



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS**

OTÁVIO TUROLO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE UMA NOVA CLASSIFICAÇÃO DO TRAUMATISMO DA
COLUNA CERVICAL SUBAXIAL (C3-C7)**

**CAMPINAS
2020**

OTÁVIO TUROLO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE UMA NOVA CLASSIFICAÇÃO DO TRAUMATISMO DA
COLUNA CERVICAL SUBAXIAL (C3-C7)**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da
Universidade Estadual de Campinas como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em
Ciências, Área de Concentração em Neurologia.

ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR ANDREI FERNANDES JOAQUIM
CO-ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR ENRICO GHIZONI

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO
ALUNO OTÁVIO TUROLO DA SILVA
E ORIENTADO PELO PROF. DOUTOR ANDREI FERNANDES JOAQUIM

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Maristella Soares dos Santos - CRB 8/8402

Si38a Silva, Otávio Turolo, 1985-
Avaliação de uma nova classificação do traumatismo da coluna cervical subaxial (C3-C7) / Otávio Turolo da Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Andrei Fernandes Joaquim.
Coorientador: Enrico Ghizoni.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Fraturas da coluna vertebral. 2. Classificação. 3. Avaliação. 4. Coluna vertebral. 5. Tratamento. I. Joaquim, Andrei Fernandes, 1980-. II. Ghizoni, Enrico, 1972-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Evaluation of a new subaxial cervical spine injury classification (C3-C7)

Palavras-chave em inglês:

Spinal fractures

Classification

Evaluation

Spine

Treatment

Área de concentração: Neurologia

Titulação: Doutor em Ciências

Banca examinadora:

Andrei Fernandes Joaquim [Orientador]

Wagner Mauad Avelar

Maria Augusta Santos Montenegro

Cássio Eduardo Adami Raposo do Amaral

Roger Schmidt Brock

Data de defesa: 04-02-2020

Programa de Pós-Graduação: Ciências Médicas

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0001-6015-0199>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/4967475044273606>

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO

OTÁVIO TUROLO DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDREI FERNANDES JOAQUIM

COORIENTADOR: PROF. DR. ENRICO GHIZONI

MEMBROS:

1. PROF. DR. ANDREI FERNANDES JOAQUIM

2. PROF. DR. WAGNER MAUAD AVELAR

3. PROF. DR. MARIA AUGUSTA SANTOS MONTENEGRO

4. PROF.DR. CÁSSIO EDUARDO ADAMI RAPOSO DO AMARAL

5. PROF.DR. ROGER SCHMIDT BROCK

Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade

Data: DATA DA DEFESA 04/02/2020

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese:

*À minha esposa, Aline Lima de Oliveira Carrocini,
pela paciência e incentivo durante a produção acadêmica.*

*Aos meus pais, Pedro Oliveira da Silva e
Margarida Madalena Turolo da Silva, pela formação educacional.*

*Ao meu orientador e mestre, Prof. Dr. Andrei
Fernandes Joaquim, pela amizade, pela oportunidade e pela
orientação no caminho da verdade.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Primeiramente a Deus por ter me dado direito à vida.

Ao meu irmão mais velho, Rogério Turolo da Silva, por ter me apresentado à Medicina e Neurocirurgia.

Ao Professor Sérgio Augusto Rodrigues, que colaborou diretamente para a análise estatística dos dados apresentados.

A todos os pacientes que colaboraram direta e indiretamente para execução deste estudo.

A todos os meus professores que se dedicaram e contribuíram ao longo da minha vida para que eu chegasse até aqui e concluísse esta tese.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

EPÍGRAFE

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.”

Roberto Shinyashiki

Psiquiatra e Escritor

RESUMO

Introdução: As fraturas cervicais têm alto índice de morbidade e mortalidade. O diagnóstico preciso é necessário para padronizar o tratamento e melhorar o cuidado ao paciente. Uma nova classificação de fraturas foi proposta recentemente pelo grupo AOSpine, dividindo-as em três grandes grupos: A (lesões compressivas), B (lesão de banda de tensão anterior ou posterior) e C (lesões rotacionais). Por sua vez, estas são divididas em subgrupos especiais, além de subsequente classificação das fraturas facetárias.

Objetivos: O propósito do trabalho é fazer uma avaliação da nova classificação das lesões subaxiais da coluna cervical (C3 a C7), a qual se baseia em critérios morfológicos avaliados com o uso de tomografia computadorizada (TC).

Métodos: Pacientes com lesões da coluna cervical subaxial tratados em nossa instituição foram incluídos. Todas as lesões foram classificadas conforme a nova classificação AOSpine por cinco pesquisadores em dois momentos diferentes, com um intervalo de 4 semanas entre as avaliações. O índice de reprodutibilidade foi avaliado pelo coeficiente estatístico Kappa (**k**) entre os mesmos avaliadores (intraobservador) e diferentes avaliadores (interobservadores). O Kappa (**k**) é interpretado por intervalos, sendo de 0 a 0.20 considerado fraco, 0.21 a 0.40 leve, 0.41 a 0.60 moderado, 0.61 a 0.80 substancial e de 0.81 a 1.0 excelente. Foram avaliadas as concordâncias para os grupos de lesões (A, B e C), subgrupos e lesões das facetas articulares. Também foi realizada a análise estatística das morfologias com o tratamento aplicado por meio do teste de Qui-Quadrado e Análise de Concordâncias Múltiplas, estabelecendo um **p<0,05** como ponto de corte para significância estatística.

Resultados: 51 pacientes foram incluídos, sendo 31 tratados de maneira cirúrgica e 20 de modo não cirúrgico. A concordância intraobservador para os grupos morfológicos foi de 0.66 a 0.95, enquanto a concordância interobservadores foi de 0.53 (primeira avaliação) e 0.64 (segunda avaliação). A concordância intraobservador para subgrupos morfológicos variou de 0.61 a 0.93, enquanto a concordância interobservadores foi de 0.51 (primeira avaliação) a 0.6 (segunda avaliação). O index Kappa para todas as avaliações

foi de 0.67 para o tipo A, 0.08 para o tipo B e 0.68 para o tipo C. Para as morfologias facetárias, foi de 0.33 (F1), 0.4 (F2), 0.56 (F3) e 0.75 (F4). Concordância completa entre os avaliadores foi alcançada em 25 casos (49%) (19 do tipo A e seis do tipo C, ambos extremos de gravidades de lesões). As fraturas tipo A0 e F1-2 foram associadas ao tratamento não cirúrgico (**p=0,005** e **p=0,102**, respectivamente) e as morfologias B-C e F3-4, ao tratamento cirúrgico (**p=0,006**) em ambas ocasiões, também foi observado que lesões em pacientes do sexo masculino e com idade entre 17-41 anos estiveram associadas ao tratamento cirúrgico.

Conclusão: A reprodutibilidade para a nova classificação AOSpine para lesões cervicais subaxiais foi adequada para a classificação quanto aos grupos. Porém, limitações significantes foram identificadas para os subgrupos morfológicos. As fraturas tipo B raramente são diagnosticadas, sendo que somente as lesões leves (A0) e mais graves (C) tiveram concordância total entre observadores. Assim como a classificação dos subgrupos, a reprodutibilidade da classificação das lesões facetárias também carece de aprimoramento de sua descrição de modo a melhorar o baixo índice de concordância observado.

Descritores: Fraturas da coluna vertebral; Classificação; Avaliação; Coluna Vertebral; Tratamento.

ABSTRACT

Introduction: Cervical fractures have a high rate of morbidity and mortality. By this reason, a precise diagnostic is important to standardize care and improve the quality of patient assistance. A new classification was proposed by AO Spine that divides them in three in major groups: A (compression injuries), B (anterior or posterior tension band injury) and C (rotational injuries) and considers special subgroups and facet modifiers individually.

Objectives: We evaluated the new classification for subaxial cervical spine trauma (SCST) based on morphological criteria obtained using CT imaging.

Methods: Patients with SCST treated at the authors' institution were included. Five different researchers classified patients' injuries according to the new AOSpine system using CT imaging at 2 different times (4-week interval between each assessment). Reliability was assessed using the kappa index (**k**) by two forms: intra and interobserver agreement was assessed. The Kappa (**k**) has interpretation by intervals, as 0 to 0.20 considered slight, 0.21 to 0.40 fair, 0.41 to 0.60 moderate, 0.61 to 0.80 substantial and 0.81 to 1.00 is excellent. The agreement was assessed for fractures groups (A, B and C), subgroups and facet joint injuries. The morphology was compared to the treatment using the statistical analysis with the Chi-Square test and Multiple Concordance Analysis, with a of **p<0.05** as endpoint of statistical significance.

Results: Fifty-one patients were included: 31 underwent surgical treatment, and 20 were managed non-surgically. Intraobserver agreement for subgroups ranged from 0.61 to 0.93, and interobserver agreement was 0.51 (first assessment) and 0.6 (second assessment). Intraobserver agreement for groups ranged from 0.66 to 0.95, and interobserver agreement was 0.52 (first assessment) and 0.63 (second assessment). The kappa index in all evaluations was 0.67 for Type A, 0.08 for Type B, and 0.68 for Type C injuries, and for the facet modifiers it was 0.33 (F1), 0.4 (F2), 0.56 (F3), and 0.75 (F4). Complete agreement for all components was obtained in 25 cases (49%) (19 Type A and 6 Type C). Types A0 and F1-2 were associated to non operative treatment (**p=0.005** and **p=0.0102** respectively) and the types B-C and F3-4 were associated to operative treatment (**p=0.006**) in both occasions. Additionally,

men with cervical lesions or age between 17 to 41 years old, were associated with operative treatment.

Conclusions: While the general reliability of the new AOSpine system for SCST was acceptable for group classification, significant limitations were identified for subgroups. Type B injuries were rarely diagnosed, and only mild (Type A0) and extreme severe (Type C) injuries had a high rate of interobserver agreement. Facet modifiers and intermediate injury patterns require better descriptions to improve their low agreement in cases of SCST.

Key Words: Spinal fractures; Classification; Evaluation; Spine; Treatment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Anatomia óssea da coluna vertebral, com visão anterior, lateral e posterior, respectivamente.....	21
Figura 2 –	Principais pontos anatômicos das vértebras cervicais característicos da coluna cervical subaxial (C3-C7).....	22
Figura 3 –	Relações anatômicas e ligamentares das vértebras cervicais superiores (C1-C2).....	22
Figura 4 –	Relações ósseas das vértebras C1 e C2 e suas particularidades.....	23
Figura 5 –	Relações entre as vértebras cervicais subaxiais.....	24
Figura 6 –	Relação anatômica entre artéria vertebral (vermelho) e as vértebras cervicais.....	25
Figura 7 –	Imagens tomográficas de fraturas e suas linhas de força. A – Linhas de força em compressão, ocasionando esmagamento do corpo vertebral. B – Linhas de força em distração, ocasionando afastamento dos processos espinhosos longitudinalmente. C – Linhas de força translacionais, ocasionando deslizamento das vértebras.....	29
Figura 8 –	Morfologia A0 – sem lesões, ou lesões mínimas de lâmina ou processos transversos.....	38
Figura 9 –	Morfologia A1 – fraturas compressivas envolvendo apenas um platô vertebral, sem comprometimento do complexo ligamentar posterior.....	39
Figura 10 –	Morfologia A2 – fraturas compressivas envolvendo ambos os platôs vertebrais, sem o envolvimento do muro posterior do corpo vertebral.....	39
Figura 11 –	Morfologia A3 – fraturas do tipo compressão, com fratura do muro posterior do corpo (explosão), envolvendo apenas um único platô vertebral.....	40
Figura 12 –	Morfologia A4 – fraturas do tipo compressão, com fratura do muro posterior do corpo (explosão), com envolvimento de ambos os platôs vertebrais.....	41
Figura 13 –	Morfologia B1 – lesão da banda posterior óssea.....	41

Figura 14 –	Morfologia B2 – completa lesão ou descontinuidade do complexo ligamento-capsular posterior.....	42
Figura 15 –	Morfologia B3 – lesão da banda anterior – complexa dissociação discal ou óssea levando ao pinçamento das estruturas posteriores.....	42
Figura 16 –	Morfologia C – lesão por mecanismo de rotação ou translação.....	43
Figura 17 –	Morfologia F1 – fratura facetária não deslocada, com fragmento menor que 1cm ou 40% da massa lateral.....	44
Figura 18 –	Morfologia F2 – fratura facetária com potencial instabilidade – fragmento maior que 1 cm ou maior que 40% da massa lateral.....	44
Figura 19 –	Morfologia F3 – massa lateral flutuante – descontinuidade do pedículo e lâmina ocasionando a soltura do processo articular superior ou inferior.....	45
Figura 20 –	F4 – Subluxação facetária ou facetas “travadas”.....	45
Figura 21 –	Evidencia-se uma lesão da vértebra de C7 do tipo compressão, com luxação facetária, “faceta travada”, devido à lesão por hiperflexão e rotação da vértebra, classificada como C.....	69
Figura 22 –	Lesão distrativa de C6-C7 com componente rotatório e translacional foi classificada como B ou C.....	70
Figura 23 –	Um exemplo de lesão A0 e paciente com lesão neurológica severa, RM coluna cervical evidenciando uma hérnia de disco C5-C6 oculta, com compressão medular.....	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Fluxograma de atendimento do paciente vítima de trauma pelo ATLS.....	30
Gráfico 2 –	Distribuição do escore AIS nos grupos de pacientes submetidos ao tratamento conservador versus cirúrgico.....	54
Gráfico 3 –	Distribuição dos níveis acometidos no tratamento não cirúrgico.....	56
Gráfico 4 –	Distribuição do SLICS no grupo de tratamento não cirúrgico.....	56
Gráfico 5 –	Distribuição do escore AIS no grupo de pacientes com tratamento conservador.....	57
Gráfico 6 –	Distribuição dos níveis acometidos no grupo de pacientes cirúrgicos.....	58
Gráfico 7 –	Distribuição do escore AIS nos pacientes do grupo cirúrgico, na admissão e no final do seguimento.....	59
Gráfico 8 –	Distribuição das respostas dos avaliadores segundo o subgrupo morfológico.....	62
Gráfico 9 –	Distribuição das respostas dos avaliadores para os tipos facetários.....	62
Gráfico 10 –	Análise de Correspondências Múltiplas considerando as seguintes variáveis: "M", "F", "Sexo", "Cirurgia (S/N)".....	72
Gráfico 11 –	Análise de Correspondências Múltiplas considerando as seguintes variáveis: "M", "F", "Sexo", "Cirurgia (S/N)" e "Faixa Etária".....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	AIS (ASIA Impairment Scale).....	31
Tabela 2 –	Subaxial Cervical Spine Injury Classification System (SLICS).....	32
Tabela 3 –	Critério morfológico para as fraturas cervicais subaxiais segundo AO Spine.....	38
Tabela 4 –	Correlação do índice de Kappa segundo Landis & Koch.....	52
Tabela 5 –	Paciente submetidos a tratamento não cirúrgico.....	55
Tabela 6 –	Pacientes submetidos a tratamento cirúrgico.....	59
Tabela 7 –	Frequência de resposta para as lesões em todas as avaliações.....	61
Tabela 8 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias (A, B e C) individualmente na primeira e segunda avaliações e resultado das avaliações combinadas.....	63
Tabela 9 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das subcategorias (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e C) individuais na primeira e segunda avaliações e seu resultado combinado.....	63
Tabela 10 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias facetárias, individuais na primeira e segunda avaliações e seu resultado combinado.....	64
Tabela 11 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das subcategorias (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e C) associados com os descritores facetários (F1, F2, F3 e F4), resultados individuais na primeira e segunda avaliações e seu resultado combinado.....	64
Tabela 12 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias (A, B e C) entre os avaliadores na primeira e segunda avaliações respectivamente.....	65
Tabela 13 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação dos subgrupos (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e C) entre os avaliadores na primeira e segunda avaliações respectivamente.....	66
Tabela 14 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categoriais facetárias (F1, F2, F3 e F4) entre os avaliadores na primeira e	

	segunda avaliações respectivamente.....	66
Tabela 15 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias (A, B e C) entre todos os avaliadores (primeira e segunda avaliações).....	67
Tabela 16 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das subcategorias (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C)entre todos os avaliadores (primeira e segunda avaliações).....	68
Tabela 17 –	Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias facetárias (F1, F2, F3 e F4) entre todos os avaliadores (primeira e segunda avaliações).....	68
Tabela 18 –	Oito casos de 51 pacientes analisados obtiveram concordância total de respostas aplicadas em todas as avaliações.....	71
Tabela 19 –	Análise estatística das características demográficas.....	71
Tabela 20 –	Análise estatística da classificação M.....	71
Tabela 21 –	Análise estatística da classificação F.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAP – Alpesh A Patel

