devem ser aplicados pelo menos 4 princípios fundamentais da osteossíntese:

(a) Compressão: a compressão consiste em ser submetido à fratura por forças confluentes de vetores contrários. Quando houver espaço considerável entre os fragmentos superior e inferior, ou entre um corpo vertebral superior e inferior (espaço intersomático), um enxerto tricortical deverá ser inserido e sofrerá compressão (entre as 2 vértebras), mas elicitando suporte (para essas vértebras, evitando a aproximação umas das outras). Isso produz grande estabilidade, mas desaparece após aproximadamente 3 - 4 semanas. Por isso, a neutralização, pelo menos, deve ser adicionada;

(b) Neutralização: a neutralização evita forças rotacionais e tangenciais (cisalhamento) que deslocam os fragmentos uns dos outros. Deve ser aplicado após outros princípios. Não é possível aplicar compressão após a neutralização porque os

fragmentos não avançam um em direção ao outro até a união. A neutralização deve sempre ser aplicada após a compressão;

(c) Suporte: o princípio de suporte mantém a altura do fragmento. É aplicável em casos de fratura de cavacos na diáfise de osteossíntese ou em casos de fratura por compressão no corpo vertebral após manutenção da altura por tração posterior com sistema pedicular;

(d) Brace: o princípio do brace combina compressão anterior no osso (ou enxerto) com prevenção de distração posterior graças ao implante. O exemplo mais característico é o sistema agulha-fio olecrano, sendo aplicado na coluna quando é realizada fixação 360° com autoenxerto ou substituto intersomático mais o sistema pedicular posterior.

Figura 9 - Princípios básicos da osteossíntese.

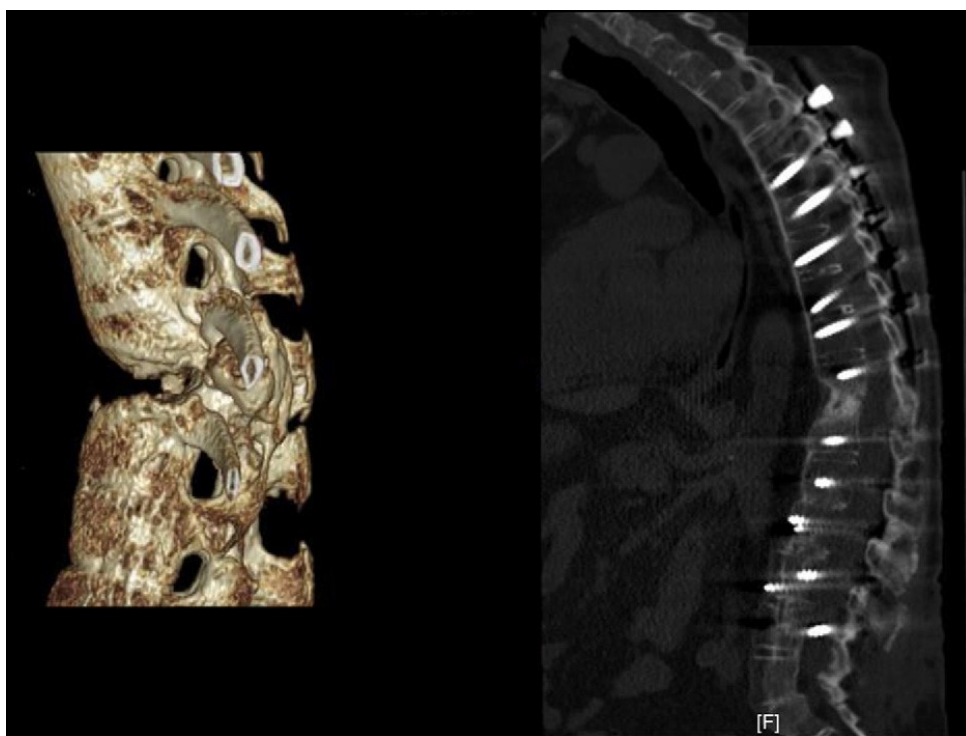


Fonte: Guerado (2005).

Concorda-se que o sistema de osteossíntese mais estável para fixação pósterio-lateral da coluna é um instrumento pediculado com autoenxerto. No entanto, nos casos intersomáticos, o mais estável é um sistema guiado com neutralização de suporte através de placas ou barras unidas às vértebras com parafusos, acoplado a um elemento de estabilização intersomática de suporte de compressão, como um autoenxerto cortical (GUERADO et al., 2005), ou seja, é necessária uma contribuição biológica com o constructo mecânico para conseguir a fusão tecidual, pois sem ele, o material acabará se rompendo por fadiga ou o constructo falhará. Além disso, a formação óssea com fusão elemento-tecido deve ser suficientemente robusta para suportar a carga mecânica. Em alguns casos, a fixação posterolateral é combinada

com a anterior, conhecida como fixação 360° (Figuras 9 e 10). Portanto, em qualquer ação terapêutica, o planejamento biomecânico e biológico deve ocorrer juntos para alcançar com sucesso o objetivo do tratamento (GUERADO; FUERSTENBERG, 2011).

Figura 10 - Aplicando o princípio da cinta com um aumento da neutralização. (a) Imagem de tomografia computadorizada 3D de um paciente diabético com espondilite anquilosante em tratamento de hemodiálise. (b) Abordagem anterior com autoenxerto tricortical intersomático na crista ilíaca por via anterior combinada com instrumentação posterior. A construção biomecânica é estável porque comprime anteriormente, mas estará sujeita a falhas posteriores se poucos níveis forem fixados devido à má ancoragem dos parafusos pediculares.



Fonte: Guerado et al. (2012).

Alguns exemplos claros disso são mostrados na escoliose, espondilite anquilosante (Figura 9) e tuberculose (figura 10). Na escoliose, a consolidação pósterio-lateral não é incomum, com quebras nas barras de osteossíntese. É muito mais frequente e precoce quando se utiliza apenas 1 barra pósterio-lateral, em comparação com o atual sistema pedicular de 2 barras. No entanto, as quebras no sistema de 2 barras continuam aparecendo, embora ocorram ao longo de vários anos, uma vez que o material se decompõe devido à fadiga. Na espondilite anquilosante, visto que a coluna vertebral atua como diáfise, é necessária a aplicação de um instrumento longo que aumenta a neutralização, pois os parafusos podem ficar mal ancorados em vértebras porosas e a carga mecânica sobre um instrumento curto pode

resultar em falha. Este tipo de osteossíntese é semelhante à de uma placa de neutralização aplicada à diáfise, uma vez que o intertravamento espinhal é tecnicamente impossível. No entanto, a fusão espinhal posterolateral é especial, pois não se destina a substituir a anatomia original, mas sim a formar uma ponte óssea heterotópica onde não existia osso anteriormente, o que poderia ser a origem da alta taxa de falha clínica observada (REID; JOHNSON; WANG, 2011).

Figura 11 - Autoenxerto intersomático de fíbula que oferece bom suporte com compressão inter fragmentar dos enxertos entre as vértebras. Combinação com fusão via instrumentação pedicular posterior em 360°. Após mais de um ano de seguimento, os autoenxertos de fíbula são fundidos às vértebras, como pode ser observado.



Fonte: Guerado et al. (2012).

Na fixação espinhal, a contribuição biológica por excelência é o autoenxerto. No entanto, a obtenção de tal enxerto gera alta incidência de morbidade e, quando mais de 1 espaço do disco intervertebral é fundido, a quantidade disponível geralmente é insuficiente. Além disso, o tempo extra necessário para extraí-lo e implantá-lo prolonga a intervenção cirúrgica, aumentando a exposição e o risco de sangramento e infecção. A busca por substâncias que possuam as propriedades osteogênicas do autoenxerto surge diante da necessidade de uma contribuição biológica que promova a formação óssea terapêutica, evitando os inconvenientes dos autoenxertos (GUERADO et al., 2011). A contribuição biológica, seja o autoenxerto ou uma substituição mal nomeada, deve idealmente possuir capacidades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras, sem provocar respostas imunológicas (BOATRIGT; BODEN, 2002).

O tratamento cirúrgico tem sido indicado para fraturas instáveis para estabilizar o segmento vertebral lesado e permitir reabilitação precoce sem órteses ou repouso no leito (CARL; TROMANHAUSER; ROGER, 1992). O tratamento cirúrgico convencional é realizado por fixação posterior e fixação do segmento vertebral lesado, com sistema de fixação pedicular com ou sem fixação. Esta abordagem é realizada através da abordagem posterior aberta sobre a linha média (LEE et al., 2013).

Procedimentos menos invasivos são uma tendência crescente na cirurgia da coluna vertebral com o objetivo de minimizar o trauma tecidual, reduzir a perda sanguínea e facilitar a recuperação do paciente. O uso de parafusos pediculares percutâneos faz parte dos procedimentos minimamente invasivos da coluna, podendo ser aplicados em procedimentos cirúrgicos que utilizam sistema de fixação principalmente para tratamento de fraturas, doenças degenerativas e tumores (BARBAGALLO et al., 2017).

O uso de fixação percutânea com parafusos pediculares para o tratamento de fraturas toracolumbares tem sido relatado e acredita-se que tenha as vantagens da abordagem aberta, ou seja, restauração do alinhamento e estabilização do segmento vertebral, sem sua morbidade. A fixação percutânea com parafusos pediculares minimamente invasiva obtém resultados semelhantes aos da cirurgia aberta tradicional e tem as vantagens de menor trauma, sangramento e dor e rápida recuperação pós-operatória (SUN; ZHANG; HAI, 2017). Recentemente, os relatos dos

resultados do tratamento cirúrgico das fraturas da coluna toracolombar através da coluna da fixação percutânea tem aumentado. Entretanto, ensaios clínicos randomizados ainda são raros, e mais ensaios são necessários para demonstrar as vantagens da fixação percutânea com parafusos pediculares minimamente invasiva sobre a técnica aberta tradicional.