ACM – Análise de Correspondências Múltiplas

AIS – ASIA Impairment Score

AFJ – Andrei Fernandes Joaquim

ASIA – American Spine Injury Association

ATLS – Advanced Life Trauma Support

CT – Computed Tomography

CV – Coluna Vertebral

HIGL – Henrique Igor de Gomes Lira

MFS – Marcelo Ferreira Sabbá

NCAA – National Collegiate Athletic Association

OTS – Otávio Turolo da Silva

RM – Ressonância Magnética

SCST – Subaxial Cervical Spine Trauma

SLICS – Subaxial Cervical Injury Classification System

TC – Tomografia Computadorizada

TCCS – Traumatismo Coluna Cervical Subaxial

TCE – Traumatismo Crânio Encefálico

TRM – Traumatismo Raquimedular

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	20
1.1 DEFINIÇÃO	20
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
1.2.1 CONCEITOS ANATÔMICOS	20
1.2.2 EPIDEMIOLOGIA DO TRM	25
1.2.3 BIOMECÂNICA DO TRM.....	28
1.2.4 CONCEITO DE ESTABILIDADE DA COLUNA DE WHITE E PANJABI	29
1.2.5 AVALIAÇÃO DO TRM	29
1.2.6 TRAUMATISMO CERVICAL SUBAXIAL	32
1.2.7 TRAÇÃO CRANIANA	34
1.2.8 MODELOS DE CLASSIFICAÇÕES.....	34
1.2.9 MODELO ATUAL ADOTADO	36
1.2.10 CLASSIFICAÇÃO ATUAL PROPOSTA PELA AOSPINE.....	37
1.2.11 EXEMPLOS ILUSTRADOS DAS MORFOLOGIAS DAS LESÕES....	38
1.3 HIPÓTESE.....	46
2. OBJETIVOS.....	47
3. MATERIAIS E MÉTODOS	48
3.1 COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA.....	48
3.2 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
3.3 DESENHO DO ESTUDO	48
3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	48
3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	49
3.6 AQUISIÇÃO DE DADOS	49
3.7 AQUISIÇÃO DE IMAGENS	49
3.8 ARMAZENAMENTO DE IMAGENS	49

3.9 TREINAMENTO E SELEÇÃO DOS AVALIADORES.....	50
3.10 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DOS AVALIADORES	50
3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	51
4. RESULTADOS	54
4.1 GRUPO DE TRATAMENTO NÃO CIRÚRGICO.....	55
4.2 GRUPO DE TRATAMENTO CIRÚRGICO.....	57
4.2.1 COMPLICAÇÕES NO GRUPO CIRÚRGICO	60
4.3 AVALIAÇÃO DE REPRODUTIBILIDADE	61
4.3.1 ANÁLISE INTRA OBSERVADOR.....	62
4.3.2 ANÁLISE INTEROBSERVADORES	65
4.3.3 ANÁLISE DE REPRODUTIBILIDADE NAS 10 AVALIAÇÕES.	67
4.3.4 AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA TOTAL.....	69
4.3.5 AVALIAÇÃO DE APLICABILIDADE CLÍNICA	71
5. DISCUSSÃO.....	74
5.1 LIMITAÇÕES	78
6. CONCLUSÃO	79
7. REFÊRENCIAS	80
8. ANEXOS.....	85
ANEXO I – PARECER DO CEP	85
ANEXO II – BANCO DE IMAGENS	89
ANEXO III - RESULTADOS DOS OBSERVADORES.....	115
ANEXO IV- ARTIGOS COMPLETOS	120
ANEXO V - PERMISSÕES “COPYRIGHTS”	135

1. INTRODUÇÃO

1.1 DEFINIÇÃO

A palavra trauma tem origem na palavra grega *traûmae* tem sua tradução como “*ferida*”.(1) O trauma tem por definição essencial qualquer lesão ou ferida em um organismo produzida por ato físico ou químico.(2)

Define-se, então, o Traumatismo Raquimedular (TRM) como qualquer lesão que afete a integridade das estruturas ósseas, ligamentares, articulares, musculares, vasculares ou neurais da coluna vertebral, produzida por ato físico, seja impacto direto ou indireto.(3-6)

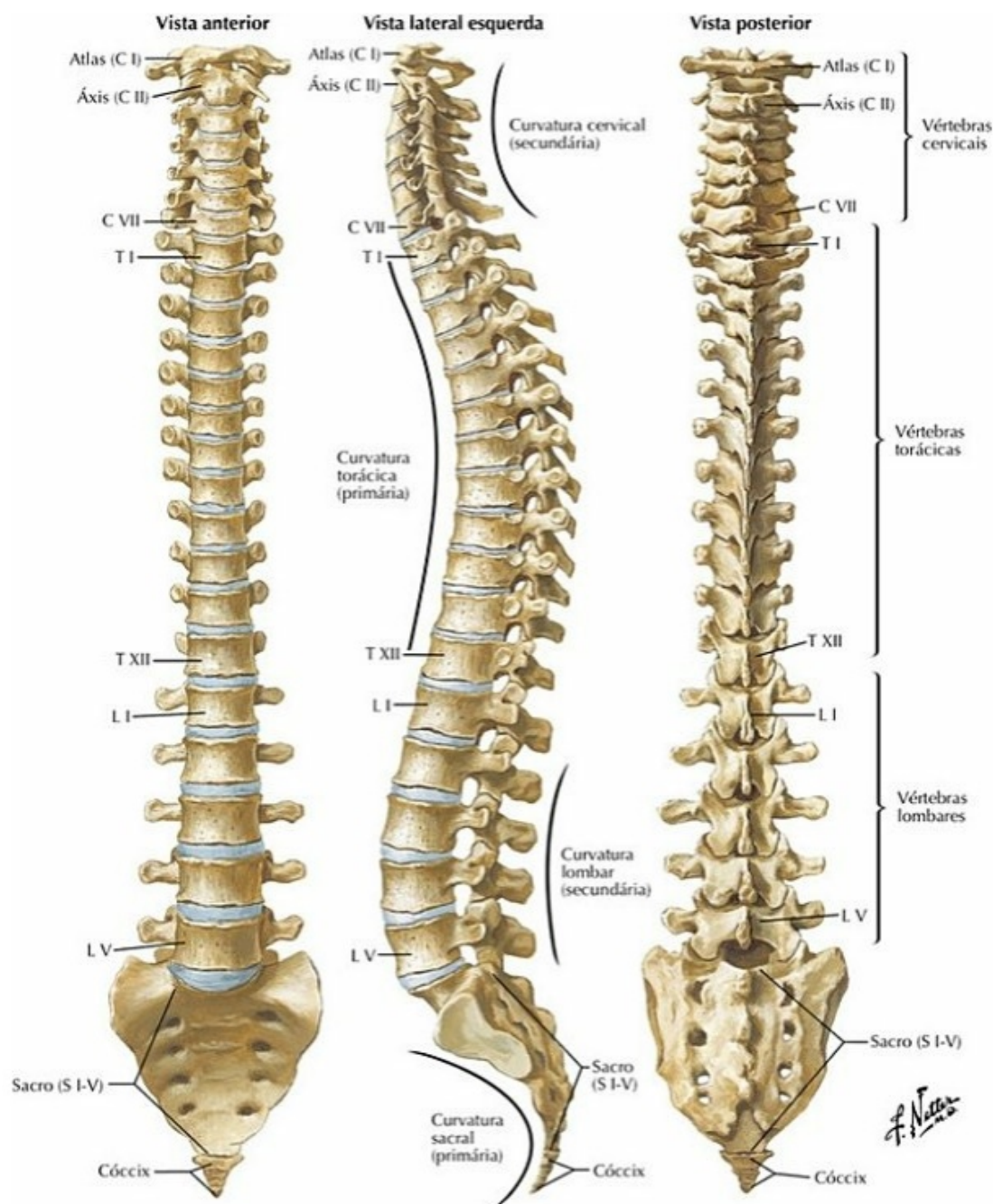
1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 CONCEITOS ANATÔMICOS

A Coluna Vertebral (CV) é o arcabouço ósseo responsável pela sustentação do corpo humano e pela proteção do tecido neural medular. Ela é composta por ossos, ligamentos, articulações, músculos, vasos e nervos, sendo esta relação repleta de particularidades.

Inicia-se no osso occipital, em sua porção chamada de côndilo occipital, e segue por sete vértebras cervicais, doze vértebras torácicas, cinco vértebras lombas, cinco vértebras sacrais fundidas e de 4 a 5 vértebras coccígeas fundidas, totalizando 33 a 34 vértebras na maioria das pessoas.(7)(Figura 1)

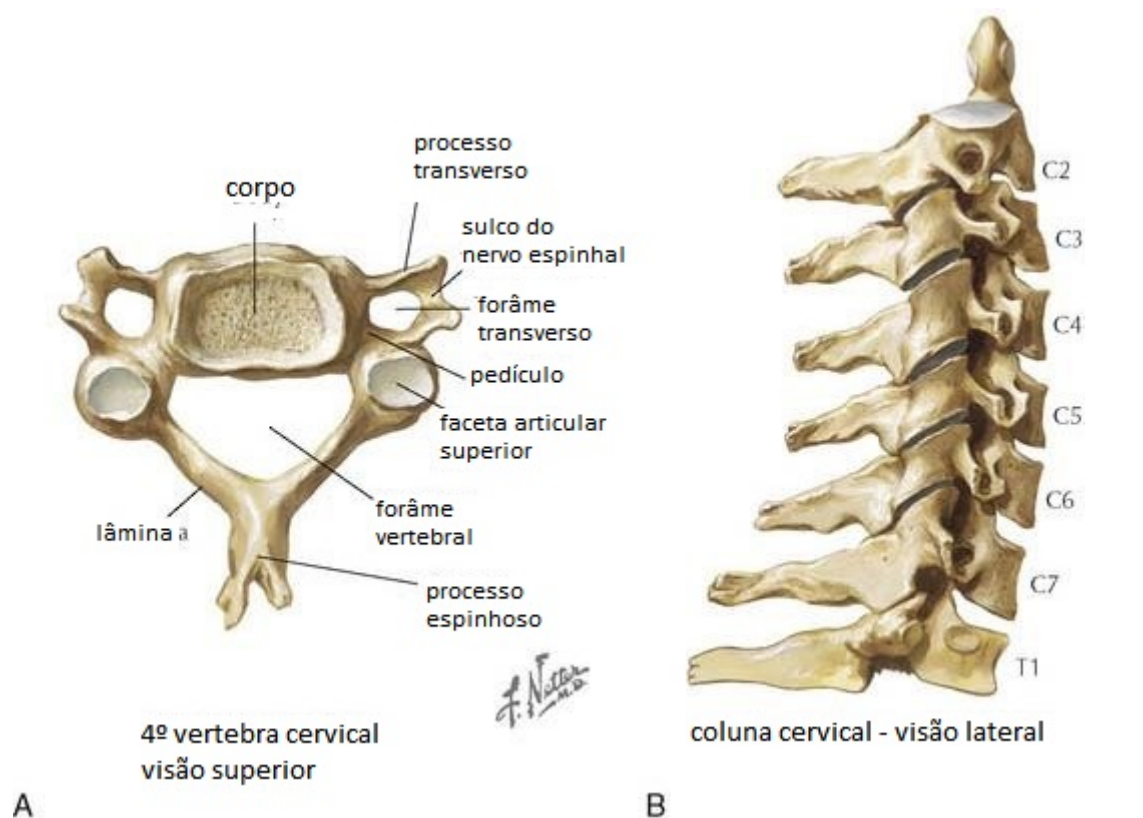
Nota-se a variação da curvatura anatômica dos seguimentos da coluna. Enquanto percebe-se que no plano coronal há um alinhamento retilíneo das vertebrae, no plano sagital há certas curvaturas. Em geral, a coluna cervical tem uma postura de lordose (inclinação posterior), a torácica é cifótica (inclinação anterior), já a curvatura lombar volta novamente a ter lordose terminando com cifose sacral. Este sistema de curvaturas garante o equilíbrio anatômico do corpo em relação à mobilidade e permite a postura ereta e o bipedalismo.(8)



Adaptado do Atlas Anatomia Netter 6º ed. 2016 Elsevier.

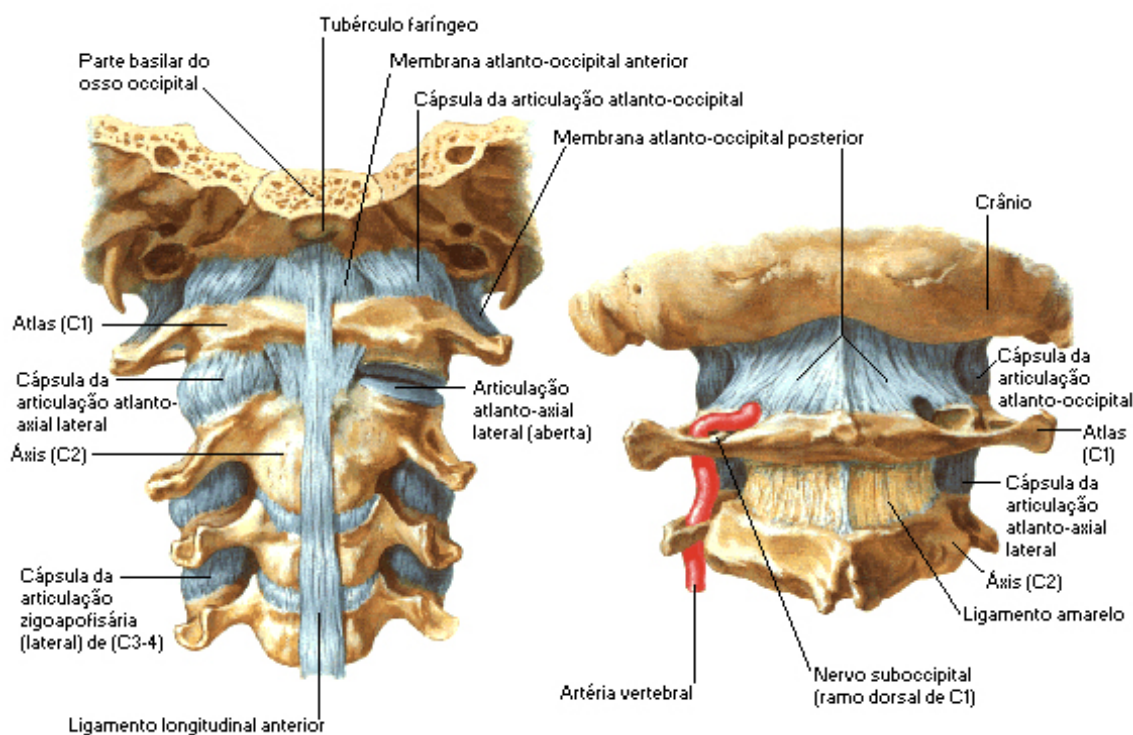
Figura 1 –Anatomia óssea da coluna vertebral, com visão anterior, lateral e posterior, respectivamente.

De um modo geral, as vértebras têm características semelhantes entre si, em sua maioria com um corpo vertebral, pedículos, facetas articulares e processos espinhosos e transversos. (Figura 2) A exceção são as vértebras C1 e C2, que possuem anatomia distinta e relações ligamentares importantes, distinguindo-se das demais. (Figura 3)



Adaptado do Atlas Anatomia Netter 6º ed. 2016 Elsevier.

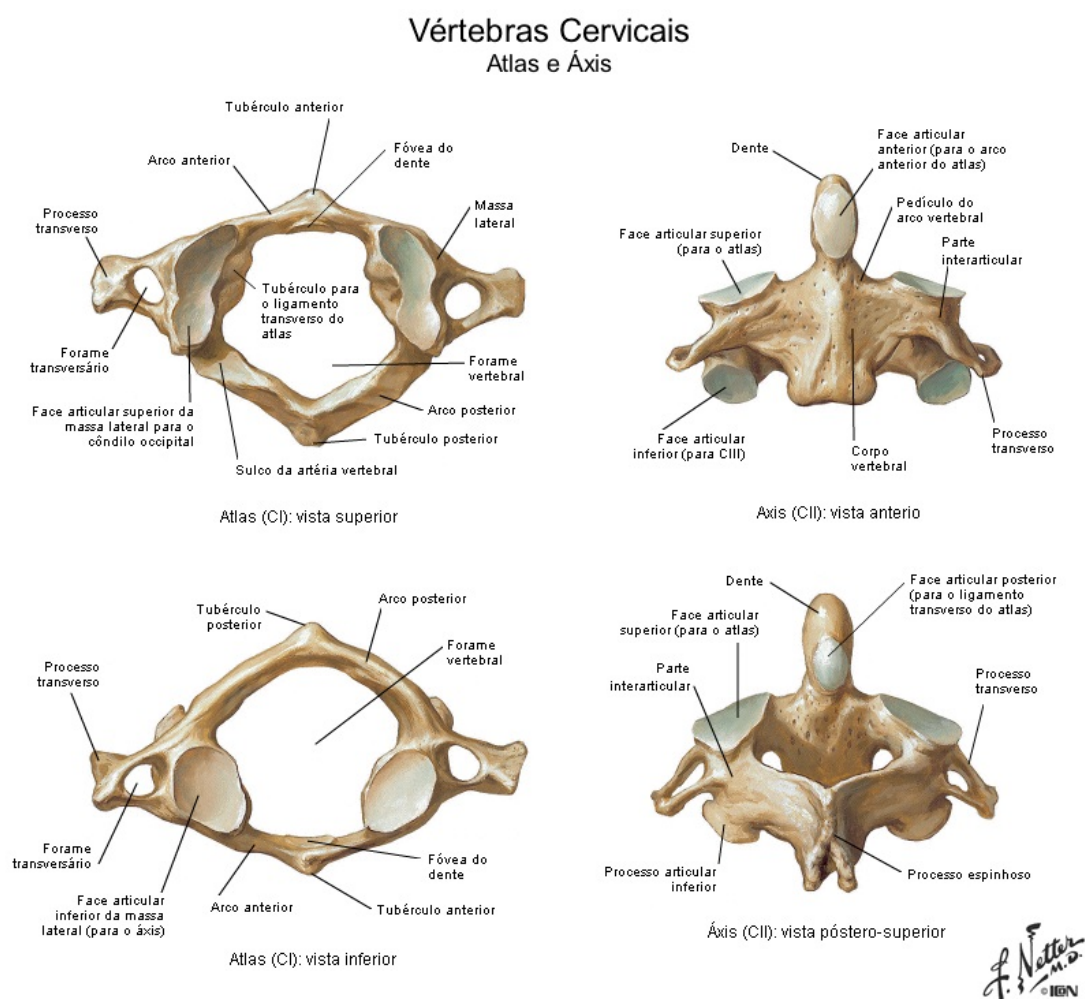
Figura 2 – Principais pontos anatômicos das vertebrais cervicais característicos da coluna cervical subaxial (C3-C7).



Adaptado do Atlas Anatomia Netter 6º ed. 2016 Elsevier.

Figura 3. Relações anatômicas e ligamentares das vértebras cervicais superiores (C1-C2).

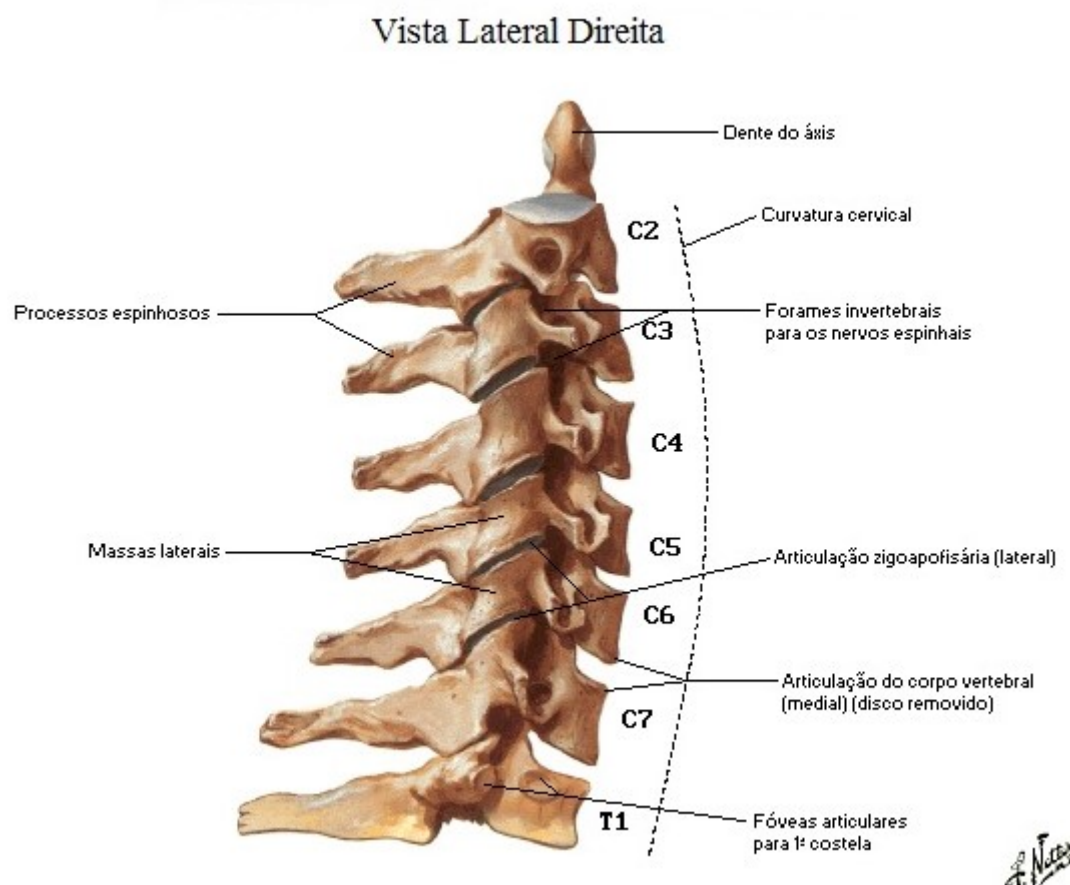
A vértebra C1 não possui corpo vertebral, anatomicamente se assemelha a um anel ósseo, com facetas horizontalizadas em relação aos côndilos para movimentos de flexão e extensão; por outro lado a vértebra de C2 tem corpo, além de apresentar um anexo chamado de odontóide, que serve de “haste” para movimentos rotacionais de C1 sobre C2.(9) A Junção Crânio Vertebral (JCV) é responsável por 50% do movimento rotação e de flexão/extensão da cabeça, sendo os 50% restantes do movimento distribuído na coluna cervical subaxial (C3-C7).(9-12)(Figura 4)



Adaptado do Atlas Anatomia Netter 6º ed. 2016 Elsevier.

Figura 4 – Relações ósseas das vértebras C1 e C2 e suas particularidades.

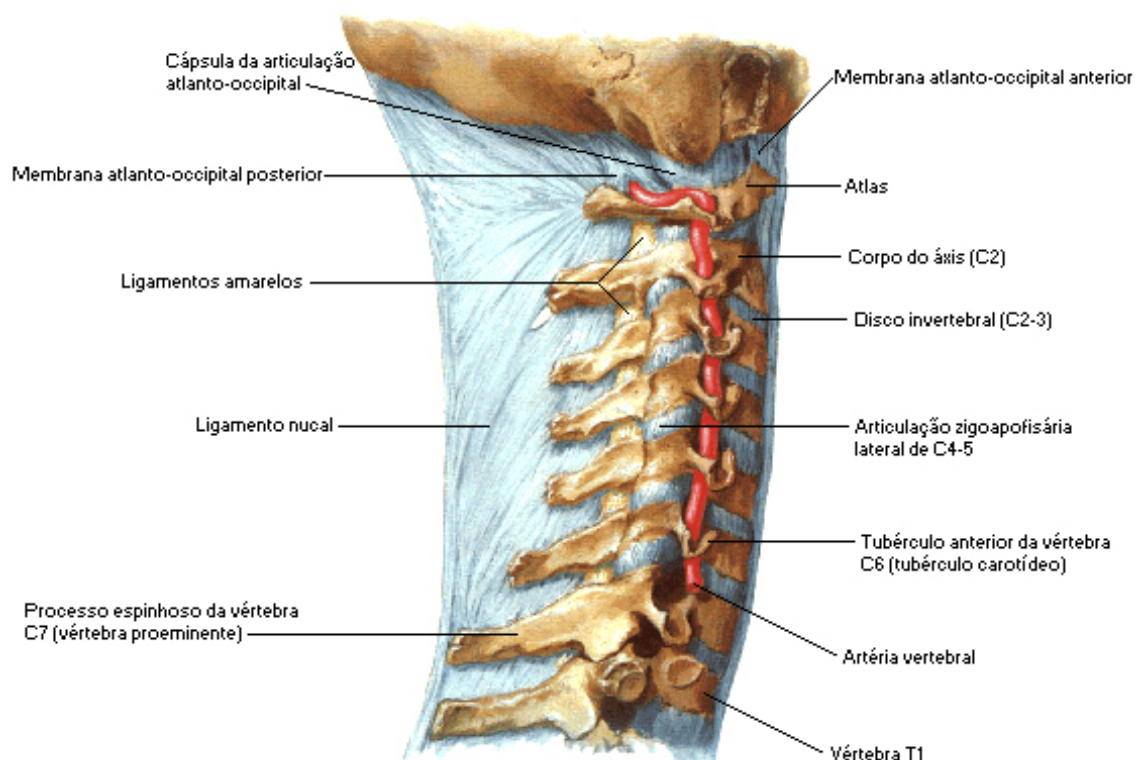
As vértebras da coluna subaxial (C3 a C7) têm morfologia semelhante em todo seu segmento. (Figura 5) Todas as vértebras são compostas de corpo vertebral, facetas articulares, lâminas, forâmens e processos transversos e espinhosos.



Adaptado do Atlas Anatomia Netter 6ª ed. 2016 Elsevier.

Figura 5 – Relações entre as vértebras cervicais subaxiais.

A principal relação vascular se dá com a artéria vertebral, que penetra no forame transversário ao nível de C6 na grande maioria dos casos e emerge em C1, adentrando o espaço intradural para irrigar as estruturas intracranianas da fossa posterior. (Figura 6)



Adaptado do Atlas Anatomia Netter 6º ed. 2016 Elsevier.

Figura 6 – Relação anatômica entre artéria vertebral (vermelho) e as vértebras cervicais.

A coluna torácica é considerada mais rígida no seu segmento de T1 a T10, pois se relaciona com a caixa torácica. Os segmentos entre C6, C7 e T1 e entre T11, T12, L1 e L2 são considerados como zonas de transição entre um segmento mais rígido (coluna torácica) e uma área mais flexível (coluna cervical/lombar), tendo pontos de distribuição maior de força vetorial e maior estresse mecânico (funcionando como uma verdadeira “dobradiça”), o que resulta em maior incidência de lesões ósseas mais graves, cerca de 50% das lesões cervicais encontram-se entre C5 e C7.(5, 13)

1.2.2 EPIDEMIOLOGIA DO TRM

O estudo epidemiológico em si tem sua relevância não só pelo número absoluto de incidência ou prevalência de determinada patologia, mas também por traçar um perfil do paciente e estabelecer discussões e estratégias de prevenção.

Os dados exatos da prevalência e incidência nacional de TRM não existem, informações epidemiológicas dos pacientes com fratura cervical são apenas baseadas em estudos regionais de alguns centros de atendimento.(14)

Além da escassez de dados, há uma tendência à subnotificação deles. Contudo, estima-se uma prevalência mundial de TRM em torno de 236 a 4187 casos/ milhão de habitantes. (14, 15)

Acredita-se que no Brasil a incidência seja em torno de 6 a 8 mil casos novos por ano. Nos Estados Unidos, a incidência aproximada é de 13 mil pacientes com TRM ao ano, com custo ao sistema de saúde e seguridade social em torno de 1,1 a 4,6 milhões de dólares por paciente (incluindo reabilitação e seguridade social).(15)

Paradoxalmente, há uma maior incidência de TRM em países desenvolvidos, contudo isso pode ser secundário em relação à subnotificação do TRM em países subdesenvolvidos, associada ao menor número de publicações de estudos epidemiológicos.(16)

Baaj et al.(17) avaliaram 160.455 casos de fraturas cervicais durante um período de 10 anos. Reportaram que há maior prevalência de fraturas na coluna cervical subaxial (C3 até C7) (65%) do que na coluna cervical alta (C1 e C2) (35%), mas, quando se observa a coluna cervical como um todo, a vértebra C2 é a mais comumente afetada. Isso se dá devido ao maior estresse mecânico à qual ela está sujeita, com maior inserção muscular e dimensões mais robustas. As fraturas de C2, todavia, estão menos associadas à lesão medular, devido à maior diâmetro do canal raquidiano nesta região.

Existem dois picos de incidência do TRM, um em adultos jovens, dos 15 aos 29 anos, mais relacionado a acidentes de trânsito e violência interpessoal, e um segundo, após os 65 anos, usualmente relacionado a quedas da própria altura.(18) Sabe-se, no entanto, que a prevalência do TRM em homens é cerca de 3 a 4 vezes maior do que em mulheres, devido à maior exposição deles aos fatores de risco.(17, 19)

Passias et al.(13) avaliaram dados de 2005 até 2013 do sistema saúde norte-americano, evidenciando 488.262 pacientes com fraturas cervicais. O principal mecanismo de trauma nessa série foi acidente de trânsito com 29,3% dos casos, seguido de quedas com 23,7% e atropelamentos,15,7%. Neste estudo, foi observado também um aumento

crescente das fraturas por quedas, associado ao envelhecimento demográfico populacional. Também os autores evidenciaram uma taxa de 6,9% de lesão medular associada à fratura da coluna cervical subaxial.

Deckey et al.(20) publicaram uma análise epidemiológica de 5 anos de traumas de pescoço e coluna cervical em atletas americanos da National Collegiate Athletic Association (NCAA), maior associação atlética universitária dos Estados Unidos. Foi observado que a incidência de lesões é em torno de 7.05/100,000 atletas. Homens têm 1,36 vezes mais chance de ter lesão que mulheres, sendo que o futebol americano foi para os homens o esporte com maior índice de lesões e o hockey de grama para as mulheres. Também, foi evidenciado que as lesões têm chance de 3,94 vezes maior de surgir durante a competição do que em período de treinamento, com taxa de lesões em torno de 8,18/100,000 em atletas em períodos de competição.

A falta de informação adequada sobre o mecanismo do trauma é relativamente comum em estudos epidemiológicos, por exemplo, a não diferenciação de uma queda durante atividade de lazer versus queda da própria altura, podendo subestimar ou superestimar os dados apresentados.

O serviço de Emergências Médicas do Hospital das Clínicas da Unicamp (HC-Unicamp) é o principal centro de trauma da cidade de Campinas e região, abrangendo uma região de cerca de 3,09 milhões de habitantes.(21) A disciplina de Neurocirurgia do HC-Unicamp é responsável pela totalidade dos atendimentos dos pacientes com trauma do “neuroeixo” (crânio, coluna e nervos periféricos). Silva et al.(22) relataram que, entre 2012 e 2017, foram operados 143 pacientes pela equipe de Neurocirurgia, sendo que 25 (17%) pacientes foram operados em 2012, 21(14%) em 2013, 35 (24%) em 2014, 33 (23%) em 2015, 27 (18%) em 2016 e 2 (1%) em 2017. No total, reportaram 120 (84%) pacientes do sexo masculino versus 23 (16%) mulheres.

Nesse mesmo estudo, das fraturas na região subaxial o nível mais frequentemente afetado foi C6 com 22 casos (29%), seguido de C5 com 19 casos (25.3%), C7 com 18 casos (24%), C4 com 10 casos (13.3%) e C3 com 6 casos (8%). Considerando os mecanismos que acarretaram o trauma, acidentes de automóveis corresponderam a sete casos (15,9%), seguido de quedas com 13 casos (29,5%), acidentes com motocicletas com sete casos (15,9%) e mergulho em água rasa com seis casos (13,6%).

1.2.3 BIOMECÂNICA DO TRM

A biomecânica do TRM é algo bastante estudado em modelos experimentais para tentar definir morfologias e fraturas que tenham relevância no contexto clínico. De um modo geral, as forças aplicadas sobre a coluna podem ser compressivas, distrativas ou rotacionais.(23-27)

As fraturas compressivas são de fato as mais comuns e usualmente surgem por uma flexão excessiva da cabeça ou mesmo impacto axial sobre o crânio (queda ou mergulho em água rasa por exemplo). Estas fraturas tendem a fragmentar os platôs ósseos tanto superior, inferior ou posterior, mantendo as relações ligamentares posteriores intactas. Usualmente as fraturas compressivas tendem a ter uma evolução mais favorável, com boa recuperação e consolidação (Figura 7a).

As fraturas distrativas surgem pelo mecanismo inverso das fraturas compressivas: as forças de separação sobre as vértebras são tão intensas que rompem ligamentos posteriores ou mesmo fraturam pedículos e processos articulares. Elas acontecem geralmente em traumas de alta energia cinética (acidentes automobilísticos) ou enforcamentos. São lesões mais graves e usualmente requerem tratamento cirúrgico para reestabelecer a estabilidade (Figura 7b).

As fraturas rotacionais, por sua vez, acontecem por impactos rotacionais/translacionais. A característica marcante desta lesão é o desalinhamento vertebral e luxações. Podem estar associadas a lesões complexas ligamentares e ósseas, são as mais graves biomecanicamente, usualmente cursam para um déficit neurológico significativo e em sua grande maioria necessitam de fixação cirúrgica (Figura 7c).

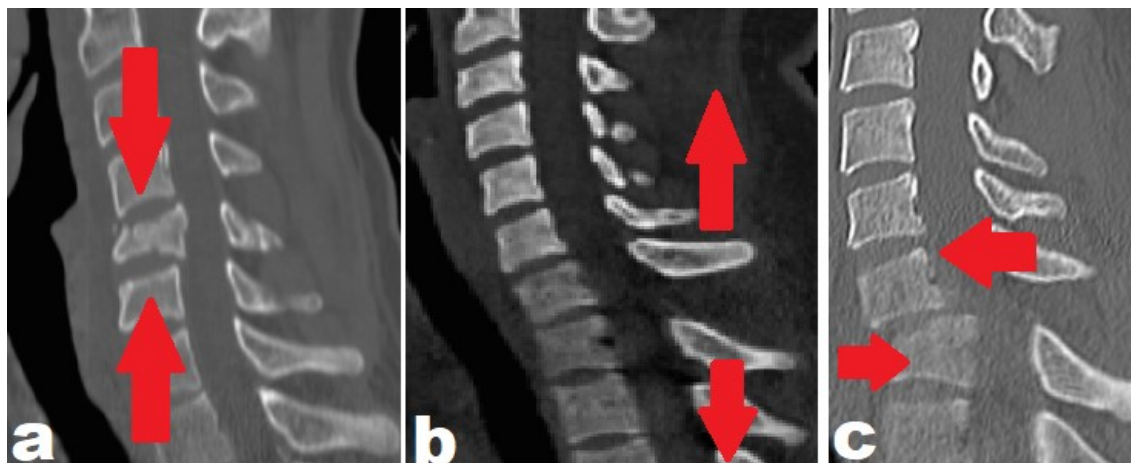


Figura 7 – Imagens tomográficas de fraturas e suas linhas de força. A – Linhas de força em compressão, ocasionando esmagamento do corpo vertebral. B – Linhas de força em distração, ocasionando afastamento dos processos espinhosos longitudinalmente. C – Linhas de força translacionais, ocasionando deslizamento das vértebras.