3.3 Dor e Qualidade de Vida

As fraturas da coluna toracolombar estão entre as lesões mais graves do esqueleto humano. Especialmente em pacientes mais jovens, muitas vezes resultam de traumas de alta energia, enquanto fraturas estáveis sem lesão neurológica, são frequentemente tratadas com sucesso de forma conservadora, lesões instáveis geralmente requerem intervenção cirúrgica e estabilização (BRIEM et al., 2007). Se tratadas cirurgicamente, as fraturas são predominantemente estabilizadas com uma infinidade de sistemas internos de fixação (KNOP et al., 2000). No entanto, é um fenômeno bem conhecido que a estabilização dorsal pode falhar em manter a redução intraoperatória levando à deformidade cifótica dolorosa (LEFERINK et al., 2003).

Além de parâmetros tradicionais, como estabilidade a longo prazo, viabilidade de implantes e abordagens, bem como custo-benefício, os cirurgiões começaram recentemente a avaliar o sucesso do tratamento de uma maneira mais orientada para o paciente (ELFERING, 2006). Isso inclui refletir a percepção subjetiva do paciente e a qualidade de vida relacionada à saúde. Para isso, uma variedade de ferramentas gerais e específicas de doenças, a maioria deles questionários, devem ser aplicadas.

Embora as fraturas vertebrais possam estar associadas a efeitos adversos à saúde, como dor nas costas e incapacidade, pouco se sabe ainda sobre o impacto da fratura vertebral na qualidade de vida (BRIEM et al., 2007). Outro problema é definir os parâmetros que representem suficientemente a qualidade de vida relacionada à saúde em pacientes com fraturas da coluna toracolombar, e identificar ferramentas adequadas que permitam uma medição confiável destes.

As medidas de resultado relatado pelo paciente (PRO) e a avaliação da qualidade de vida relacionada à saúde (QVRS) ganham importância em todos os campos clínicos, incluindo cirurgia de trauma ortopédico e cirurgia de coluna. As fraturas da coluna toracolombar são lesões graves que muitas vezes requerem intervenção cirúrgica e são conhecidas por terem um impacto importante no resultado

a longo prazo após o trauma (BRIEM et al., 2007). A maioria dos estudos sobre o resultado após fraturas da coluna toracolombar se concentrou em parâmetros radiológicos, retorno ao trabalho, atividade e dor, sem considerar medidas específicas de resultado de QVRS (REINHOLD et al., 2009).

A avaliação da QVRS após fraturas toracolombares com instrumentos genéricos como o *Short Form-36 health survey* (SF-36) foi relatada apenas em alguns trabalhos (WOOD et al., 2003), todos limitados pelo baixo número de QVRS usados nos instrumentos. Apenas Briem et al. (2007), usaram cinco medidas diferentes (Escala Analógica Visual - EVA, SF-36, Questionário de Capacidade Funcional de Hannover - HFAQ, Questionário de Regulação da Dor - QRD e instrumento de triagem de Transtorno de Estresse Pós-Traumático de Stieglitz – TEPTS). Além disso, a partir de parâmetros clínicos típicos na avaliação do resultado após fraturas da coluna toracolombar, como distância ponta do dedo ao chão (FFD), dor à pressão e percussão (PPP) da área toracolombar-pélvica e alterações da tensão muscular paravertebral, apenas FFD foi relatado em dois estudos após o tratamento cirúrgico, para ter uma associação significativa com uma EVA específica da coluna (REINHOLD et al., 2009).

A dor é subjetiva, multidimensional e associada à ansiedade e depressão, podendo ser caracterizada por cronicidade, persistência ou intensidade. Estudos quantitativos relatam níveis pré-operatórios elevados de ansiedade e depressão em pacientes com dor crônica e mostram uma correlação bidirecional entre dor crônica e depressão (WAHLMAN et al., 2014). No entanto, a dor crônica pode ter períodos sem dor, criando uma sensação de alívio (STROM et al., 2018). A intensidade influencia a ansiedade e a depressão porque as estratégias usadas para lidar com a dor falham quando a dor se torna muito intensa.

Monticone et al. (2013), avaliaram a dor e qualidade de vida em pacientes após fusão lombar para espondilolistese degenerativa e/ou estenose espinhal lombar, demonstrando que, a associação em relação à intensidade da dor foi forte em 6 semanas e em 3 e 12 meses de acompanhamento. Além disso, a associação entre dor e saúde mental pareceu revelar variação temporal e não se mostrou igualmente forte ao longo do tratamento. Assim, o estudo quantitativo indica que a dor está apenas moderadamente relacionada à ansiedade e depressão, pois este estudo não encontrou relação entre uso de analgésicos, ansiedade e depressão, no primeiro e segundo dia após a cirurgia.

A depressão foi relativamente independente da dor na fase pós-operatória precoce (PARLATO et al., 2013). Além disso, um estudo transversal realizado 1 mês antes da cirurgia não encontrou correlação entre ansiedade e depressão e dor (ABBOTT; TYNI-LENNÉ; HEDLUND, 2010). No entanto, um estudo de coorte prospectivo descobriu que ansiedade e depressão são uma resposta natural à presença de dor em 1 ano de acompanhamento, e isso é apoiado por um estudo de entrevista no qual 22 pacientes com dor por pelo menos 3 anos expressaram um sentimento de mudança em sua personalidade, porque a dor lhes deu menos alegria na vida e lhes causou tanto sofrimento que 15 desses 22 pacientes consideraram suicídio (MARATOS et al., 2012). No entanto, quando a dor diminuía, havia alívio mental e a vida não era tão complicada.

A dor aguda é quase onipresente após a cirurgia. Felizmente, pode ser controlado e geralmente se resolve dentro de 1 semana. Não deve causar angústia ou limitar a recuperação pós-operatória (RAWAL, 2005). No entanto, para alguns pacientes, a dor pós-operatória aguda persiste além do tempo normal de cicatrização do tecido e transita para um estado de dor crônica (HUANG et al., 2016). A prevalência de dor crônica pós-cirúrgica (DCSP), que é ruim o suficiente para causar prejuízo funcional substancial, é de aproximadamente 10% após todas as cirurgias (MACRAE, 2008).

Globalmente, mais de 320 milhões de pessoas são submetidas a cirurgias a cada ano, o que representa um grande potencial para DCSP. Como resultado, a DCSP é cada vez mais reconhecida como um problema de saúde pública, não apenas pelo desconforto, angústia e incapacidade que causa, mas também porque as abordagens anteriores para administrá-la contribuíram substancialmente para a atual crise de opioides (BAKER, 2017). O uso de opioides para pacientes submetidos à cirurgia apresenta um problema particularmente desafiador, exigindo que os médicos equilibrem dois interesses concorrentes: controlar a dor aguda no pós-operatório imediato e minimizar os riscos do uso persistente de opioides após a cirurgia. Encontrar maneiras de minimizar esse risco é particularmente importante à luz de uma literatura crescente sugerindo que os pacientes que foram submetidos a cirurgia correm maior risco de uso crônico de opioides (HAH e t al., 2017).

A dor pós-cirúrgica é um paradigma para entender e estudar outras dores que também são iatrogênicas (VENTZEL et al., 2018). Como a DCSP ocorre a partir de

uma incisão planejada em um momento específico, ela tem o potencial de ser prevenida e mais bem controlada. No entanto, existem muitos fatores que contribuem para o desenvolvimento e persistência da DCSP, e apenas alguns deles estão relacionados à cirurgia. Assim como na dor crônica não cirúrgica, fatores psicológicos e sociais têm uma influência importante. Todos os médicos, não apenas cirurgiões e anestesistas, devem ter algum conhecimento sobre DCSP e como gerenciar casos estabelecidos, que podem persistir por meses ou anos após o procedimento. Tal como acontece com muitas outras condições crônicas, a intervenção precoce provavelmente melhorará os resultados e, portanto, a identificação de pacientes em risco é crucial.

Materiais e Métodos

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Abordagem metodológica

Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses Statement* (PRISMA).

4.2 Critérios de elegibilidade

Foram aplicados os seguintes critérios de seleção e inclusão do material bibliográfico consultado, para realização da revisão sistemática e metanálise, de pesquisas realizadas até 2022 que analisaram pacientes:

- Faixa etária entre 18 e 70 anos;
- Vítimas de fraturas traumáticas da coluna vertebral na transição toracolumbar (entre T11 e L2), classificadas em lesões A3 e A4, segundo classificação para fraturas toracolumbares da AOSpine;
- Submetidos à fixação convencional ou minimamente invasiva

Os critérios de exclusão aplicados incluem os estudos sem o texto completo disponível, tipos de estudos incorretos ou que incluíram pacientes com fraturas de etiologia neoplásica, osteoporótica ou infecciosa. Não houve restrição de linguagem.

Os títulos e resumos dos artigos identificados pela pesquisa bibliográfica, foram selecionados e organizados com exclusão de duplicatas através do software Covidence®. Dois pesquisadores do grupo analisaram de forma independente os resumos e, desta forma, realizaram a exclusão de estudos irrelevantes. Os textos completos obtidos foram avaliados quanto à elegibilidade e os artigos relevantes foram incluídos nesta revisão sistemática e na metanálise.

4.3 Fontes de informação

As bases de dados PubMed, Embase, Web of Science, Scopus e Cochrane foram consultadas para realização da busca dos artigos, para responder à questão de pesquisa declarada. As bases de dados foram consultadas no período compreendido entre janeiro e agosto de 2022.

4.4 Estratégia de busca

Em todas as bases, foram utilizados os seguintes descritores, consultados de forma individual no título: “*spinal fractures*”, “*spinal injuries*”, “*minimally invasive surgical procedures*”, “*spinal fusion*”, “*pain*” e “*quality of life*”. Após esta primeira consulta, todos os descritores foram combinados com descritor “*arthrodesis*”, visto que, em todos os estudos o procedimento de fixação deve estar presente.

4.5 Processo de coleta de dados e definição dos parâmetros de dor e qualidade de vida

Foram extraídas informações das seguintes variáveis através dos artigos consultados por dois revisores de forma independente: dados demográficos (nome do primeiro autor, data de publicação, desenho do estudo, tamanho da amostra, idade média, sexo e período médio de acompanhamento), tipo e nível de fratura, técnica cirúrgica, tempo cirúrgico, tempo de internação, perda de sangue, Escala Analógica Visual (VAS), Índice de Oswestry (ODI).

A VAS é uma ferramenta para quantificar a intensidade da dor, com maior resultado indicando maior intensidade (escala 0–10).

O ODI é um questionário de dez categorias para quantificar incapacidade devido à lombalgia, sendo 100% correspondente a incapacidade total e 0%, sem deficiência.

4.6 Avaliação do risco de viés dos estudos

Para avaliação do risco de viés, utilizou-se a ferramenta da Cochrane, RCT – *Risk of Bias in Systematic Reviews*, aplicada em revisões sistemáticas para determinar a qualidade dos estudos incluídos.

Dois revisores avaliaram de forma independente a qualidade de cada estudo incluído e a qualidade das evidências. Quaisquer discrepâncias foram resolvidas com reuniões em equipe.

4.7 Medidas dos Efeitos e Quantificação da Heterogeneidade dos Estudos

Quando dois ou mais estudos apresentaram o mesmo desfecho foi feita uma análise quantitativa pela combinação dos resultados desde que não houvesse heterogeneidade substancial. Os desfechos foram apresentados como diferença ponderada das médias (mean difference – MD) entre os dois grupos de comparação quando possuímos as medidas em uma mesma escala, risco relativo (RR), redução do risco relativo (RRR) e apresentados com o seu correspondente intervalo de confiança (IC) a 95%. Os resultados foram resumidos utilizando-se gráficos de floresta.

Para quantificar as inconsistências dos estudos empregados na metanálise foi utilizado o teste de heterogeneidade $I^2 = [(Q - df) / Q] \times 100\%$, sendo Q o qui-quadrado e, df (degree of freedom) o grau de liberdade. Considerou-se presença de heterogeneidade substancial quando $I^2 > 75\%$. Neste caso, a variabilidade nas estimativas e o efeito podem ser frutos da heterogeneidade ao invés de erro amostral sendo imprópria a realização da metanálise.

4.8 Princípios éticos e consentimento informado

O desenho deste estudo não prevê a participação direta de pacientes, evitando-se os riscos previsíveis (não-maleficência). O risco/benefício é adequado (beneficência), pois o estudo traz benefícios aos pacientes, que terão uma avaliação bastante cuidadosa e, certamente, isso refletir-se-á em uma melhor abordagem de suas morbidades, aos médicos e pesquisadores, visto que o estudo proporcionará novas referências e conhecimento. Os métodos utilizados poderão auxiliar a definir condutas e estabelecer melhor abordagem terapêutica para a patologia em estudo, além de expandir o conhecimento vigente.

O estudo foi desenvolvido de acordo com a Declaração de Helsinki e foi iniciado após sua aprovação no Registro Internacional Prospectivo de Revisões Sistemáticas – PROSPERO - CRD42020218282, com a liberação de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa das instituições envolvidas, conforme anexo.

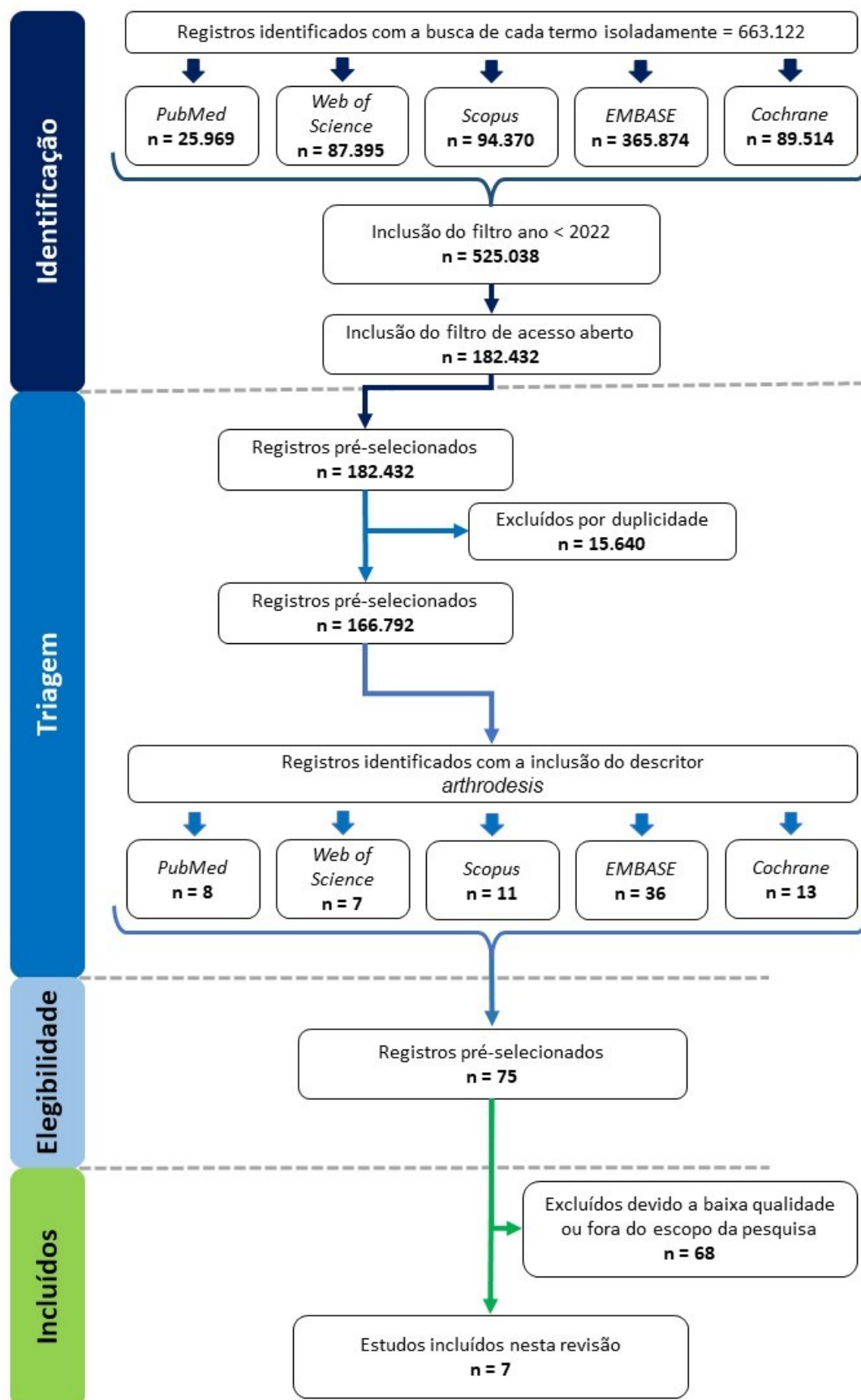
Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Resultados das Buscas na Literatura

As pesquisas realizadas na ferramenta de pesquisa avançada do MEDLINE, Web of Science, Scopus, EMBASE e Cochrane, utilizando os códigos isoladamente estabelecidos na metodologia, retornaram 663.122 publicações. Ainda na etapa de identificação e pós a inclusão dos filtros de ano apenas publicações com acesso aberto, este valor foi reduzido para 182.432. Na etapa de triagem, foram excluídas 15.640 publicações por duplicidade e, após a inclusão do descritor arthrodesis, foram elegíveis 75 publicações. Após a exclusão das publicações devido à baixa qualidade ou fora do escopo da pesquisa, foram incluídos 7 artigos

Figura 62 - Fluxograma das publicações identificadas, avaliadas e incluídas na revisão realizada.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.2 Características dos Estudos Incluídos

As características dos 8 estudos clínicos incluídos, com 325 participantes são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Características dos estudos incluídos

1	Referência	Kao et al., 2017
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	Taiwan. n = 17. 37,2 ($\pm$ 13) anos.
	Período de Acompanhamento	12 meses.
	Técnica Cirúrgica	Fixação aberta.
	Tempo Cirúrgico	Não informado.
	Tempo de Internação	Não informado.
	Perda de Sangue	Não informado.
2	Referência	Gumussuyu et al., 2019
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	Turquia. n = 27. 38,5 ($\pm$ 12,4) anos.
	Período de Acompanhamento	117,7 ($\pm$ 8,7) meses.
	Técnica Cirúrgica	Fixação aberta.
	Tempo Cirúrgico	Não informado.
	Tempo de Internação	8,95 ($\pm$ 5,05) dias.
	Perda de Sangue	277,1 ($\pm$ 116,6) ml.
3	Referência	Dong et al., 2013
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	China. n = 39. 36,3 ($\pm$ 9,2) anos.
	Período de Acompanhamento	12 meses.
	Técnica Cirúrgica	Fixação percutânea.
	Tempo Cirúrgico	50,3 ($\pm$ 9,4) minutos.
	Tempo de Internação	1,77 ($\pm$ 0,87) dias.
	Perda de Sangue	23,3 ($\pm$ 7,9) ml.
4	Referência	Jitaru et al., 2018
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	Romênia. n = 227. 52,26 anos.
	Período de Acompanhamento	Não informado.
	Técnica Cirúrgica	Fixação percutânea.
	Tempo Cirúrgico	Não informado.
	Tempo de Internação	Não informado.
	Perda de Sangue	Não informado.

Tabela 1 - Características dos estudos incluídos (continuação)

5	Referência	Lee et al.,2013
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	Coréia do Sul. n = 59. 45,6 ($\pm$ 15,7) anos para fixação percutânea. 48,2 ($\pm$ 12,3) anos para fixação aberta.
	Período de Acompanhamento	30,2 meses (fixação percutânea). 39,7 meses (fixação aberta).
	Técnica Cirúrgica	Fixação percutânea. Fixação aberta.
	Tempo Cirúrgico	83,2 ($\pm$ 26,1) min. (fixação percutânea) 154,9 ($\pm$ 39,2) min. (fixação aberta)
	Tempo de Internação	Não informado.
	Perda de Sangue	262,5 ($\pm$ 86,9) ml (fixação percutânea) 684,3 ($\pm$ 239,9) ml (fixação aberta)
6	Referência	Trungu et al.,2019
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	Itália. n = 144. 61,12 (23 – 86) anos.
	Período de Acompanhamento	6 anos.
	Técnica Cirúrgica	Fixação percutânea.
	Tempo Cirúrgico	46 (30 – 80) min.
	Tempo de Internação	3 (2 – 5) dias.
	Perda de Sangue	Não informado.
7	Referência	Wood, Bohn, Mehbod, 2005
	Tipo de Estudo	Coorte prospectivo.
	Características dos pacientes	Estados Unidos da América. n = 18. 42 (19 – 68) anos.
	Período de Acompanhamento	24 meses.
	Técnica Cirúrgica	Fixação aberta.
	Tempo Cirúrgico	205 (155 – 305) min.
	Tempo de Internação	10,1 (6 – 27) dias.
	Perda de Sangue	459,72 (150 – 900) ml.