1.2.4 CONCEITO DE ESTABILIDADE DA COLUNA DE WHITE E PANJABI

Usualmente, as fraturas também podem ser classificadas em estáveis ou instáveis. O conceito de estabilidade foi definido por White e Panjabi em 1980 (26) como a capacidade da coluna vertebral em manter o alinhamento sobre cargas fisiológicas, sem dor ou lesão neurológica.

Classicamente as fraturas da compressão/explosão tendem a ser estáveis e as fraturas em distração e rotação tendem a ser classificadas como instáveis, cada qual com suas particularidades. As fraturas instáveis são aquelas que necessitam de fixação cirúrgica para manter o alinhamento e a estabilidade.(26, 28, 29)

1.2.5 AVALIAÇÃO DO TRM

Todos os pacientes vítimas de traumatismo devem ser avaliados de imediato em sala de emergências conforme preconizado pelas diretrizes do *Advanced Life Trauma Support* (ATLS®).(30) Segue-se uma linha de atendimento regida pela ordem “ABDCE”, em que o A representa as vias aéreas; o B, a respiração; o C, a circulação, o D, a avaliação neurológica; e o E, as lesões menores ortopédicas e superficiais. É importante frisar que, no

atendimento pré-hospitalar de pacientes com politraumatismo, deve-se sempre considerar que possa haver o TRM, necessitando antes mesmo do A a imobilização da coluna cervical e o transporte adequado em prancha rígida para evitar movimentos de colunas potencialmente instáveis.

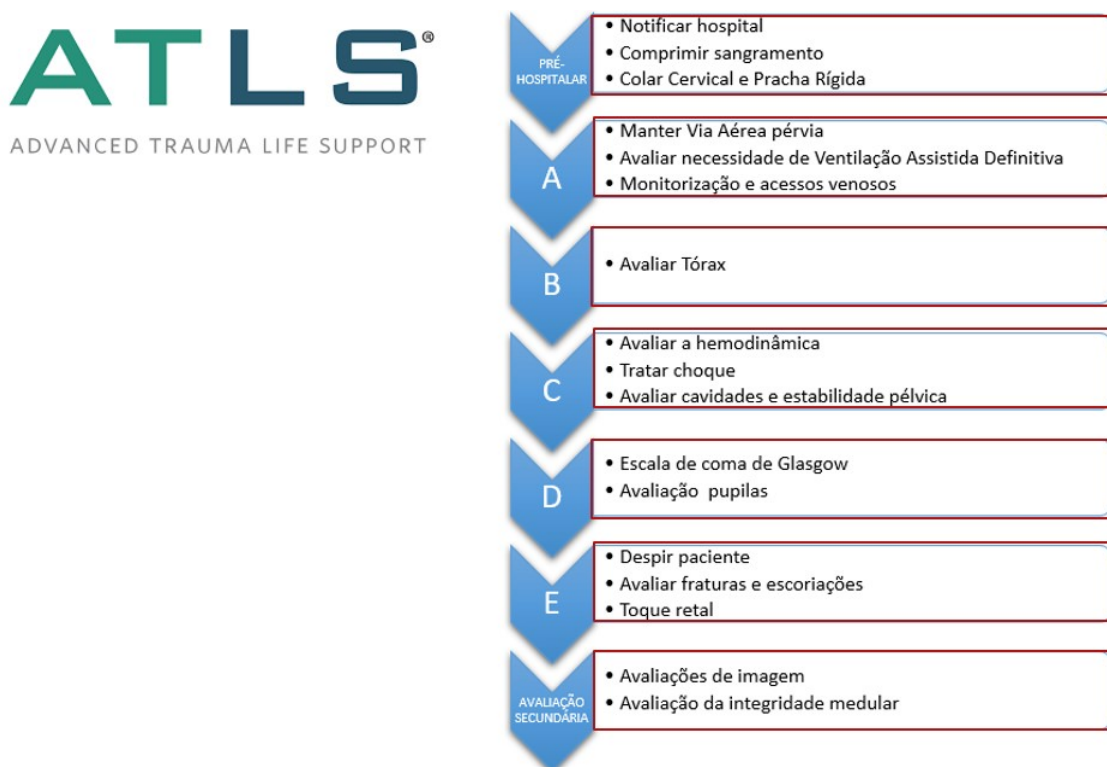


Gráfico 1 – Fluxograma de atendimento do paciente vítima de trauma pelo ATLS.(30)

Geralmente, os pacientes com TRM possuem lesões em outros órgãos associadas, sendo aplicado inicialmente o suporte à vida pelas etapas A, B e C e, posteriormente, na etapa D, faz-se a avaliação neurológica primária. Contudo essa avaliação inicial consiste apenas no exame do nível de consciência (por meio da escala de coma de Glasgow) e na avaliação dos reflexos pupilares. Somente após a etapa E, tem início a avaliação secundária. Neste ponto, inicia-se a avaliação da função neurológica motora e sensitiva do paciente caso haja suspeita de TRM.(6)

Todos os pacientes com traumatismos graves devem ser submetidos à TC sem contraste do neuroeixo após a estabilização na sala emergência e realização do ABCDE, podendo necessitar de realização de RM posteriormente.(31, 32) Radiografias simples vêm perdendo espaço para

tomografia, por terem menor sensibilidade e especificidade no diagnóstico das fraturas.(33-36)

A avaliação neurológica deve ser determinada assim que possível ainda em sala de emergência, antes da realização dos exames complementares, seguindo os critérios da *American Spine Injury Association* (ASIA)(37-39) (Tabela 1). Devem ser avaliados força, sensibilidade tátil e dolorosa, reflexos nos quatro membros e realizada a avaliação do tônus esfíncteriano ou reflexo bulbocavernoso caso haja suspeita de choque medular. Pacientes em coma ou não colaborativos devem ser descritos como N/R e o exame realizado assim que as condições permitirem.

O choque medular é uma condição em que o paciente se apresenta com paralisia flácida devido ao bloqueio agudo sináptico na medula espinhal. Geralmente, tende a ser reversível nas primeiras 24 horas do trauma. Já o choque neurogênico é a instabilidade hemodinâmica causada pela perda das aferências simpáticas da medula espinhal, conseqüentemente o paciente apresenta-se hipotenso e com bradicardia.(6)

Pacientes com déficit neurológico parcial ou progressivo com compressão medular persistente devem ser abordados como uma emergência médica, não podendo ser postergada a avaliação do neurocirurgião/ cirurgião de coluna, necessitando geralmente de cirurgia para a descompressão medular o mais precocemente possível.(40, 41)

Tabela 1 – AIS (*ASIA Impairment Scale*) (38)

A	Déficit neurológico total, incluindo segmento sacral.
B	Déficit motor completo, sensitivo preservado. (segmentos sacrais presentes)
C	Déficit motor parcial, perda de >50% da força(ou<3/5).
D	Déficit motor parcial, perda de <50% da força (ou >3/5).
E	Sem déficit, porém apresentou déficit transitório, incluindo déficit radicular.

Adaptado de American Spine Injury Association, 2017.

1.2.6 TRAUMATISMO CERVICAL SUBAXIAL

O traumatismo cervical subaxial é avaliado de modo independente em relação a outras partes da coluna. Vaccaro et al. (42, 43), em 2007, desenvolveram um sistema de graduação da gravidade para o trauma cervical subaxial, denominado de SLICS (*Subaxial Cervical Spine Injury Classification System*).

Esse sistema avalia três aspectos principais das lesões, que são: a morfologia da fratura, a integridade do complexo ligamentar posterior e o estado neurológico do paciente, cada qual pontuado individualmente conforme sua gravidade. (Tabela 2)

Tabela 2 – *Subaxial Cervical Spine Injury Classification System (SLICS)*(43)

Morfologia	Pontos
Sem alterações	0
Compressão (A)	1
Explosão (A +1)	+1
Distração (B)	3
Translação/Rotação (C)	4
Integridade do complexo ligamentar posterior	
Intacto	0
Indeterminado	1
Rompido	2
Status neurológico	
Intacto	0
Lesão raiz	1
Completo	2
Incompleto	3
Compressão persistente do canal*	+1

Adaptado de Vaccaro et al. 2007.

O complexo ligamentar posterior é compreendido como os elementos posteriores ao corpo vertebral, correspondem a articulação zigoapofisária, ligamentos amarelos e interespinhosos. A lesão deste complexo é um sinal de instabilidade, podendo cursar com listeses ou mesmo rupturas da junção articular facetária.(44)

Consideram-se fraturas com menos de 4 pontos como lesões mecanicamente estáveis, que não necessitam de fixação cirúrgica. Por outro lado, lesões com mais de 4 pontos são consideráveis instáveis e necessitam de cirurgia. Vale lembrar que este sistema apenas norteia a conduta, não sendo obrigatoriamente a que deve ser seguida, sendo feito um julgamento pelo cirurgião responsável com base em sua experiência e nas características individuais de cada paciente (lesão sistêmica concomitante, comorbidades clínicas, etc).(45)

Como regra geral, os casos não cirúrgicos, ou seja, com SLICS menor do que 4 pontos, devem ser acompanhados com radiografias periódicas a fim de avaliar o alinhamento cervical durante o período de consolidação da fratura, bem como reavaliações clínicas. O paciente deve ser seguido com radiografia simples em 1 mês, aos 3 meses e após semestralmente, devendo aos sinais de completa consolidação da fratura o seguimento ser suspenso. Aspectos como perda da altura do corpo ou aumento do ângulo da fratura, bem como presença de listese, devem ser considerados como fator de instabilidade.(41)

Em relação aos casos cirúrgicos, se houver estabilidade clínica e neurológica do paciente, há uma recomendação para realização de RM antes da abordagem cirúrgica, visto que podem ocorrer herniações discais ocultas na TC ou compressões por lesões degenerativas. Neste caso, na presença de compressão oculta apenas a fixação e estabilização não é suficiente, sendo necessário o procedimento de descompressão medular.(46)

Yoshinari et al. (47) avaliaram retrospectivamente a aplicação do SLICS como rotina em pacientes com TCCS no ano de 2015. Concluíram que pacientes com lesões mais estáveis, com baixa pontuação no sistema, receberam tratamento não cirúrgico, enquanto lesões com pontuações mais altas foram beneficiadas com o tratamento cirúrgico. Com o SLICS houve boa

resposta neurológica nos pacientes tratados cirurgicamente - 54,6% dos pacientes em sua série melhoraram a força motora.

1.2.7 TRAÇÃO CRANIANA

A tração craniana deve ser reservada a pacientes, com desalinhamentos cervicais secundários a deslocamentos facetários, que estão conscientes, com exame neurológico confiável, não podendo ser operados na fase aguda.(48)

A tração deve ser realizada com distrator, dispositivo que fixa o crânio do paciente por meio de pinos a uma polia com carga, permitindo o realinhamento da coluna rapidamente até que um procedimento cirúrgico definitivo seja realizado.

Com a analgesia devida, adiciona-se carga gradualmente sendo realizadas radiografias simples cervicais laterais no leito com visualização ampla de C3-T1. Ao aumentar a carga gradualmente com discreto movimento leve de flexão, é possível realinhar vértebras com processos facetários luxados desde que o paciente não apresente piora neurológica ou outras lesões associadas como dissociação vertebral pela força distrativa aplicada.(49) Constitui-se numa técnica que permite a rápida descompressão do tecido neural, podendo ser usada até a realização do procedimento cirúrgico propriamente dito.

1.2.8 MODELOS DE CLASSIFICAÇÕES

Classificar as lesões traumáticas é importante para comparar tratamentos, avaliar resultados e nortear condutas. Historicamente, várias classificações para as fraturas vertebrais relacionadas ao Traumatismo Raquimedular (TRM) foram propostas e modificadas nas últimas décadas, acompanhando a evolução tecnológica dos exames de imagem radiológica. Nenhuma classificação atingiu aceitação unânime, devido a limitações e controvérsias, como complexidade e falta de aplicabilidade clínica.(50) Muitas dessas classificações levavam em conta apenas os achados de radiografias

simples, ignorando a integridade ligamentar e o estado neurológico do paciente.(51)

Holdsworth et al.(52), em 1970, baseados em análise clínica, radiológica, cirúrgica e *post mortem* de 1000 pacientes, propuseram o conceito de 2 colunas para estabilidade da coluna toracolombar e cervical, descrevendo a importância do complexo ligamentar posterior e estrutura facetaria para sua manutenção. Holdsworth frisou que, para ruptura do complexo ligamentar posterior, havia a necessidade da existência de um mecanismo de flexão e rotação. De acordo com ele, esse sistema tinha cinco grupos: flexão, flexão/rotação, extensão, compressão e “poda”(shear em inglês). Holdsworth foi o primeiro autor a relacionar a instabilidade com integridade ligamentar. Apesar de sua simplicidade, ele não foi usado na prática nem validado clinicamente.

Allen et al.(53), em 1982, avaliando 162 radiografias simples, propuseram inicialmente uma classificação dividindo as fraturas em seis grupos, baseados em seu mecanismo de trauma. A classificação da fratura dependia do vetor de força sobre o corpo vertebral. Esta classificação dividia as lesões em compressão-flexão, compressão vertical, flexão distrativa, extensão compressiva, extensão distrativa e flexão lateral. A baixa confiabilidade e alta complexidade deste sistema tornou a classificação desvantajosa para uso. Além disso, ele é criticado, pois ignora o estado neurológico do paciente na tomada de decisão.

Harris et al.(54), em 1987, propuseram um nova classificação das fraturas cervicais baseada em estudos cadavéricos e biomecânicos, determinada por um estudo patológico da força vetorial aplicada sobre a “coluna central”. Este sistema dividia as lesões em grupos de flexão, extensão, rotação, compressão vertical e inclinação lateral. A combinação de forças vetoriais como extensão rotação ou flexão rotação poderia criar subgrupos de lesão. Esse sistema utilizou padrões das classificações prévias de Holdsworth e Allen, contudo apresentava ambiguidades e falhas, não sendo utilizado com clareza na prática clínica.

Outro sistema que foi mais amplamente usado foi o proposto por Magerl et al.(55), em 1994, uma adaptação do grupo AOSpine do sistema de fraturas torácicas e lombares. O sistema AOSpine-Magerl classifica as fraturas

cervicais em três grupos principais, de acordo com o mecanismo de trauma: A (compressão), B (distração) e C (rotação / translação). Considerado como o sistema “antigo”, serviu como precursor para a elaboração do SLICS e do sistema atual AOSpine, sistemas esses que incorporaram o status neurológico e a integridade do complexo disco-ligamentar como seus elementos.

Anderson et al.(56), em 2007, propuseram uma graduação da gravidade da instabilidade. Foi então feita uma classificação de divisão em quatro colunas: corpo vertebral, ligamento longitudinal posterior, faceta direita e esquerda e lâmina (incluindo processos transversos e espinhosos). Dependendo da extensão da linha de fratura (0 até 5mm), para cada coluna era dada uma pontuação de 0 a 5, sendo a pontuação acumulada de 0 a 20, sendo que pontuações maiores que 10 significam lesões graves da coluna. Esse sistema propõe tratamento baseado em sua pontuação, contudo é muito complexo, por isso não obteve aderência na prática clínica.

Vaccaro et al.(43), em 2007, avaliaram a confiabilidade destes sistemas prévios comparando-os com o SLICS, em 11 casos, com 20 avaliadores. Todos os sistemas nessa análise obtiveram uma confiabilidade moderada, sendo que o sistema de Harris foi o menos confiável. Os autores concluíram que o SLICS era o melhor método para guiar o tratamento baseado na literatura que havia até então.

1.2.9 MODELO ATUAL ADOTADO

AO Foundation

A AO Foundation é uma fundação sem fins lucrativos, que tem por função melhorar o cuidado de pessoas com lesões musculoesqueléticas, bem como de suas sequelas, por meio da pesquisa, educação e certificação da qualidade de princípios e práticas de cuidados. (57)

A organização foi fundada em Biel na Suíça em 1958 como AO, do alemão ***Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen***, que significa associação para o estudo de fixação interna. Em 1984, foi constituída a AO Foundation em Davos, Suíça, tendo alcance mundial. Atualmente a fundação se encarrega de organizar cursos de aprimoramento, estágios profissionais e publicações científicas em todos os continentes.

A AO Foundation é dividida em organizações menores que são: Trauma, Spine, VET, CMF, Neuro e Recon, cada uma responsável por uma subárea relacionada à fixação interna. A AOSpine é a organização que é responsável pelas patologias da coluna vertebral, incluindo doenças traumáticas, degenerativas, metabólicas, congênitas e neoplásicas.