Fonte: elaborado pelo autor.

5.3 Risco de Viés nos Estudos Incluídos

Dos estudos incluídos, conforme descrito na tabela 2, o risco de viés para a geração de sequência aleatória foi baixo em 2 estudos. Apenas um estudo apresentou risco de ocultação da alocação baixo. Em relação ao cegamento dos participantes e profissionais, nenhum estudo teve risco baixo. Os desfechos incompletos e relato de

desfecho seletivo foram de risco baixo em todos os estudos. Com relação a outras fontes de viés, o risco foi incerto e todos os estudos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2 - Risco de viés dos estudos incluídos (✗ alto, ✓ baixo e ! incerto).

Referência	Geração de Sequência Aleatória	Ocultação da Alocação	Cegamentos dos Pacientes e Profissionais	Desfechos Incompletos	Relato de Desfecho Seletivo	Outras fontes de Viés
Kao et al., 2017	✗	✗	!	✓	✓	!
Gumussuyu et al., 2019	✓	✓	✗	✓	✓	!
Dong et al., 2013	✗	✗	✗	✓	✓	!
Jitaru et al., 2018	✗	✗	✗	✓	✓	!
Wood, Bohn, Mehbod, 2005	✓	!	!	✓	✓	!
Lee et al., 2013	!	!	!	✓	✓	!
Trungu et al., 2019	✗	✗	✗	✓	✓	!

Fonte: elaborado pelo autor.

5.4 Efeito da Intervenção

5.4.1 Desfecho da redução da dor e a fixação

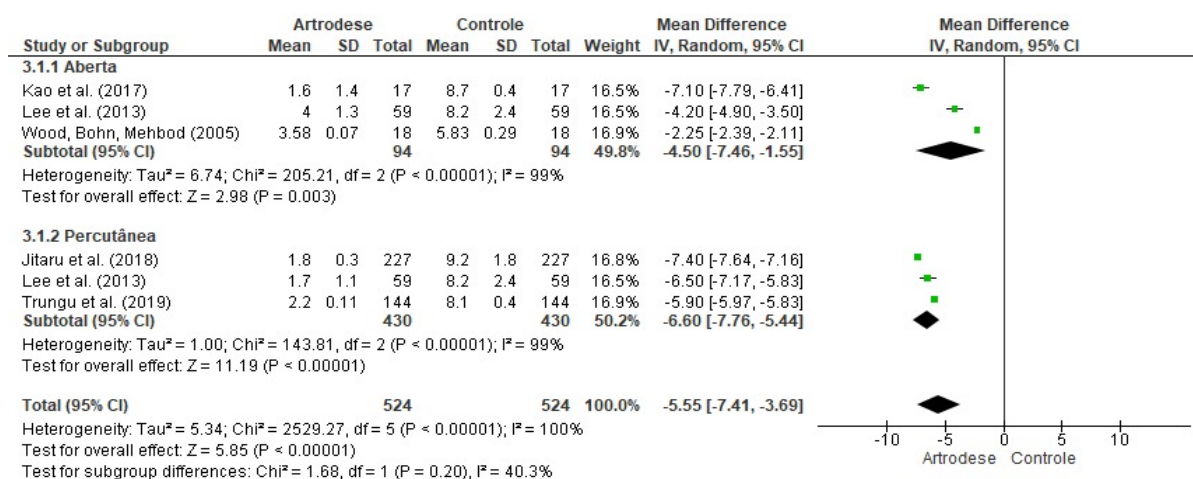
Os valores obtidos com a redução da dor, avaliada através da Escala Analógica da Dor, antes (controle) e após a fixação aberta e percutânea (Tabela 3), foram utilizados para realização da metanálise apresentada na figura 13. Observamos aqui uma melhora dos escores de dor no pós-operatório tanto na cirurgia aberta quanto na cirurgia MISS, com RRR de 4,50 no procedimento convencional e de 6,60 no procedimento percutâneo ($p < 0,05$). Na figura 14, observamos o *Funnel Plot* para avaliação do risco de viés de publicação para este desfecho, com distribuição equilibrada dos estudos para os resultados obtidos em cada estudo.

Tabela 3 - Valores estatísticos da Escala Analógica da Dor dos estudos incluídos.

Referências	n	Controle		Fixação Aberta		Fixação Percutânea	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Kao et al. (2017)	17	8,7	± 0,4	1,6	± 1,4	---	---
Jitaru et al. (2018)	65	9,2	± 1,8	---	---	1,8	± 0,3
Dong et al. (2013)	39	---	---	---	---	0,35	± 0,52
Lee et al. (2013)	59	8,2	± 2,4	4,0	± 1,3	1,7	± 1,1
Trungu et al. (2019)	144	8,1	± 0,4	---	---	2,2	± 0,11
Wood, Bohn, Mehbod (2005)	18	5,83	± 0,29	3,58	± 0,07	---	---

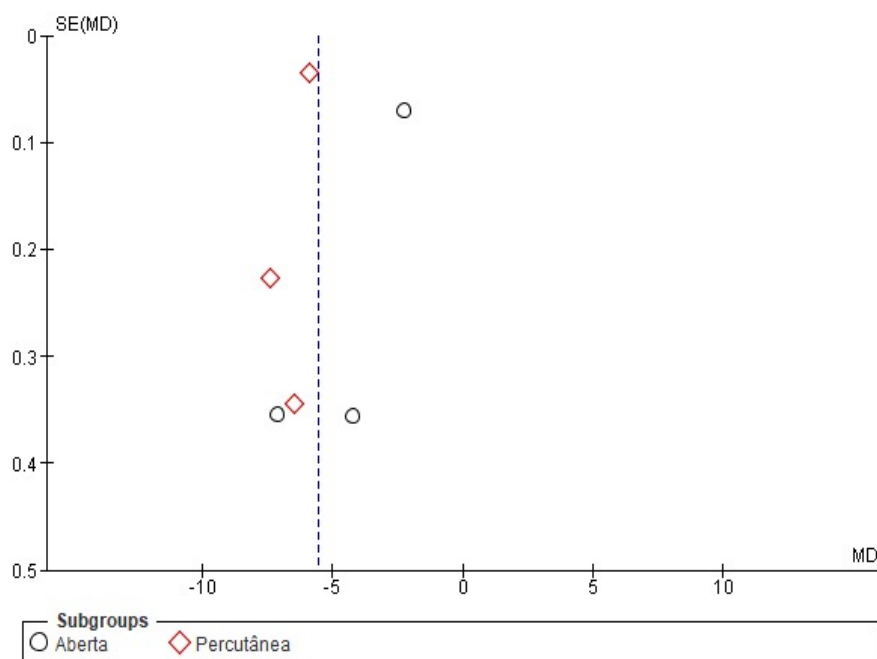
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 13 - Metanálise do desfecho redução da dor e a fixação, avaliada pela Escala Analógica da Dor.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 14 - Funnel Plot do desfecho redução da dor e a fixação, avaliada pela Escala Analógica da Dor.



Fonte: elaborado pelo autor.

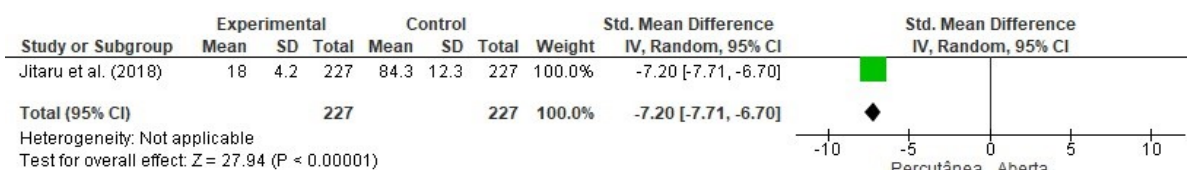
Os valores obtidos com a redução da dor, avaliada através do Índice de Oswestry, antes (controle) e após o procedimento cirúrgico foram demonstrados apenas em um artigo (JITARU et al., 2018) (tabela 4) e seus dados foram utilizados para realização da análise apresentada na figura 15. Observou – se, para este desfecho, uma melhora da dor no pós-operatório.

Tabela 4 - Valores estatísticos do Índice de Oswestry da dor dos estudos incluídos.

Referências	n	Controle		Fixação Aberta		Fixação Percutânea	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Gumussuyu et al. (2019)	27	---	---	16,35	± 12,3	---	---
Jitaru et al. (2018)	65	84,3	± 12,3	---	---	18,0	± 4,2
Dong et al. (2013)	39	---	---	---	---	2,9	± 3,9
Trungu et al. (2019)	144	---	---	---	---	15,6	± 0,8
Wood, Bohn, Mehbod (2005)	18	---	---	20,11	± 0,8		

Fonte: elaborado pelo autor.

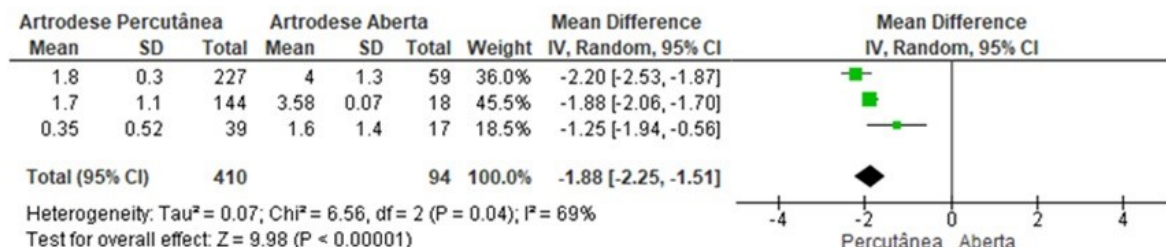
Figura 15 - Metanálise do desfecho redução da dor e a fixação, avaliada pelo Índice de Oswestry.



Fonte: elaborado pelo autor.

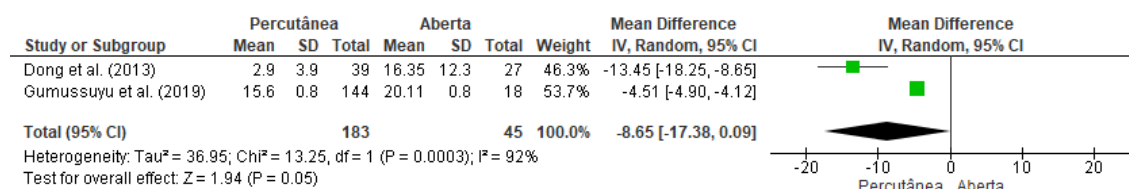
Através dos valores obtidos pela literatura, como a maioria dos estudos não fez comparação direta entre as técnicas cirúrgicas, realizamos a metanálise com a somatória das populações estudadas nos trabalhos comparando a aplicação da Escala Analógica da Dor (Figura 16) e o Índice de Oswestry (Figura 17), após a realização da fixação aberta e percutânea. Nesta avaliação, o desfecho clínico de dor da cirurgia minimamente invasiva foi melhor que da cirurgia convencional para VAS, porém, no ODI a redução não foi estatisticamente significativa.

Figura 16 - Metanálise comparando a redução da dor após a realização de fixação aberta e percutânea, através da Escala Analógica da Dor.



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 17 - Metanálise comparando a redução da dor após a realização de fixação aberta e percutânea, através do Índice de Oswestry.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.4.2 Qualidade da Evidência

A avaliação da qualidade da evidência foi graduada, empregando o sistema GRADE, conforme os critérios de Downgrade e Upgrade para estudos observacional. Na análise de risco de viés, nenhum dos estudos foi classificado com baixo risco de viés, entretanto, ao analisar o peso dos estudos nas metanálises, observamos que o peso dos estudos sempre foi menor que 50%, portanto, optou-se em não retirar pontos neste quesito.

Na avaliação de inconsistência, observou-se uma heterogeneidade alta populacional e, por termos baixo número de estudos e de dados, não foi possível realizar análise de sensibilidade e/ou subgrupos. Sendo assim, avaliou-se os intervalos de confiança que, sobrepostos, sempre tendem aos mesmos resultados.

No quesito “Evidência indireta” observou-se que os estudos respondem à questão “PICO” do estudo atual. Com relação à Imprecisão, observou-se que os intervalos de confiança dos resultados obtidos não cruzam a linha central dos gráficos e permanecem do lado que favorece a intervenção. Na análise de viés de Publicação, os gráficos de funnel plot mostraram estudos distribuídos similarmente.

Dentre os quesitos de “Upgrade”, o efeito dose resposta não acrescenta pontuação por se tratar de técnica cirúrgica. Observou-se um grande tamanho de efeito, pois, os dados mostram sempre melhora das condições de dor em relação ao controle e à cirurgia convencional. Com relação aos fatores confundidores residuais, como se trata de patologia específica traumática, acredita-se que são poucos os confundidores que poderiam aumentar ou diminuir os índices de dor dos pacientes, apesar da dor ser uma experiência subjetiva. Na tabela 5, é apresentada a qualidade da evidência da relação da dor após a fixação aberta ou percutânea, utilizando a escala analógica da dor ou índice Oswestry.

Tabela 5 - Qualidade da evidência da dor utilizando a escala analógica da dor e o índice Oswestry, após fixação percutânea ou fixação aberta.

Avaliação da dor após a fixação aberta no tratamento de fraturas toracolumbar.						
Pacientes: fraturas traumáticas da coluna vertebral na transição toracolumbar.						
Intervenção: Fixação aberta.						
Comparação: Escala Analógica da Dor						
Desfecho	Chances comparativas ilustrativas		Efeito Relativo (IC 95%)	n	Qualidade da Evidência (GRADE)	Comentários
	Chance Assumida	Chance Correspondente				
	[controle]	[experimental]				
Redução da dor	5,83 – 9,2	1,6 – 4,0	- 4,5 (-7,46, - 1,55)	94	⊗⊗⊗⊗	
Avaliação da dor após a fixação percutânea no tratamento de fraturas toracolumbar.						
Pacientes: fraturas traumáticas da coluna vertebral na transição toracolumbar.						
Intervenção: Fixação percutânea.						
Comparação: Escala Analógica da Dor.						
Desfecho	Chances comparativas ilustrativas		Efeito Relativo (IC 95%)	n	Qualidade da Evidência (GRADE)	Comentários
	Chance Assumida	Chance Correspondente				
	[controle]	[experimental]				
Redução da dor	5,83 – 9,2	0,35 – 2,2	- 6,60 (- 7,76, - 5,44)	430	⊗⊗⊗⊗	
Avaliação da dor após a fixação percutânea no tratamento de fraturas toracolumbar.						
Pacientes: fraturas traumáticas da coluna vertebral na transição toracolumbar.						
Intervenção: Fixação aberta.						
Comparação: Índice Oswestry.						
Desfecho	Chances comparativas ilustrativas		Efeito Relativo (IC 95%)	n	Qualidade da Evidência (GRADE)	Comentários
	Chance Assumida	Chance Correspondente				
	[controle]	[experimental]				
Redução da dor	72 - 96,6	16,35 – 20,11	-7,20 (-7,71 - 6,70)	227	⊗⊗⊗⊗	
Avaliação da dor após a fixação aberta no tratamento de fraturas toracolumbar.						
Pacientes: fraturas traumáticas da coluna vertebral na transição toracolumbar.						
Intervenção: Fixação aberta.						
Comparação: Escala Analógica da Dor						
Desfecho	Chances comparativas ilustrativas		Efeito Relativo (IC 95%)	n	Qualidade da Evidência (GRADE)	Comentários
	Chance Assumida	Chance Correspondente				
	[controle]	[experimental]				
Redução da dor	6,05 – 9,03	1,00 – 6,06	- 4,51 (-5,97, -3,05)	192	⊗⊗⊗⊗	

Fonte: elaborado pelo autor.

Discussão

6 DISCUSSÃO

Esta revisão foi baseada em sete estudos, com 531 participantes no total, provenientes dos Estados Unidos da América, Taiwan, China, Turquia, Itália, Romênia e Coréia do Sul.

As fraturas da coluna toracolumbar representam 90% de todas as fraturas da coluna, seguidas pelas fraturas cervicais e por último pelas fraturas da coluna lombar. Esta área é composta pelas vértebras T11 a L2, e é a mais propensa a sofrer lesões devido à sua transição de um segmento rígido para um móvel, sendo que, 20-40% das fraturas neste segmento apresentam comprometimento neurológico (WANG et al., 2016; CAHUEQUE et al., 2016).

O tratamento adequado dessas lesões é muito importante, sendo que, os objetivos atuais do tratamento são: prevenir danos neurológicos, estabelecer estabilidade e fusão adequadas, recuperar o equilíbrio sagital, iniciar a reabilitação precoce e reintegrar o paciente ao trabalho, no entanto, ainda há muita controvérsia sobre o que representa o tratamento ideal (SCHOREDER et al., 2015, DENIS et al., 1983; BUTLER et al., 2004).

Geralmente, o tratamento cirúrgico é indicado em pacientes com fraturas do tipo compressão (A3, A4) ou fraturas por compressão com déficit neurológico que apresentam fragmentos ósseos no canal medular. Em pacientes com fragmentos ósseos invadindo o canal medular sem comprometimento neurológico, apenas a fixação, sem descompressão é suficiente para obter estabilidade adequada. Pacientes com cifose $>35^\circ$ necessitam de estabilização cirúrgica devido ao alto risco de evolução para piores desfechos (ÖNER et al., 2010).

Devido ao fato destas fraturas serem puramente ósseas, alguns estudos indicam que não haveria diferenças nos desfechos clínicos entre o tratamento conservador e o tratamento cirúrgico.²³ Já outros estudos indicaram que os pacientes submetidos a fixação, seja percutânea ou aberta, continuaram a desfrutar de melhora em sua qualidade de vida até 5 anos de pós-operatório (JITARU et al, 2018). Isso foi o que observamos nesta revisão, pois, obtivemos dados favoráveis do ponto de vista estatístico para melhora da dor após a realização da cirurgia, com uma redução 4,50 da pontuação do VAS e de 6,60 dos resultados do ODI após a realização da cirurgia e em vários períodos de pós-operatório.

Pensando na morbidade trazida em agredir estruturas saudáveis do corpo como músculos e ligamentos para acessar cirurgicamente a coluna vertebral, na última década, houve desenvolvimento de novas técnicas para cirurgia minimamente invasiva, diminuindo a agressividade da cirurgia aberta com uma melhor reabilitação e possibilidade de menor dor no pós-operatório, resultados estéticos melhores, menor morbidade e retorno mais rápido às atividades diárias. A literatura mostra maior de analgésicos e opioides em pacientes submetidos à cirurgia aberta. Portanto, as técnicas minimamente invasivas, como a cirurgia de fixação percutânea, poderiam ser uma excelente solução nos pacientes politraumatizados, especialmente aqueles mais graves com múltiplas lesões corporais (GIORGI et al., 2014).

Habib et al. (2012), comparando a fixação aberta com a percutânea, propôs que as evidências atuais suportam, que os resultados das cirurgias são comparáveis. Na nossa revisão, ao analisar a VAS, observamos um RRR de 1,88 na graduação de dor pelos pacientes submetidos à fixação percutânea em relação à cirurgia convencional, dado com significância estatística ($p < 0,0001$). Ao analisarmos o índice ODI, os pacientes submetidos à cirurgia MISS tiveram um RRR de 8,61 na pontuação de limitação para dor que os pacientes que realizaram a cirurgia aberta, apesar de este dado não ter significância estatística ($p = 0,05$).

A perda de sangue é significativamente menor na cirurgia de fixação percutânea, em comparação com a cirurgia aberta. Isso é vantajoso em pacientes com reservas limitadas que são mais propensos a complicações por perda de sangue, como idosos com múltiplas comorbidades (GOLDSTEIN et al., 2014). Os artigos incluídos demonstraram que nenhum dos pacientes que realizaram fixação percutânea necessitaram de transfusão sanguínea (GUMUSSUYU et al., 2019; DONG et al., 2013; LEE et al., 2013; WOOD; BOHN; MEHBOD, 2005).