1.2.10 CLASSIFICAÇÃO ATUAL PROPOSTA PELA AOSpine

Em 2015, Vaccaro et al. (58) propuseram uma nova classificação para o Trauma Cervical Subaxial baseado na morfologia da fratura avaliada pela tomografia computadorizada, este sistema foi adotado pela AOSpine. Esta nova classificação foi dividida em três grupos principais: tipo A ou lesões em compressão (com cinco subgrupos – A0 até A4) , tipo B ou fraturas com lesões de bandas de tensão anteriores ou posteriores (com três subgrupos – B1 até B3) e fraturas do tipo C ou com translação ou deslocamento graves dos corpos vertebrais (Figura 1). Adicionalmente, propuseram classificação para lesões traumáticas facetárias (articulares) que segue sucessivamente de F1 a F4, além do status neurológico do paciente, classificado por N, e tipos especiais de fraturas, caracterizadas por M. (Tabela 3)

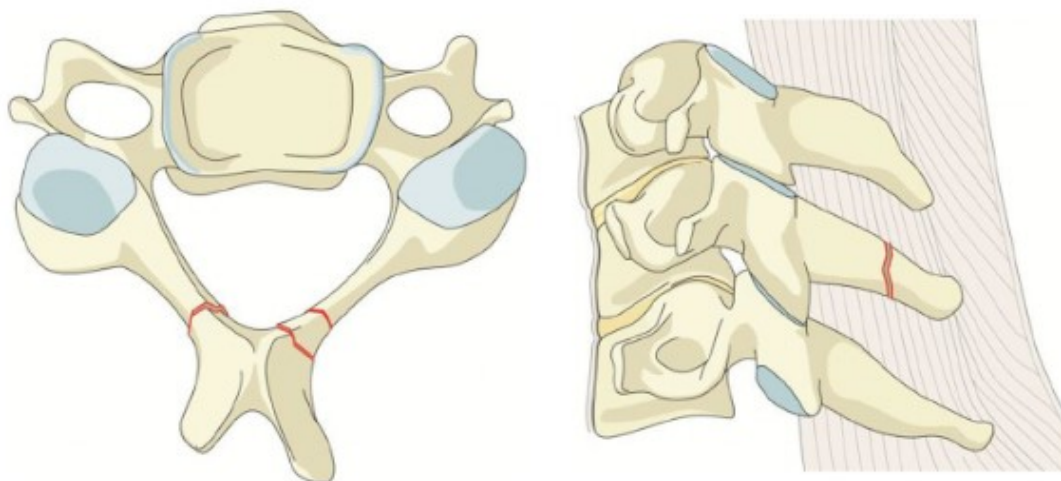
Considerando a importância do tratamento adequado do TRM cervical, é fundamental o estudo da reprodutibilidade e efetividade da nova classificação AO antes de sua utilização clínica rotineira.

Tabela 3– Critério morfológico para as fraturas cervicais subaxiais segundo AOSpine.(58)

Morfologia Vertebral	Morfologia Facetária
A Lesões por compressão A0 – sem/lesão leve óssea A1 – compressão de um único platô A2 – “ <i>split vertebra</i> ” ou ambos platôs com muro posterior íntegro A3 – explosão envolvendo um platô A4 – explosão envolvendo ambos platôs	F1 – alinhada - < 1cm, <40% F2 – >1cm, >40% ou deslocada F3 – massa lateral flutuante F4 – subluxação ou travada
B Lesões de banda de tensão B1 – lesão óssea posterior B2 – lesão ligamento-capsular posterior B3 – lesão da banda anterior	
C Lesões por translação/rotação vértebra	

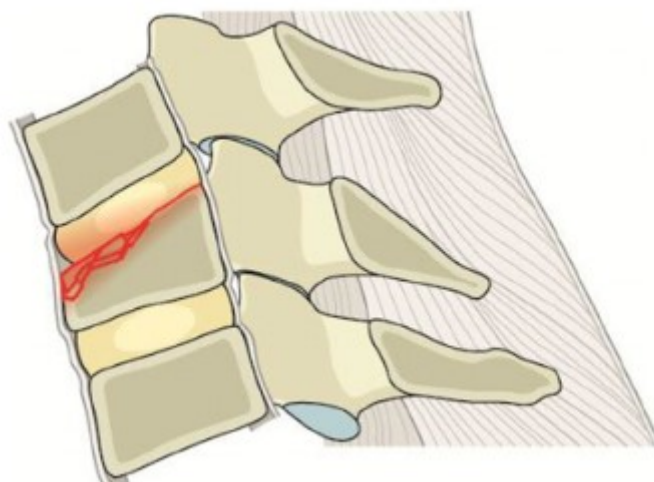
Adaptado de Vaccaro et al.2015.

1.2.11 EXEMPLOS ILUSTRADOS DAS MORFOLOGIAS DAS LESÕES



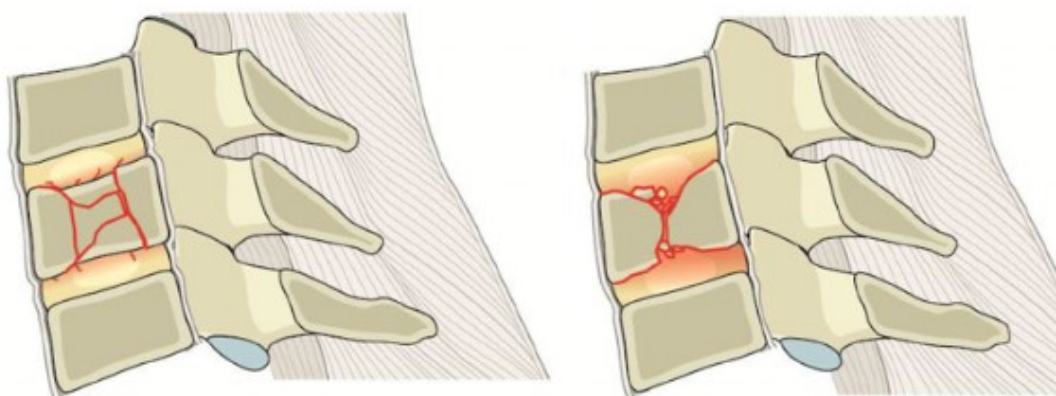
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 8 – Morfologia A0 – sem lesões, ou lesões mínimas de lâmina ou processos transversos.



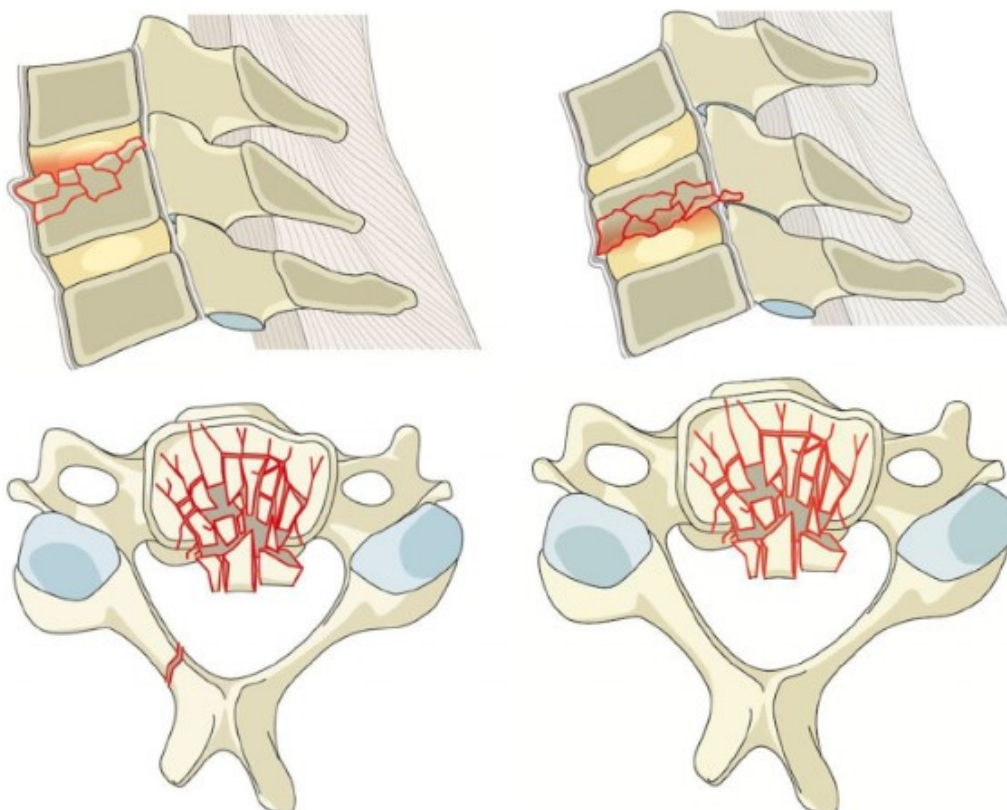
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 9 – Morfologia A1 – fraturas compressivas envolvendo apenas um platô vertebral, sem comprometimento do complexo ligamentar posterior.



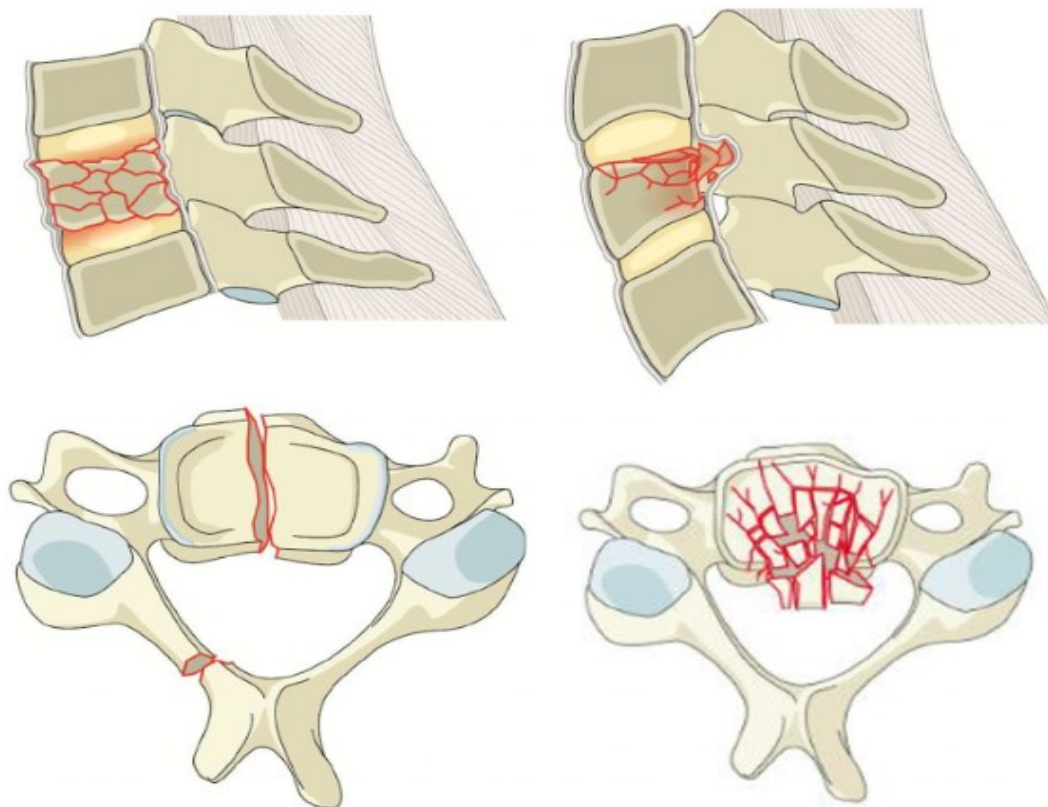
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 10 – Morfologia A2 – fraturas compressivas envolvendo ambos os platôs vertebrais, sem o envolvimento do muro posterior do corpo vertebral.



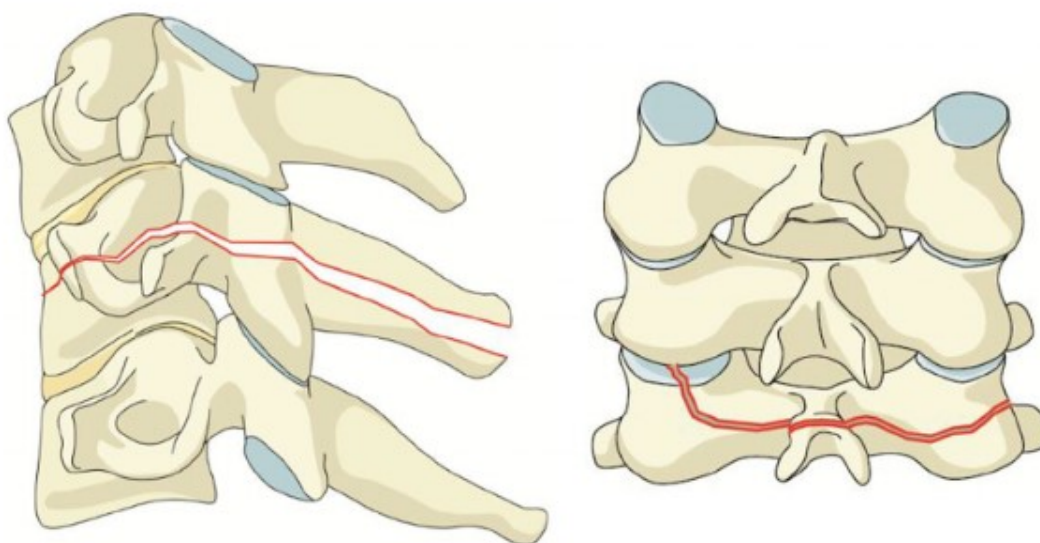
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 11 – Morfologia A3 – fraturas do tipo compressão, com fratura do muro posterior do corpo (explosão), envolvendo apenas um único platô vertebral.



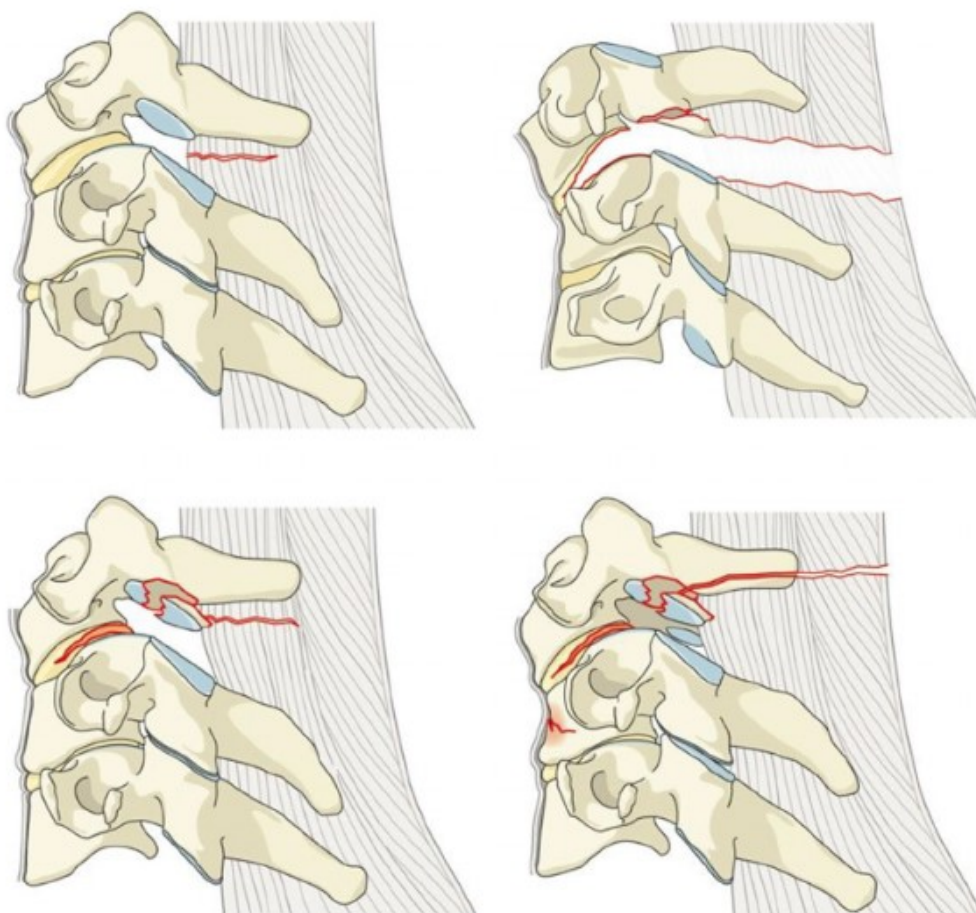
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 12 – Morfologia A4 – fraturas do tipo compressão, com fratura do muro posterior do corpo (explosão), com envolvimento de ambos os platôs vertebrais.



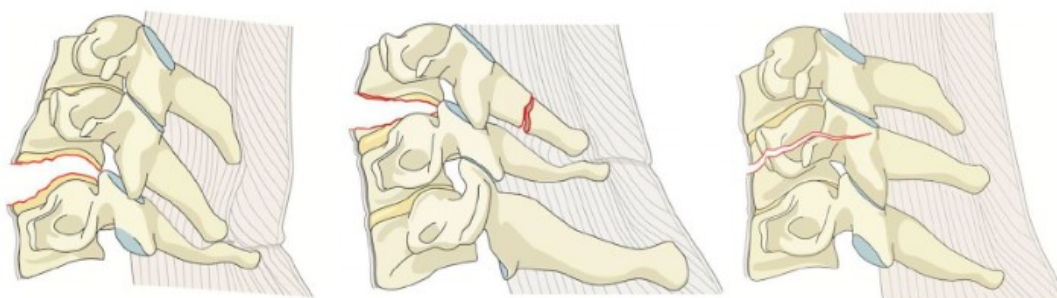
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 13 – Morfologia B1 – lesão da banda posterior óssea.



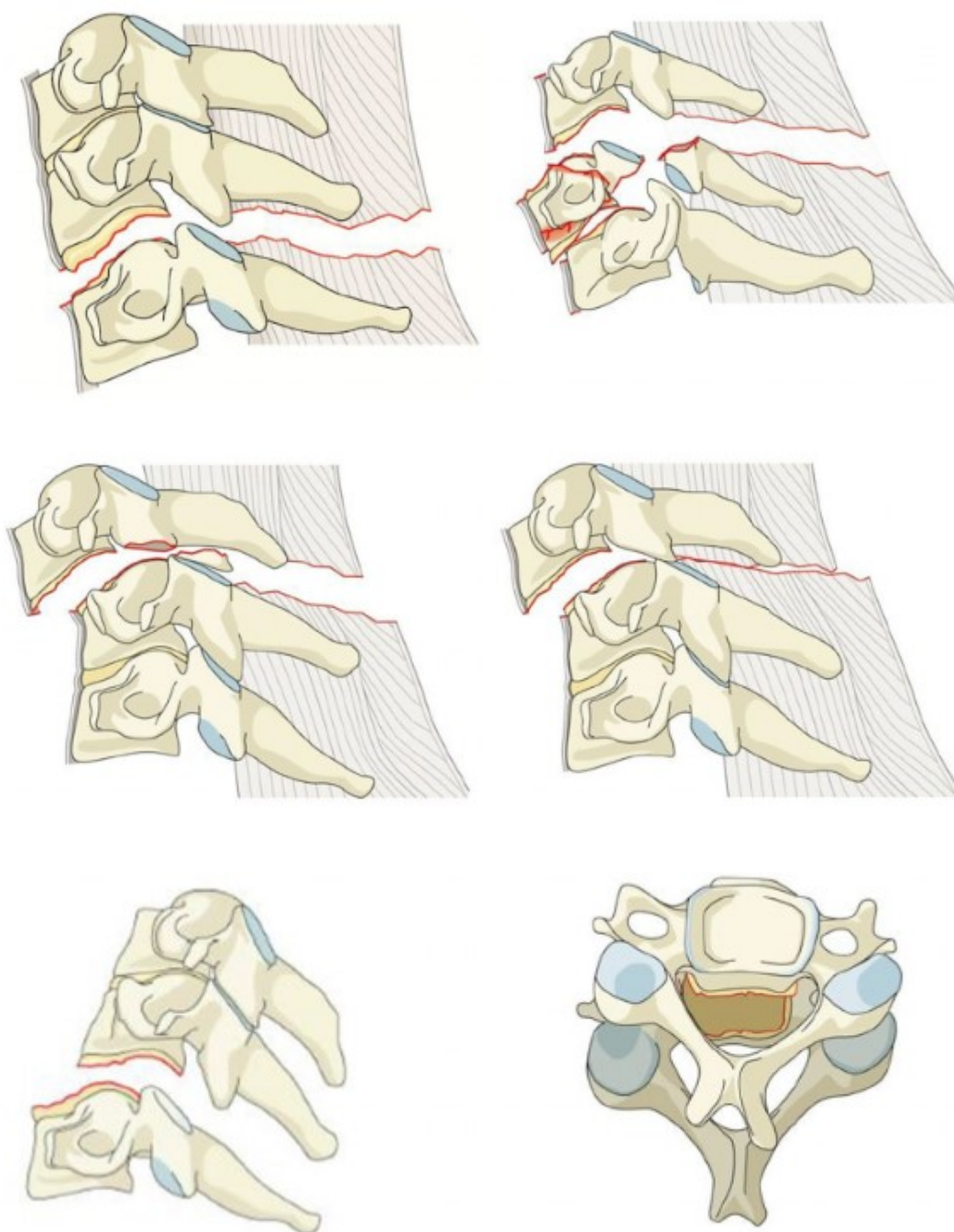
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 14 – Morfologia B2 – completa lesão ou descontinuidade do complexo ligamento capsular posterior.



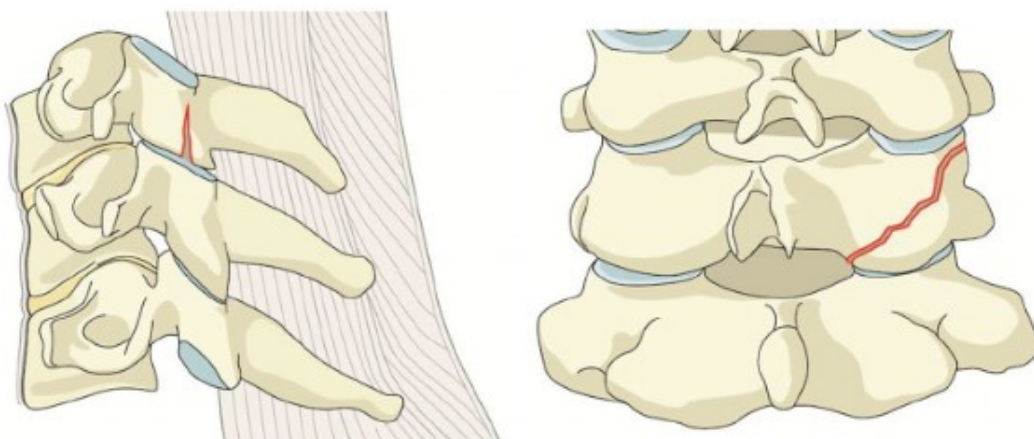
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 15 – Morfologia B3 – lesão da banda anterior – complexa dissociação discal ou óssea levando ao pinçamento das estruturas posteriores.



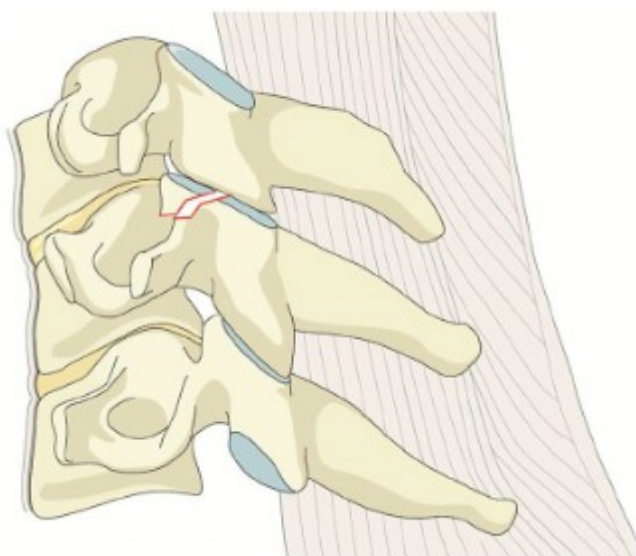
Vaccaro e col. 2015 Springer.

Figura 16 – Morfologia C – lesão por mecanismo rotação ou translação.



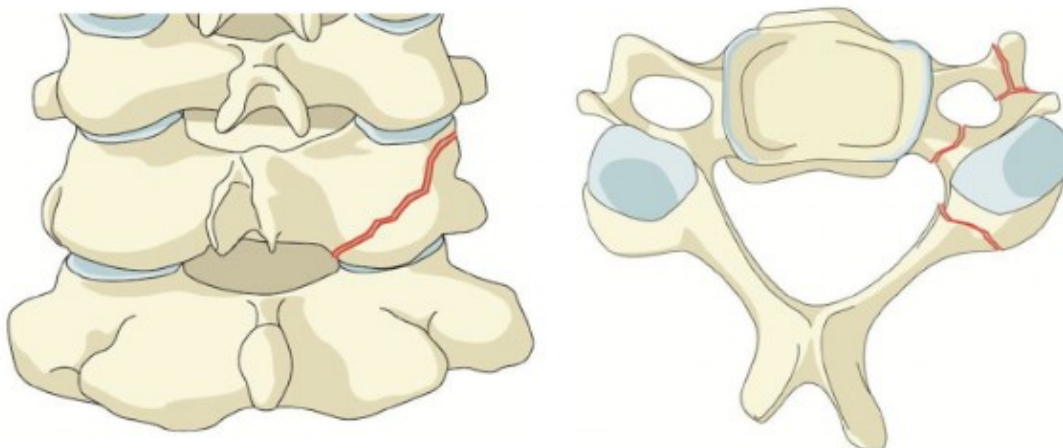
Vaccaro e col. Springer. 2015.

Figura 17 – Morfologia F1 – fratura facetária não deslocada, com fragmento menor que 1 cm ou 40% da massa lateral.



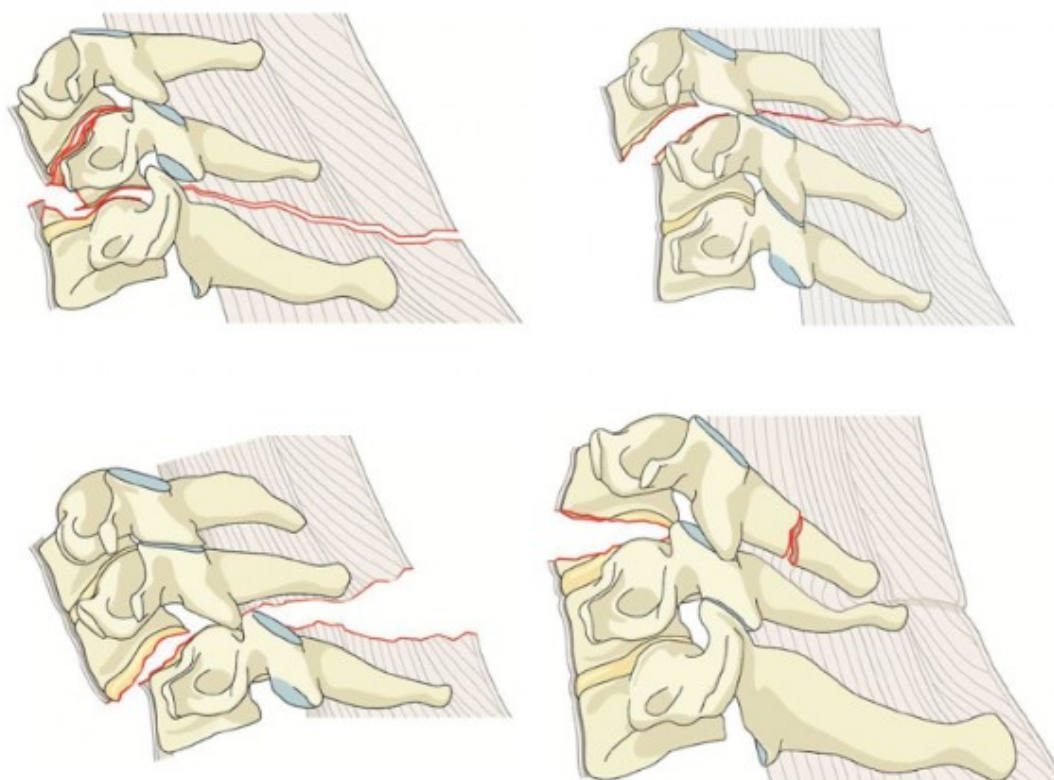
Vaccaro e col. Springer. 2015.

Figura 18 – Morfologia F2 – fratura facetária com potencial instabilidade – fragmento maior que 1 cm ou maior que 40% da massa lateral.



Vaccaro e col. Springer. 2015.

Figura 19 – Morfologia F3 – massa lateral flutuante – descontinuidade do pedículo e lâmina, ocasionando a soltura do processo articular superior ou inferior.



Vaccaro e col. Springer. 2015.

Figura 20 – F4 – Subluxação facetária ou facetas “travadas”

1.3 HIPÓTESE

O Traumatismo da Coluna Cervical Subaxial (TCCS), que ocorre entre as vértebras de C3 a C7, tem alta morbidade, com elevado risco de lesão medular alta associado à tetraplegia e inaptidão funcional, com impacto socioeconômico relevante.(40, 59)

É uma condição clínica que necessita de atenção emergencial, identificação precisa e tratamento adequado para diversas situações que o paciente venha a apresentar.(40)

Dada a importância de um sistema de classificação preciso para padronizar tratamento e comparar resultados,(50) foi formulado o questionamento se a *nova classificação da AOSpine seria reprodutível e aplicável na prática clínica.*

2. OBJETIVOS

- 1 – Avaliar a reprodutibilidade intraobservador e interobservador da nova classificação da coluna cervical subaxial da AOSpine quanto à classificação dos grupos, subgrupos e lesões facetárias.
- 2 – Analisar a aplicabilidade clínica da nova classificação – relação da classificação com o tratamento aplicado (cirúrgico ou não), por meio de avaliação estatística.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa sob o Parecer nº 1.039.902 / **CAAE 43716615.2.0000.5404** (ANEXO I)

3.2 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O presente estudo, por ser retrospectivo por análise de dados de prontuário, preservando a confidencialidade dos pacientes, seguindo as regras do CEP, dispensou o uso do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.3 DESENHO DO ESTUDO

O estudo é uma coorte retrospectiva, com análise de dados de prontuários e avaliação estatística da revisão desses dados.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram incluídos pacientes que foram tratados na instituição com seguimento ambulatorial e que possuíam tomografia completa da coluna cervical nos planos axial, coronal e sagital, com lesão documentada entre C3 e C7.

O tratamento destas lesões foi realizado por um único cirurgião (AFJ) com experiência na aplicação do SLICS: lesões com 3 pontos ou menos foram tratadas não-cirurgicamente com um colar cervical rígido por 8-12 semanas, por outro lado tratamento cirúrgico foi realizado em pacientes com 4 ou mais pontos, sendo baseado em fixação, realinhamento e descompressão quando necessário.

Os pacientes que receberam alta foram seguidos ambulatorialmente pelo mesmo cirurgião, com retornos programados em 2 semanas, 1 mês, 3 meses e a cada 6 meses, com seguimento radiológico por meio de radiografias, quando conveniente.

3.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos pacientes com dados radiológicos incompletos e pacientes menores de 14 anos.

3.6 AQUISIÇÃO DE DADOS

Por meio da revisão de prontuários, os dados foram adquiridos e adicionados a uma planilha pelo aplicativo de Windows Excel da Microsoft.®

Dados clínicos analisados incluem idade, gênero, nível da lesão (quando ocorreu lesão em dois ou mais níveis, foi considerado como nível de lesão aquele que se encontrava mais próximo do crânio), mecanismo da lesão, status neurológico, de acordo com a classificação AIS, complicações e o escore SLICS.

3.7 AQUISIÇÃO DE IMAGENS

As imagens foram adquiridas em formato DICOM pelo aplicativo PACS Aurora 3 (Pixon Medical System, versão:1.5.5)®, aplicativo licenciado pela instituição. As imagens foram adquiridas no plano sagital, coronal e axial, na linha média contemplando o nível da lesão, em janela óssea de +700 até +3000 unidades Hounsfield (HU).

3.8 ARMAZENAMENTO DE IMAGENS

Após a aquisição das imagens, todas foram salvas em formato .jpeg e distribuídas em um arquivo de apresentação de slides .ppt (PowerPoint for Windows®), sem a identificação do paciente, apenas contando com a referência numérica da imagem. (ANEXO II)

3.9 TREINAMENTO E SELEÇÃO DOS AVALIADORES

Inicialmente foi feita uma apresentação da nova classificação AOSpine, discutida em conjunto com o cirurgião sênior e orientador AFJ, que tem experiência em tratamento das fraturas de coluna.

Três dos pesquisadores OTS, HIGL e MFS realizaram classificação individual de 10 casos aleatórios não contidos no estudo, juntamente com o orientador como treinamento e identificação de falhas no modelo, antes de ser enviado o banco de imagens aos avaliadores.

Foram selecionados cinco avaliadores médicos (OTS, AFJ, MFS, HIGL, AAP), todos com diferentes tipos de experiência em cirurgia de coluna vertebral, para avaliação de todos os casos. Foi feita uma avaliação inicial e, após quatro semanas, essa era repetida nos mesmos moldes da anterior.

AFJ – Prof. Dr. Andrei Fernandes Joaquim – Neurocirurgião, Professor da Unicamp, Especialista em Cirurgia da Coluna Vertebral.

AAP – Dr. Alpesh A. Patel – Ortopedista, Especialista em Cirurgia da Coluna Vertebral, certificado pelo American Board of Orthopaedic Surgery.

OTS – Otávio Turolo da Silva, Residente em Neurocirurgia.

HIGL – Henrique Igor de Gomes Lira – Residente em Neurocirurgia.

MFS – Marcelo Ferreira Sabbá – Residente em Neurocirurgia.