Em um dos estudos incluídos, os pacientes que realizaram fixação percutânea, também apresentaram menor dor pós-operatória, exigindo quase 3 vezes menos o uso de morfina, quando comparado aos pacientes submetidos a fixação aberta. A fixação percutânea envolve menos dissecação de tecidos moles, explicando assim uma menor perda de sangue e dor pós-operatória. Isso, por sua vez, se traduziu em deambulação mais precoce e internação mais curta do que o grupo aberto (KAO et al., 2017).

Apesar dos custos operacionais da realização da fixação percutânea serem maiores do que a fixação aberta, a diferença de custo pode ser reduzida quando se

analisa o custo total da hospitalização, devido a uma estadia mais curta para pacientes que realizaram fixação percutânea e recuperação mais precoce, com menos dias de trabalho perdidos (WOOD; BOHN; MEHBOD, 2005).

A cirurgia percutânea está associada a uma curva de aprendizado desafiadora com tempo fluoroscópico significativamente mais longo, visto que, a colocação dos parafusos pediculares e hastes é feita por via percutânea sob orientação fluoroscópica. Esta é uma possível desvantagem para a cirurgia percutânea, mas, com maior experiência, a exposição fluoroscópica e o tempo operatório podem ser reduzidos (KAO et al., 2017).

Este estudo apresenta limitações que merecem ser destacadas. Infelizmente faltam dados de alta qualidade comparando a duas técnicas, seja devido ao pequeno tamanho da amostra, estudos não prospectivos e população de pacientes heterogênea com várias indicações diferentes para fixação lombar. Também observamos a falta de estudos randomizados com baixo risco de randomização e cegamento para termos dados significativos comparando uma abordagem com a outra. Neste sentido, outra limitação é o pequeno número de estudos em relação à abordagem cirúrgica posterior apenas para a patologia chave do estudo, muito provavelmente por estudarmos o tratamento de um tipo específico de lesão da coluna vertebral.

Conclusão

7 CONCLUSÃO

Respeitando – se as limitações do estudo, podemos afirmar que ambas as técnicas cirúrgicas trouxeram melhor qualidade de vida e redução de dor em todos os períodos de pós-operatório do tratamento das fraturas A3/A4 de transição toracolombar. A fixação percutânea (minimamente invasiva) foi superior a fixação aberta (convencional), para dor na graduação na escala analógica visual de dor dos pacientes vítimas das lesões estudadas. Recomendamos que são necessários ensaios clínicos randomizados, controlados e padronizados e cegados que envolvam a comparação direta da fixação percutânea com a fixação aberta além de coortes mais longas e com maior número de pacientes envolvidos para melhorarmos as evidências de indicação de uma técnica sobre a outra.

8 REFERÊNCIAS

- ABUDOU, M.; CHEN, X.; KONG, X.; WU, T. Surgical versus non-surgical treatment for thoracolumbar burst fractures without neurological deficit. **Cochrane Database Syst Rev**, v. 6, CD005079. 2013.
- AEBI, M. Classification of thoracolumbar fractures and dislocations. **European Spine Journal**, v. 19, n. S1, p. 2–7, 23 out. 2009.
- AEBI, M.; ARLET, V.; WEBB, J. K. **AO-Manual of Spine Surgery**, v. 1. Thieme Publisher, Stuttgart. 2008.
- ALANAY, A.; YAZICI, M.; ACAROGLU, E.; TURHAN, E.; CILA, A.; SURAT, A. Course of nonsurgical management of burst fractures with intact posterior ligamentous complex: an MRI study. **Spine**, v. 29, p. 2425 - 31. 2004.
- AMARAL, C. A. B. DO et al. Immediate postoperative pain level from lumbar arthrodesis following epidural infiltration of morphine sulfate. **Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)**, v. 50, n. 1, p. 72–76, jan. 2015.
- ANDERSON, D. G. et al. Anterior interbody arthrodesis with percutaneous posterior pedicle fixation for degenerative conditions of the lumbar spine. **European Spine Journal**, v. 20, n. 8, p. 1323–1330, 13 abr. 2011.
- AZAR, F. M. et al. **Campbell's operative orthopaedics**. Amsterdam: Elsevier, 2020.
- BAKER, D. W. History of the joint commission's pain standards: lessons for today's prescription opioid epidemic. **JAMA**, v. 317, p. 1117 – 18. 2017.
- BARBAGALLO, G. M. V.; RAUDINO, G.; VISOCCHI, M.; ALOBAID, A. A.; AL-MUTAIR, A. A.; NAVEEN, T.; CERTO, F. Restoration of thoracolumbar spine stability and alignment in elderly patients using minimally invasive spine surgery (MISS). A safe and feasible option in degenerative and traumatic spine diseases. **Acta Neurochir Suppl.**, v. 124, p. 69 – 74. 2017.
- BOATRRIGHT, K. C.; BODEN, S. D. **Biologic enhancement of spinal arthrodesis: past, present, and future**. In: Fardon DF, Grafin SR, Abitbol JJ, Boden SD, Herkowitz HN, Mayer TG, editors. Orthopaedic knowledge update, spine, vol. 2. Richmond/Chicago: AAOS, p. 459 - 68. 2002.
- BOGDUK, N. **The lumbar vertebrae**, in: N. Bogduk (Ed.), Clinical and Radiological Anatomy of the Lumbar Spine, Elsevier, Edinburgh, p. 1–10. 2011.
- BOOS, N.; AEBI, M. **Spinal disorders: fundamentals of diagnosis and treatment**. Berlin; New York: Springer; 2008.
- BRIEM, D.; BEHECHTNEJAD, A.; OUCHMAEV, A. et al. Pain regulation and health-related quality of life after thoracolumbar fractures of the spine. **Eur Spine J**, v. 16, p. 1925 – 1933. 2007.

BUTLER, J. S.; WALSH, A.; O'BYRNE, J. Functional outcome of burst fractures of the first lumbar vertebra managed surgically and conservatively. **International Orthopaedics**, v. 29, n. 1, p. 51–54, 5 nov. 2004.

CAFFARO, M. F. S.; AVANZI, O. Is there a difference between narrowing of the spinal canal and neurological deficits comparing Denis and Magerl classifications? **Spinal Cord**, v. 49, n. 2, p. 297–301, 7 set. 2010.

CAHUEQUE, M. et al. Management of burst fractures in the thoracolumbar spine. **Journal of Orthopaedics**, v. 13, n. 4, p. 278–281, dez. 2016.

CANTOR, J. B.; LEBWOHL, N. H.; GARVEY, T.; EISMONT, F. J. Nonoperative management of stable thoracolumbar burst fractures with early ambulation and bracing. **Spine**, v. 18, p. 971 - 6. 1993.

CARL, A. L.; TROMANHAUSER, S. G.; ROGER, D. J. Pedicle screw instrumentation for thoracolumbar burst fractures and fracture-dislocations. **Spine**. v. 17, n. 8 p. 317 – 24. 1992.

CHANG, M. et al. Percutaneous Endoscopic Robot-Assisted Transforaminal Lumbar Interbody Fusion (PE RATLIF) for Lumbar Spondylolisthesis: A Technical Note and Two Years Clinical Results. **Pain Physician**, v. 25, E73-E86. 2022

CHEN, C.; LV, G.; XU, B.; ZHANG, X.; MA, X. Posterior short segment instrumentation and limited segmental decompression supplemented with vertebroplasty with calcium sulphate and intermediate screws for thoracolumbar burst fractures. **Eur Spine J**, v. 23, p. 1548 - 57. 2014.

COSTACHESCU, B.; POPESCU, C. E.; ILIESCU, B. F. Analysis of the Classification Systems for Thoracolumbar Fractures in Adults and Their Evolution and Impact on Clinical Management. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 9, p. 2498, 29 abr. 2022.

DAI, L.Y. Remodeling of the spinal canal after thoracolumbar burst fractures. **Clin Orthop Relat Res**, v. 382, p. 119 - 23. 2001.

DAI, L. Y.; JIANG, L. S.; JIANG, S. D. Posterior short-segment fixation with or without fusion for thoracolumbar burst fractures. a five to seven-year prospective randomized study. **J Bone Joint Surg Am**, v. 91, p. 1033 - 41. 2009.

DE BOECK, H.; OPDECAM, P. Split coronal fractures of the lumbar spine. Treatment by posterior internal fixation and transpedicular bone grafting. **Int Orthop**, v. 23, p. 87 - 90. 1999.

DENIS, F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. **Spine**, v. 8, p. 817 – 831. 1983.

DIAZZ, J. J. Jr.; CULLINANE, D. C.; ALTMAN, D. T. et al. Practice management guidelines for the screening of thoracolumbar spine fracture. **J Trauma**, v. 63, p. 709 – 18. 2007.

DONG, S.H.; CHEN, H.N.; TIAN, J.W.; et al. Effects of minimally invasive percutaneous and trans-spatium intermuscular short-segment pedicle instrumentation on thoracolumbar mono-segmental vertebral fractures without neurological compromise. **Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research**, v:99, p. 405—411. 2013.

ELFERING, A. Work-related outcome assessment instruments. **Eur Spine J**, v. 15(Suppl 1), p. S32–S43. 2006.

FERGUSON, R. L.; ALLEN, B. L. Jr. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures. **Clin Orthop**, v. 189, p. 77 – 88. 1984.

FIELDS, A. J.; LEE, G. L.; KEAVENY, T. M. Mechanisms of initial endplate failure in the human vertebral body. **J. Biomech.**, v. 43, n. 16, p. 3126 – 3131. 2010.

GERTZBEIN, S. D.; COURT-BROWN, C. M. Flexion/distraction injuries of the lumbar spine. Mechanisms of injury and classification. **Clin Orthop**, v. 227, p. 52 – 60. 1988.

GIORGI, H. et al. Early percutaneous fixation of spinal thoracolumbar fractures in polytrauma patients. **Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research**, v. 100, n. 5, p. 449–454, set. 2014.

GROSSBACH, A. J.; DAHDALEH, N. S.; ABEL, T. J.; WOODS, G. D.; DLOUHY, B. J.; HITCHON, P. W. Flexion-distraction injuries of the thoracolumbar spine: open fusion versus percutaneous pedicle screw fixation. **Neurosurg Focus**, v. 35, E2. 2013.