3.10 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DOS AVALIADORES

Todos os avaliadores receberam uma tabela em formato .xlsx (Excel for Windows[®]) para preenchimento, somente com a referência numérica de cada caso. Os dados obtidos foram organizados em grupos morfológicos (A, B ou C), subgrupos (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C) e grupos facetários (F1, F2, F3 e F4)

3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de reprodutibilidade

Foi realizada a comparação de reprodutibilidade intraobservador (primeira e segunda avaliações) e interobservadores (primeira e segunda avaliações). Foram comparadas as tabelas de respostas dos grupos morfológicos (A, B ou C), subgrupos (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C) e grupos facetários (F1, F2, F3 e F4) e a combinação entre morfologias e facetas (primeira e segunda avaliações).

O índice de reprodutibilidade intraobservador e interobservadores foi assegurado por meio do índice Kappa (**k**), calculado através do aplicativo estatístico Stata® Software para Windows®, versão 13.0 StataCorp LP®

O índice Kappa, também conhecido como Kappa de Cohen, é um índice estatístico utilizado para medir a concordância entre observadores para itens qualitativos. (60)

A definição do Kappa de Cohen é:

$$\kappa \equiv \frac{p_o - p_e}{1 - p_e} = 1 - \frac{1 - p_o}{1 - p_e},$$

Em que **p_o** é a concordância observada entre os avaliadores (idêntico à acurácia) e **p_e** é a probabilidade hipotética de concordância casual, usando dados observados para calcular as probabilidades de cada observador ver aleatoriamente cada categoria.

Landis e Koch, em 1977, definiram o poder de concordância dos valores obtidos pelo índice Kappa, variando em cinco intervalos, indo de fraca, leve, moderada, substancial a excelente. Valores negativos ou em 0 representam que não há nenhuma concordância, enquanto os valores mais próximos de 1 representam uma concordância mais forte e reprodutível.

Tabela 4 – Kappa segundo avaliação de Landis e Koch (1977)(61):

K	Concordância
< 0.20	Fraca
0.21 - 0.40	Leve
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Substancial
0.81 - 1.00	Excelente

Adaptado de Landis e Koch, 1977.

Análise da validade clínica

Foi realizada a análise estatística da frequência de respostas pelo cirurgião sênior (AFJ) em comparação ao tratamento previamente aplicado. A avaliação de diferenças entre os grupos Operado e Não operado foi realizada por meio do teste t-student para variáveis quantitativas (idade), sendo apresentados valores de média e desvio-padrão (média± desvio-padrão). Já para variáveis qualitativas, apresentadas pela frequência absoluta e percentual (%), foi realizado o teste de Qui-Quadrado.

O teste de Qui-Quadrado proposto por Pearson é definido por:

$$\chi^2 = \sum [(o - e)^2 / e]$$

Em que:

o = frequência observada para cada categoria.

e = frequência esperada para cada categoria.

Sendo que se consideram duas hipóteses:

- Hipótese nula: as frequências observadas não são diferentes das esperadas. Não existe diferença entre as frequências dos grupos, portanto não há associação entre eles.
- Hipótese alternativa: as frequências observadas são diferentes das esperadas, portanto existe associação entre grupos.

Foi realizada também uma análise estatística multivariada, considerando, em um primeiro momento, as variáveis categóricas

"Classificação M", "Classificação F", "Sexo" e "Cirurgia (S/N)", por meio do procedimento de Análise de Correspondência Múltipla (ACM). Posteriormente, a mesma análise foi realizada, acrescentando a variável e "Faixa Etária".

A Análise de Correspondências Múltiplas é parte de um conjunto mais amplo de técnicas denominado Análise Geométrica de Dados, que busca descrever e analisar as relações entre um grande número de variáveis e suas categorias (as chamadas "modalidades") por meio de medidas gráficas como a distância e a dispersão ao longo de eixos principais (x e y).

As morfologias de fraturas foram agrupadas seguindo o conceito de estabilidade proposto por Magerl, sendo em 5 grupos : A0 , A1-2-3-4, F1-2, F3-4 e B-C.

Um nível de significância de 5% (**$p < 0.05$**) foi usado e todas as análises foram realizadas no ambiente R-Gui. (R Foundation for Statistical Computing®, Disponível em : <http://www.R-project.org/>)

4. RESULTADOS

Um total de 51 pacientes tratados de 2011 até 2015 foram incluídos no estudo. A distribuição, segundo o gênero, foi de 45 pacientes do sexo masculino (88,2%) e seis do sexo feminino (11,7%). A idade média dos pacientes foi de 39,29 anos, com distribuição de 18 a 82 anos (mediana de 38 pontos, desvio-padrão de $\pm 15,37$).

O principal mecanismo de trauma foi acidente automobilístico em 33,3% dos casos. A pontuação média do SLICS em todo grupo foi de 4,52 pontos (com alcance de 0 até 11 pontos, mediana de 5 pontos e desvio-padrão de $\pm 3,39$).

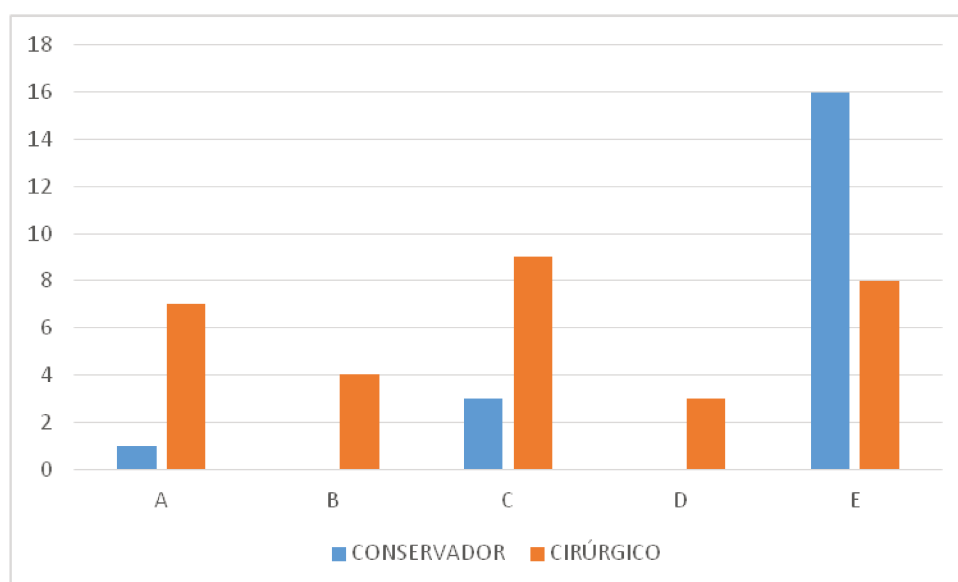


Gráfico 2 – Distribuição do escore AIS nos grupos de pacientes submetidos ao tratamento conservador versus cirúrgico. Nota-se que há uma prevalência de pacientes sem déficit (AIS E) no grupo conservador, enquanto no grupo cirúrgico há maior distribuição de pacientes com lesão medular grave.

4.1 GRUPO DE TRATAMENTO NÃO CIRÚRGICO

Dos 51 pacientes tratados nesta série, 20 pacientes (39,2%) foram tratados conservadoramente, ou seja, sem cirurgia (Tabela 5). A maioria deles era do sexo masculino (85%), com idade média de 39,4 anos.

Tabela 5 – Paciente submetidos a tratamento não cirúrgico.

N	S	I	M	N	SLICS	Cir	AIS-i	AIS-f
1	M	24	carro	C4	1	N/R	E	E
2	M	51	moto	C7	0	N/R	E	E
3	F	38	agressão	C6	1	N/R	E	E
4	M	75	carro	C7	1	N/R	E	E
5	M	22	queda	C7	0	N/R	E	E
6	M	30	carro	C7	0	N/R	E	E
7	F	24	moto	C6	0	N/R	E	E
8	M	29	carro	C4	0	N/R	E	E
9	M	54	carro	C7	3	N/R	C	C
10	M	19	moto	C4	0	N/R	E	E
11	M	47	queda	C4	0	N/R	E	E
12	F	42	atropelamento	C3	0	N/R	E	E
13	M	30	carro	C7	0	N/R	E	E
14	M	43	moto	C3	3	N/R	A	C
15	M	64	carro	C7	7	N/R	C	C
16	M	66	queda	C4	0	N/R	E	E
17	M	17	agressão	C7	0	N/R	E	E
18	M	49	carro	C4	0	N/R	E	E
19	M	37	agressão	C5	3	N/R	C	C
20	M	31	moto	C3	0	N/R	E	E

Em que N é número, R é registro, S é sexo, I é idade, M é mecanismo, N de estado neurológico, Cir é cirurgia, AIS-i é o escore AIS na admissão, AIS-f é o escore AIS no seguimento final e Comp significa complicações.

O seguimento médio foi de 86,8 dias (mediana de 30 dias, desvio-padrão de $\pm 192,3$, com alcance de 1 até 829 dias).

O nível mais afetado nos casos não cirúrgicos foi C7, com oito casos (40%), seguido de C4 com seis casos (30%), C3 com três casos (15%), C6 com 2 casos (10%) e, por último, C5 com 1 caso (5%).

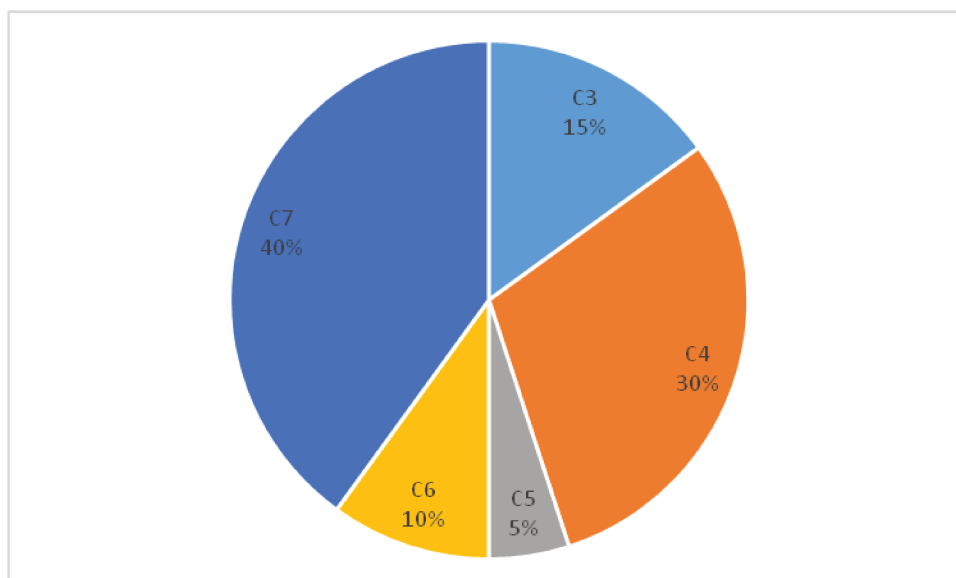


Gráfico 3 – Distribuição dos níveis acometidos no tratamento não cirúrgico.

A pontuação média do SLICS foi de 0,95 ponto (mediana de zero pontos, desvio-padrão de $\pm 1,79$, com alcance de zero até sete pontos). Destes, 17 pacientes (85%) estavam sem déficit de força ou sensibilidade (AIS E). Três pacientes foram classificados como AIS C: dois deles (com pontuação de SLICS de três e quatro pontos, respectivamente) tinham lesão medular sem instabilidade evidente ou compressão persistente. Outro paciente apresentou uma lesão distrativa C7-T1 com pontuação SLICS de sete pontos. Contudo, anteriormente foi operado devido a hematoma intracraniano e apresentava lesão cerebral grave. Optou-se pelo tratamento não cirúrgico devido à sua grave condição clínica e, após três meses, foi observada a consolidação óssea sem o realinhamento da coluna vertebral.

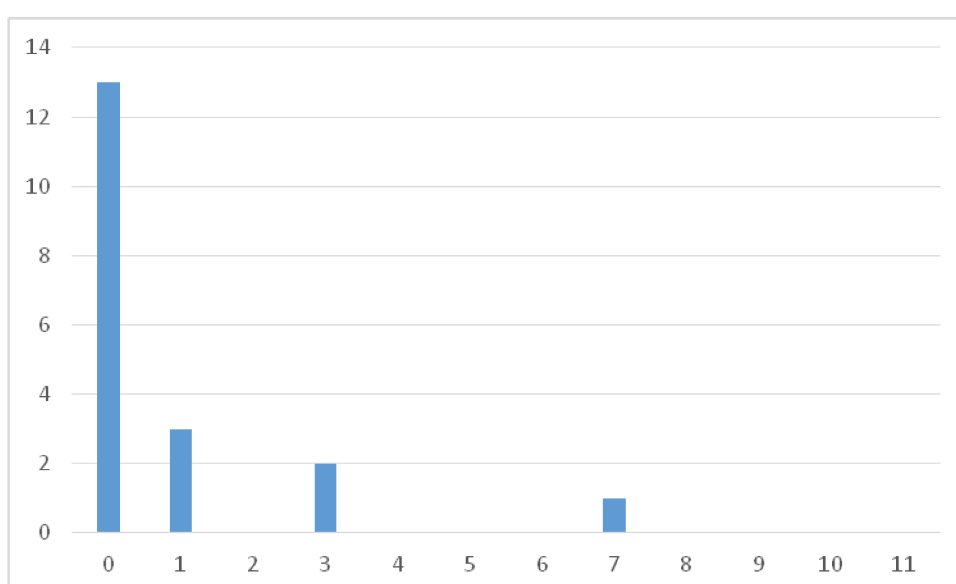


Gráfico 4 – Distribuição do SLICS no grupo de tratamento não cirúrgico.

A critério de nota, um paciente tinha uma lesão da faceta superior de C5 (pontuação SLICS inicial de um) e progrediu com uma listese grau 1 C4-C5. Entretanto o paciente permaneceu assintomático e nos exames de controle houve consolidação óssea, não sendo indicada abordagem cirúrgica.

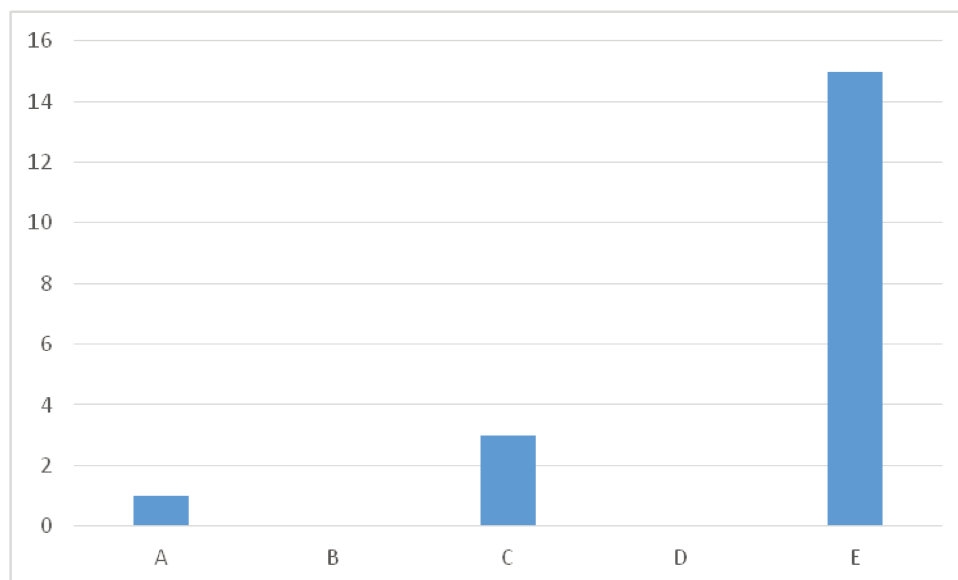


Gráfico 5 – Distribuição do escore AIS no grupo de pacientes com tratamento conservador.

Nenhum paciente deste grupo foi submetido à cirurgia tardia durante o acompanhamento ambulatorial. Um paciente teve melhora do nível neurológico a despeito do tratamento, passou de lesão completa para lesão parcial (A para C).

4.2 GRUPO DE TRATAMENTO CIRÚRGICO

Dos 51 pacientes tratados nesta série, 31 pacientes (60,7%) foram tratados cirurgicamente (Tabela 6). A maioria era do sexo masculino (90,3%), com idade média de 39 anos.

A pontuação SLICS média neste grupo foi de 6,67 pontos (mediana de seis pontos, desvio-padrão de ± 241.30 , variando de 4 até 11 pontos).

Antes da cirurgia, sete pacientes apresentavam AIS A (22,5%), três pacientes AIS B (12,9%), nove pacientes AIS C (29%), três pacientes AIS D (9,6%) e oito pacientes AIS E (25,8%). Após a cirurgia e no seguimento ambulatorial final, foram evidenciados sete pacientes AIS A (22,5%),

trêspacientes AIS B (9,6%), quatro pacientes AIS C (12.9%), sete pacientes AIS D (22.5%) e 10 pacientes AIS E (32.2%).

O mecanismo mais comum de trauma foi acidente de trânsito (51,6%), sendo 38,7% devido a acidentes automobilísticos, seguido de queda de altura, com 16%.

O nível mais afetado de lesão foi C6 com dez casos (32%), seguido de C4 com sete casos (23%), C5 com seis casos (19%), C3 com cinco casos (16%) e, por último, C7 com três casos (10%).