GUERADO, E. Osteogénesis terapéutica en cirugía del raquis. Bases científicas de la artrodesis vertebral. I. Fundamentos biomecánicos. **Rev Ortop Traumatol**, v. 49, p. 29 - 45. 2005.

GUERADO E.; FUERSTENBERG, C. H. What bone graft substitutes should we use in posttraumatic spinal fusion? **Injury**. v. 42, Suppl. 2:S, p. 64-71. 2011.

GUERADO, E.; GODINO, M.; ANDRADES, J. A.; BECERRA, J. Osteogénesis terapéutica en cirugía del raquis. Bases científicas de la artrodesis vertebral. II. Fundamentos biológicos. **Rev Ortop Traumatol**. v. 49, p. 46 - 58. 2005.

GUMUSSUYU G., ISLAM N.C., KOSE O. et al. Comparison of Two Segment Combined Instrumentation and Fusion versus Three Segment Posterior Instrumentation in Thoracolumbar Burst Fractures: A Randomized Clinical Trial with 10 Years of Follow Up. **Turk Neurosurg** 2019; 29(4):555-563.

HABIB, A. et al. Minimally Invasive Transforaminal Lumbar Interbody Fusion: A Perspective on Current Evidence and Clinical Knowledge. **Minimally Invasive Surgery**, v. 2012, p. 1–9, 2012.

HAH, J. M.; BATERMAN, B. T.; RATLIFF, J.; CURTIN, C.; SUN, E. Chronic opioid

use after surgery: implications for perioperative management in the face of the opioid epidemic. **Anesth Analg**, v. 125, p. 1733 – 40. 2017.

HAO, D.; WANG, W.; DUAN, K. et al. Two-year follow-up evaluation of surgical treatment for thoracolumbar fracture-dislocation. **Spine**, v. 39, E1284-90. 2014.

HERKOWITZ, H. N.; GARFIN, S. R.; EISMONT, F. J.; BELL, G. R.; BALDERSTON, R. A. **Rothman-Simeone the spine: expert consult**. London: Elsevier Health Sciences. 2011.

HITCHON, P. W.; TORNER, J.; EICHHOLZ, K. M.; BEELER, S. N. Comparison of anterolateral and posterior approaches in the management of thoracolumbar burst fractures. **J Neurosurg Spine**, v. 5, p. 117 - 25. 2006.

HOLDSWORTH, F. W. Fractures, dislocations, and fracture dislocations of the spine. **J Bone Joint Surg Br**, v. 45, p. 6 – 20. 1963.

HUDDLESTON, P. M. Nonoperative Treatment of Thoracic and Lumbar Spine Fractures: A Prospective Randomized Study of Different Treatment Options. **Yearbook of Orthopedics**, v. 2010, p. 275–276, jan. 2010.

IZZO, R. et al. Biomechanics of the spine. Part II: Spinal instability. **European Journal of Radiology**, v. 82, n. 1, p. 127–138, jan. 2013.

JITARU, I. V.; STAN, A.; NITA, A.; POPESCU, C. E. Thoraco-lumbar spine injuries – a retrospective study on 651 cases. **Romanian Neurosurgery**, v. 4, p. 573 - 582. 2018.

KANEDA, K.; TANEICHI, H.; ABUMI, K.; HASHIMOTO, T.; SATOH, S.; FUJIYA, M. Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. **J Bone Joint Surg Am**, v. 79, p. 69 - 83. 1997.

KAO, F.C. et al. Additional vertebral augmentation with posterior instrumentation for unstable thoracolumbar burst fractures. **Injury**, v. 48, n. 8, p. 1806–1812, ago. 2017.

KHARE, S.; SHARMA, V. Surgical outcome of posterior short segment trans-pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures. **J Orthop**, v. 10, p. 162 - 7. 2013.

KIM, Y. M.; KIM, D. S.; CHOI, E. S. et al. Nonfusion method in thoracolumbar and lumbar spinal fractures. **Spine**, v. 36, p. 170 - 6. 2011.

KIM, B.-G.; DAN, J.-M.; SHIN, D.-E. Treatment of Thoracolumbar Fracture. **Asian Spine Journal**, v. 9, n. 1, p. 133, 2015.

KOH, Y. D.; KIM, D. J.; KOH, Y. W. Reliability and Validity of Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score (TLICS). **Asian Spine Journal**, v. 4, n. 2, p. 109, 2010.

KONG, W.; SUN, Y.; HU, J.; XU, J. Modified posterior decompression for the management of thoracolumbar burst fractures with canal encroachment. **J Spinal Disord Tech**, v. 23, p. 302 - 9. 2010.

KNOP, C.; BLAUTH, M.; BUHREN, V.; HAX, P. M.; KINZL, L.; MUTSCHLER, W.; POMMER, A.; ULRICH, C.; WAGNER, S.; WECKBACH, A.; WENTZENSEN, A.; WORDSDORFER, O. Surgical treatment of injuries of the thoracolumbar transition. 2: Operation and roentgenologic findings. **Unfallchirurg**, v. 103, n. 12, p. 1032 – 1047. 2000.

LEE, J. K.; JANG, J. W.; KIM, T. W.; KIM, T. S.; KIM, S. H.; MOON, S. J. Percutaneous short-segment pedicle screw placement without fusion in the treatment of thoracolumbar burst fractures: is it effective? **Acta Neurochir.**, v. 155, n. 12, p. 2305 – 12. 2013.

LEFERINK, V. J.; KEIZER, H. J.; OOSTERHUIS, J. K. et al. Functional outcome in patients with thoracolumbar burst fractures treated with dorsal instrumentation and transpedicular cancellous bone grafting. **Eur Spine J**, v. 12, p. 261 – 267. 2003.

LEUCHT, P. et al. Epidemiology of traumatic spine fractures. **Injury**, v. 40, n. 2, p. 166–172, fev. 2009.

LIU, Y. J.; CHANG, M. C.; WANG, S. T.; YU, W. K.; LIU, C. L.; CHEN, T. H. Flexion-distraction injury of the thoracolumbar spine. **Injury**, v. 34, p. 920 - 3. 2003.

LOPES, F. A. R. et al. Análise da reprodutibilidade intra e interobservadores das classificações antiga e atual da AO para fraturas toracolumbares. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 53, n. 5, p. 521–526, set. 2018.

LOUIS, R. Les theories de l'instabilite. **Rev Chir Orthop**, v. 63, p. 423 – 425. 1977.

MACRAE, W. A. Chronic post-surgical pain: 10 years on. **Br J Anaesth**, v. 101, p. 77 – 86. 2008.

MAGERL, F. et al. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. **European Spine Journal**, v. 3, n. 4, p. 184–201, ago. 1994.

MARATOS, E. C. et al. Psychological distress does not compromise outcome in spinal surgery. **British Journal of Neurosurgery**, v. 26, n. 4, p. 466–471, 16 jan. 2012.

MCAFEE, P. C.; YUAN, H. A.; FREDRICKSON, B. E.; LUBICKY, J. P. The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. **J Bone Joint Surg Am**, v. 65, p. 461 – 479. 1983.

MCANANY, S. J.; OVERLEY, S. C.; KIM, J. S.; BAIRD, E. O.; QURESHI, S. A.; ANDERSON, P. A. Open versus Minimally Invasive Fixation Techniques for Thoracolumbar Trauma: A Meta-Analysis. **Global Spine Journal**, v. 5, n. 6(2), p. 186 – 94. 2015.

- MCCORMACK, T.; KARAIKOVIC, E.; GAINES, R. W. The load sharing classification of spine fractures. **Spine**, v. 19, p. 1741 - 4. 1994.
- MEVES, R.; AVANZI, O. Correlation among canal compromise, neurologic deficit, and injury severity in thoracolumbar burst fractures. **Spine**, v. 31, p. 2137–41. 2006.
- MIELE, V. J.; PANJABI, M. M.; BENZEL, E. C. **Anatomy and biomechanics of the spinal column and cord**, in: J.J. Verhaagen, J.W. McDonald (Eds.), Handbook of Clinical Neurology, Spinal Cord Injury, Elsevier, p. 31 – 43. 2012.
- MINISTÉRIO, DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Lesão Medular**. 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_atencao_pessoa_lesao_medular.pdf .
- MONTICONE, M. et al. Management of catastrophising and kinesiophobia improves rehabilitation after fusion for lumbar spondylolisthesis and stenosis. A randomised controlled trial. **European Spine Journal**, v. 23, n. 1, p. 87–95, 9 jul. 2013.
- MORAIS, D. F. et al. Perfil epidemiológico de pacientes com traumatismo raquimedular atendidos em hospital terciário. **Coluna/Columna**, v. 12, n. 2, p. 149 – 52. 2013.
- MUMFORD, J.; WEINSTEIN, J. N.; SPRATT, K. F.; GOEL, V. K. Thoracolumbar burst fractures. The clinical efficacy and outcome of nonoperative management. **Spine**, v. 18, p. 955 - 70. 1993.
- MYERS, E. R.; WILSON, S. E. Biomechanics of Osteoporosis and Vertebral Fracture. **Spine**, v. 22, n. Supplement, p. 25S31S, dez. 1997.
- NICOLL, E. A. Fractures of the dorso-lumbar spine. **J Bone Joint Surg Br**, v. 31, p. 376 – 394. 1949.
- OM, C. Epidemiology of acute thoracolumbar fractures of young adults in Hong Kong. **Hong Kong J. Orthop. Surg.**, v. 5, p. 40 – 46. 2001.
- ÖNER, F. C. et al. Therapeutic Decision Making in Thoracolumbar Spine Trauma. **Spine**, v. 35, n. Supplement, p. S235–S244, out. 2010.
- OXLAND, T. R. Fundamental biomechanics of the spine—What we have learned in the past 25 years and future directions. **Journal of Biomechanics**, v. 49, n. 6, p. 817–832, abr. 2016.
- PAIVA, W. S.; BROCK, R. S. **Traumatismo Raquimedular | dos Sintomas ao Diagnóstico e Tratamento | MedicinaNET**. 2011. Disponível em: http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/2266/traumatismo_raquimedular.htm .

PANJABI, M. M. The Stabilizing System of the Spine. Part II. Neutral Zone and Instability Hypothesis. **Journal of Spinal Disorders**, v. 5, n. 4, p. 390–397, dez. 1992.

PARK, C.-J. et al. Clinical relevance and validity of TLICS system for thoracolumbar spine injury. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 19494, 11 nov. 2020.

PARLATO, C. et al. Outcome of Lumbar Intervertebral Foraminal Stenosis Surgery and Depression. **European Neurology**, v. 69, n. 5, p. 304–308, 2013.

PHAN, K.; RAO, P. J.; MOBBS, R. J. Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of thoracolumbar fractures: Systematic review and meta-analysis of comparative studies. **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 135, p. 85–92, ago. 2015.

POST, R. B. et al. Nonoperatively treated type A spinal fractures: mid-term versus long-term functional outcome. **International Orthopaedics**, v. 33, n. 4, p. 1055–1060, 12 jun. 2008.

PRAJAPATI, H. P.; KUMAR, R. Thoracolumbar fracture classification: evolution, merits, demerits, updates, and concept of stability. **British Journal of Neurosurgery**, p. 1–6, 19 jun. 2020.

RAJASEKARAN, S.; KANNA, R.; SHETTY, A. Management of thoracolumbar spine trauma An overvie. **Indian Journal of Orthopaedics**, v.15, n. 49(1), pp. 72. 2015.

RAMÍREZ-VILLAESCUSA, J. et al. The impact of urgent intervention on the neurologic recovery in patients with thoracolumbar fractures. **Journal of Spine Surgery**, v. 4, n. 2, p. 388–396, jun. 2018.

RAWAL, N. Organization, function, and implementation of acute pain service. **Anesthesiol Clin North America**, v. 23, p. 211 – 25. 2005.

REA, G. L.; ZERICK, W. R. The treatment of thoracolumbar fractures: one point of view. **J Spinal Disord**, v. 8, p. 368 – 82. 1995.

REID, J. J.; JOHNSON, J. S.; WANG, J. C. Challenges to bone formation in spinal fusion. **J Biomech**. v. 44, p. 213 - 20. 2011.

REINHOLD, M.; KNOP, C.; BEISSE, R. et al. Operative treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spinal column: Part III: follow up data. **Unfallchirurg**, v. 112, p. 294 – 316. 2009.

ROUSSOULY, P.; PINHEIRO-FRANCO, J. L. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. **European Spine Journal**, v. 20, n. S5, p. 578–585, 28 jul. 2011.

ROY-CAMILLE, R.; SAILLANT, G.; BERTEAUX, D.; MARIE-ANNE, S. **Early management of spinal injuries**. In: McKibbin B (ed) Recent advances in orthopaedics, vol 3, p. 57 – 87. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1979.

- SASSO, R. C.; RENKENS, K.; HANSON, D.; REILLY, T.; MCGUIRE, R. A.; BEST, N. M. Unstable thoracolumbar burst fractures: anterior-only versus short-segment posterior fixation. **J Spinal Disord Tech**, v. 19, p. 242 - 8. 2006.
- SCHROEDER, G. D. et al. Spinopelvic Fixation in Complex Sacral Fractures. **JBJS Reviews**, v. 3, n. 3, 24 mar. 2015.
- SENG, C. et al. Five-Year Outcomes of Minimally Invasive Versus Open Transforaminal Lumbar Interbody Fusion. **Spine**, v. 38, n. 23, p. 2049–2055, nov. 2013.
- SETHI, M. K. et al. The evolution of thoracolumbar injury classification systems. **The Spine Journal**, v. 9, n. 9, p. 780–788, set. 2009.
- SHARIF, S. et al. Surgical Techniques for Thoracolumbar Spine Fractures: WFNS Spine Committee Recommendations. **Neurospine**, v. 18, n. 4, p. 667–680, 31 dez. 2021.
- STROM, J. et al. Anxiety and depression in spine surgery—a systematic integrative review. **The Spine Journal**, v. 18, n. 7, p. 1272–1285, jul. 2018.
- SUN, X. Y.; ZHANG, X. N.; HAI, Y. Percutaneous versus traditional and paraspinal posterior open approaches for treatment of thoracolumbar fractures without neurologic deficit: a meta-analysis. **Eur Spine J.**, v. 26, n. 5, p. 1418 – 31. 2017.
- TEZER, M.; ERTURER, R. E.; OZTURK, C.; OZTURK, I.; KUZGUN, U. Conservative treatment of fractures of the thoracolumbar spine. **Int Orthop**, v. 29, p. 78 - 82. 2005.
- TOYONE, T.; OZAWA, T.; INADA, K. et al. Short-segment fixation without fusion for thoracolumbar burst fractures with neurological deficit can preserve thoracolumbar motion without resulting in post-traumatic disc degeneration: a 10-year follow-up study. **Spine**, v. 38, p. 1482 - 90. 2013.
- TROPIANO, P.; HUANG, R. C.; LOUIS, C. A.; POITOUT, D. G.; LOUIS, R. P. Functional and radiographic outcome of thoracolumbar and lumbar burst fractures managed by closed orthopaedic reduction and casting. **Spine**, v. 28, p. 2459 - 65. 2003.
- TRUNGU, S.; STEFANO, F.; BRUZZANITI, P.; et al. Minimally Invasive Surgery for the Treatment of Traumatic Monosegmental Thoracolumbar Burst Fractures. **Clin Spine Surg**, v.32, E171–E176. 2019
- VACCARO, A. R. et al. A New Classification of Thoracolumbar Injuries. **Spine**, v. 30, n. 20, p. 2325–2333, out. 2005.
- VACCARO, A. R. et al. AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System: Fracture Description, Neurological Status, and Key Modifiers. **Spine**, v. 38, n. 23, p. 2028–2037, 1 nov. 2013.

- VACCARO, A. R. et al. The surgical algorithm for the AOSpine thoracolumbar spine injury classification system. **European Spine Journal**, v. 25, n. 4, p. 1087–1094, 8 maio 2015.
- VENTZEL, L.; MADSEN, C. S.; KARLSSON, P. et al. Chronic pain and neuropathy following adjuvant chemotherapy. **Pain Med**, v. 19, p. 1813 – 24. 2018.
- VERLAAN, J. J.; DHERT, W. J.; VERBOUT, A. J.; ONER, F. C. Balloon vertebroplasty in combination with pedicle screw instrumentation: a novel technique to treat thoracic and lumbar burst fractures. **Spine**, v. 30, p. 73-9. 2005.
- Vertebral Fracture Treatment & Management: Medical Therapy, Surgical Therapy, Follow-up. **eMedicine**, 3 mar. 2022. Acesso em: 10 setembro de 2022. Disponível em: <http://emedicine.medscape.com/article/248236-treatment?src=refgatesrc1#d10>
- WAHLMAN, M. et al. The prevalence of depressive symptoms before and after surgery and its association with disability in patients undergoing lumbar spinal fusion. **European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society**, v. 23, n. 1, p. 129–134, 1 jan. 2014.
- WANG, H. et al. Epidemiology of traumatic spinal fractures: experience from medical university–affiliated hospitals in Chongqing, China, 2001–2010. **Journal of Neurosurgery: Spine**, v. 17, n. 5, p. 459–468, nov. 2012.
- WANG, M. Y.; GROSSMAN, J. Endoscopic minimally invasive transforaminal interbody fusion without general anesthesia: initial clinical experience with 1-year follow-up. **Neurosurgical Focus**, v. 40, n. 2, p. E13, fev. 2016.
- WOOD, K. et al. Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit. A prospective, randomized study. **J Bone Joint Surg Am**, v. 85 p. 773 - 81. 2003.
- WOOD, K. B.; BOHN, D.; MEHBOD, A. Anterior Versus Posterior Treatment of Stable Thoracolumbar Burst Fractures Without Neurologic Deficit. **Journal of Spinal Disorders & Techniques**, v. 18, n. Supplement 1, p. S15–S23, fev. 2005.
- WOOD, K. B. et al. Management of thoracolumbar spine fractures. **The Spine Journal: Official Journal of the North American Spine Society**, v. 14, n. 1, p. 145–164, 1 jan. 2014.
- YANG, W. E. et al. Percutaneous pedicle screw fixation for thoracolumbar burst fracture: A Singapore experience. **Singapore Med J**. v. 53, n. 9 p. 577 – 81. 2012.
- ZEHRA, U.; ROBSON-BROWN, K.; ADAMS, M. A.; DOLAN, P. Porosity and thickness of the vertebral endplate depend on local mechanical loading, **Spine**, v. 40, n. 15, p. 1173 – 1180. 2015.

ZILELI, M.; SHARIF, S.; FORNARI, M. Incidence and Epidemiology of Thoracolumbar Spine Fractures: WFNS Spine Committee Recommendations. **Neurospine**, v. 18, n. 4, p. 704–712, 1 dez. 2021.

ANEXO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de



Botucatu, 04 de Janeiro de 2022

Ao

Conselho do Programa de Pós-graduação em Anestesiologia
Faculdade de Medicina de Botucatu - Unesp

Prezados Senhores,

Declaramos que o projeto científico de Revisão Sistemática e Meta-análise intitulado "Artrodese Percutânea versus Artrodese Aberta no Tratamento de Fraturas da Transição Toracolombar tipo A3 e A4 no adulto: Revisão Sistemática e Meta-análise" de autoria do(a) discente Gibrán Franzoni Rufca se enquadra na Deliberação 351/2020 da Congregação da Faculdade de Medicina, Unesp com base na Resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que não deve ser registrada nem avaliada pelo sistema CEP/CONEP, por se tratar de:

- () Pesquisa de opinião pública com participantes não identificados
- () Pesquisa que utiliza informações de acesso público, nos termos da Lei nº 12.527
- () Pesquisa que utiliza informações de domínio público
- () Pesquisa censitária
- () Pesquisa com bancos de dados, cujas informações são agregadas, sem possibilidade de identificação individual
- (X) Pesquisa realizada exclusivamente com textos científicos de revisão para literatura científica
- () Pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revelem dados que possam identificar o sujeito.

Atenciosamente,

Nome/assinatura do(a) orientador (a)

Nome/assinatura do(a) discente