Em relação à abordagem cirúrgica, foi realizado um acesso cervical anterior em 19 pacientes (61%) e 10 pacientes (32%) receberam uma abordagem cervical posterior, sendo que em dois casos (6%) foi realizada uma abordagem combinada, anterior e posterior.

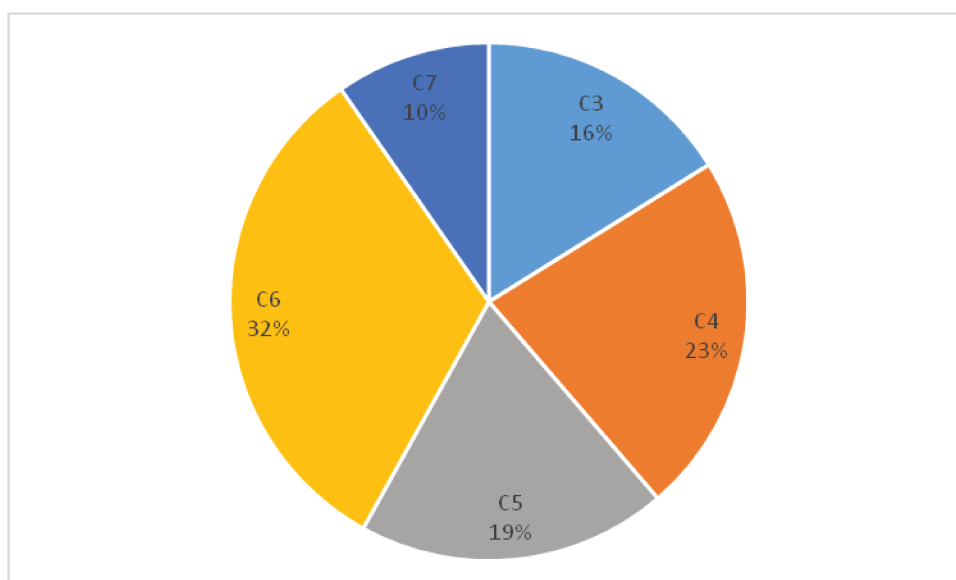
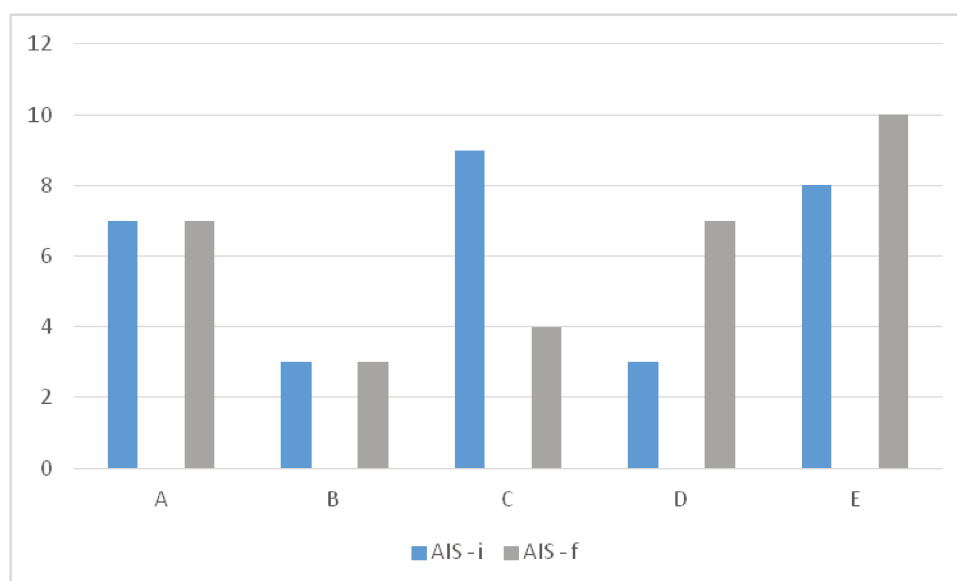


Gráfico 6 – Distribuição dos níveis acometidos no grupo de pacientes cirúrgicos.



Em que AIS – i é o estado neurológico na admissão e AIS – f é o estado neurológico no final do seguimento.

Gráfico 7 – Distribuição do escore AIS nos pacientes do grupo cirúrgico, na admissão e no final do seguimento.

Tabela 6 – Pacientes submetidos a tratamento cirúrgico.

N	S	I	M	N	SLICS	Cir	AIS-i	AIS-f
1	M	23	carro	C4	8	anterior	A	A
2	F	48	carro	C6	7	posterior	E	E
3	M	27	carro	C3	7	anterior	A	A
4	M	23	esporte	C4	6	anterior	E	E
5	M	65	carro	C6	9	posterior	C	D
6	M	56	objeto	C5	7	posterior	E	E
7	M	20	mergulho	C5	7	anterior	D	D
8	M	43	carro	C3	4	anterior	C	D
9	M	27	carro	C6	9	posterior	D	E
10	M	32	mergulho	C4	6	posterior	C	E
11	M	65	movimento	C6	6	anterior	C	C
12	M	40	carro	C3	5	anterior	C	E
13	M	23	queda	C6	6	posterior	E	E
14	M	51	queda	C3	5	anterior	C	D
15	M	46	moto	C6	5	posterior	E	E
16	M	40	moto	C4	4	posterior	A	A
17	M	82	queda	C5	9	anterior	B	C
18	M	42	carro	C5	6	anterior	B	B

19	M	39	carro	C6	10	posterior	A	C
20	F	24	moto	C4	6	anterior	A	A
21	M	33	carro	C4	4	anterior	C	D
22	F	18	carro	C7	4	anterior	E	E
23	M	45	queda	C6	4	posterior	C	C
24	M	30	carro	C5	6	anterior	A	A
25	M	33	carro	C7	7	anterior	A	A
26	M	29	moto	C6	8	anterior	A	A
27	M	39	mergulho	C6	6	anterior	C	D
28	M	58	coice	C5	6	anterior	E	E
29	M	34	mergulho	C3	10	anterior	B	B
30	M	33	agressão	C4	9	anterior	B	B
31	M	44	queda	C7	11	anterior	D	D

Em que N é número, R é registro, S é sexo, I é idade, M é mecanismo, N de estado neurológico, Cir é cirurgia, AIS-i é o escore AIS na admissão, AIS-f é o escore AIS no seguimento final e Comp significa complicações.

4.2.1 COMPLICAÇÕES NO GRUPO CIRÚRGICO

Dois pacientes (6%) morreram de complicações infecciosas, não relacionadas ao ato cirúrgico, um devido a choque séptico e outro devido à falência renal aguda, em quatro e 22 dias após a cirurgia respectivamente. Três pacientes (9%) desenvolveram insuficiência respiratória grave, necessitando de traqueostomia e suporte ventilatório prolongado, todos apresentavam lesão cervical em níveis mais altos (C4) e paraplegia concomitantemente (dois pacientes apresentavam AIS A e um paciente AIS B).

Um paciente (3%) necessitou de procedimentos cirúrgicos adicionais para limpeza e desbridamento de infecção de ferida operatória, associados ao uso de antibiótico intravenoso. Nenhum paciente necessitou de cirurgia de revisão da fixação ou remoção de material.

4.3 AVALIAÇÃO DE REPRODUTIBILIDADE

Foram avaliadas as 510 respostas em 10 avaliações de 51 lesões para grupos e subgrupos, bem como 355 respostas para a morfologia facetária.

Para classificação por grupos, houve 313 respostas (61.3%) para o tipo A, 36 respostas (7%) para o tipo B e 161 respostas (31,5%) para o tipo C.

Para classificação de subgrupos, foram encontradas 253 respostas para o tipo A0 (49,6%), 26 respostas para o tipo A1 (5%), 9 respostas para o tipo A2 (1%), 5 respostas para o tipo A3 (0,9%), 20 respostas para o tipo A4 (3%), 2 respostas para o tipo B1 (0,3%), 23 respostas para o tipo B2 (4,5%), 11 respostas (2,1%) para o tipo B3 e 161 respostas (31,5%) para o tipo C.

Para as morfologias facetárias, foram encontradas 81 respostas (22,8%) para F1, 77 respostas (21,6%) para F2, 26 respostas (7%) para F3 e 170 (47,8%) respostas para F4.

Tabela 7 – Frequência de resposta para as lesões em todas as avaliações.

Morfologia	N
A0	253 (49,6%)
A1	26 (5%)
A2	9 (1,7%)
A3	5 (0,9%)
A4	20 (3,9%)
B1	2 (0,3%)
B2	23 (4,5%)
B3	11 (2,1%)
C	161 (31,5%)
Total	510
Faceta	N
F1	82 (23%)
F2	77 (21,6%)
F3	26(7,3%)
F4	170 (47,8%)
Total	355

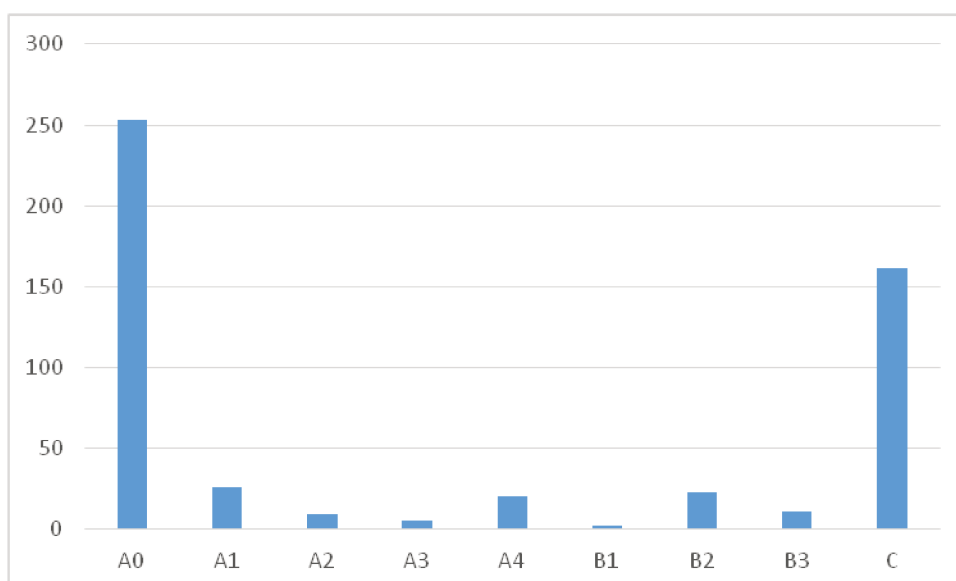


Gráfico 8 – Distribuição das respostas dos avaliadores por subgrupo morfológico.

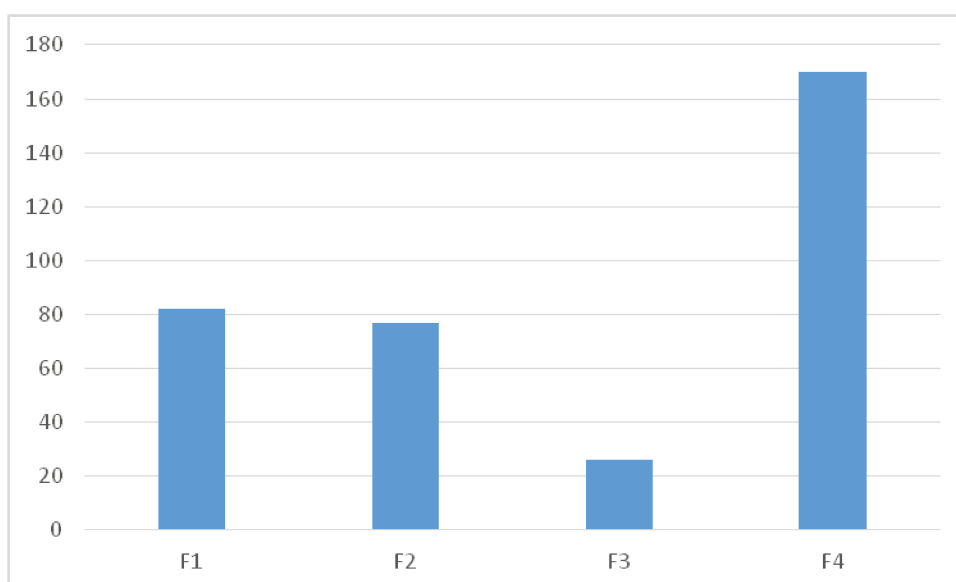


Gráfico 9 – Distribuição das respostas dos avaliadores para os tipos facetários.

4.3.1 ANÁLISE INTRA OBSERVADOR

Grupos

Quando avaliados somente grupos morfológicos de fratura (A, B e C), a reprodutibilidade intraobservador evidenciada variou de $k=0.66$ até 0.95 (substancial a excelente).

Tabela 8 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias (A, B e C) individualmente na primeira e segunda avaliações e resultado das avaliações combinadas.

OB 1	0.75
OB 2	0.69
OB 3	0.95
OB 4	0.66
OB 5	0.86

Primeira	0.52
Segunda	0.63

Subgrupos

A reprodutibilidade encontrada para subgrupos (A0, A1, A2, A3,A4, B1, B2, B3 e C) variou de $k= 0.61$ até 0.93 (substancial até excelente).

Tabela 9 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das subcategorias (A0, A1, A2, A3,A4, B1, B2, B3 e C) individuais na primeira e segunda avaliações e seu resultado combinado.

OB 1	0.61
OB 2	0.63
OB 3	0.93
OB 4	0.67
OB 5	0.80

Primeira	0.51
Segunda	0.60

Morfologia facetaria

A reprodutibilidade encontrada para morfologia facetária (F1, F2, F3 e F4) variou de $k=0,59$ até 0,84.

Tabela 10 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias facetárias, individuais na primeira e segunda avaliações e seu resultado combinado.

OB 1	0.62
OB 2	0.67
OB 3	0.62
OB 4	0.59
OB 5	0.84
Primeira	0.53
Segunda	0.62

Subgrupos com descritores facetários

A reprodutibilidade encontrada para a combinação dos subgrupos (A0, A1, A2, A3,A4, B1, B2, B3 e C) com os descritores facetários (F1, F2, F3 e F4) variou de $k=0.43$ (moderada) até $k=0.77$ (substancial). Entretanto, quando agrupadas as respostas, este índice cai para $k=0.36$ (leve) na primeira avaliação e $k=0.47$ (moderada) na segunda.

Tabela 11 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das subcategorias (A0, A1, A2, A3,A4, B1, B2, B3 e C) associados com os descritores facetários (F1, F2, F3 e F4), resultados individuais na primeira e segunda avaliações e seu resultado combinado.

OB 1	0.43
OB 2	0.46
OB 3	0.77
OB 4	0.47
OB 5	0.73
Primeira	0.36
Segunda	0.47

4.3.2 ANÁLISE INTEROBSERVADORES

Grupos

Para os grupos (A, B e C), a reprodutibilidade combinada interobservadores foi de $k=0.52$ (moderada) e $k=0.63$ (Substancial) para a primeira e segunda avaliações, respectivamente.

Tabela 12 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias (A, B e C) entre os avaliadores na primeira e segunda avaliações respectivamente.

Primeira avaliação.

Classificação	Kappa
A	0.62
B	0.02
C	0.61
Combinada	0.52

Segunda avaliação

Classificação	Kappa
A	0.68
B	-0.01
C	0.71
Combinada	0.63

Subgrupos

A reprodutibilidade combinada para subgrupos (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e C) foi de $k=0.51$ (moderada) e $k=0.60$ (moderada) na primeira e segunda avaliações respectivamente.

Tabela 13 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação dos subgrupos (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e C) entre os avaliadores na primeira e segunda avaliações respectivamente.

Primeira avaliação		Segunda avaliação	
Classificação	Kappa	Classificação	Kappa
A0	0.71	A0	0.78
A1	0.28	A1	0.22
A2	0.11	A2	-0.02
A3	-0.007	A3	-0.01
A4	0.32	A4	0.16
B1	-0.003	B1	-0.003
B2	0.04	B2	-0.03
B3	-0.02	B3	-0.01
C	0.63	C	0.74
Combinada	0.51	Combinada	0.6

Morfologia facetária

A reprodutibilidade combinada interobservadores para morfologia facetária (F1, F2, F3 e F4) foi de $k=0.53$ (moderada) na primeira avaliação e $k=0.62$ (substancial) na segunda .

Tabela 14 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categoriais facetarias (F1, F2, F3 e F4) entre os avaliadores na primeira e segunda avaliações respectivamente.

Primeira avaliação		Segunda avaliação	
Classificação	Kappa	Classificação	Kappa
F1	0.24	F1	0.41
F2	0.28	F2	0.47
F3	0.55	F3	0.52
F4	0.73	F4	0.74
Combinada	0.54	Combinada	0.62

4.3.3 ANÁLISE DE REPRODUTIBILIDADE NAS 10 AVALIAÇÕES.

Foi realizada uma análise das respostas, tanto intra como interobservadores agrupando todas as respostas obtidas.

Grupos

A confiabilidade do tipo A foi de $k=0.67$ (substancial), para o tipo B foi de 0.08 (fraca) e de 0.68 (substancial) para o tipo C.

Tabela 15 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias (A, B e C) entre todos os avaliadores (primeira e segunda avaliações).

Classificação	Kappa
A	0.67
B	0.08
C	0.68
Combinada	0.6

Subgrupos

A confiabilidade para o tipo A0 foi de $k=0.76$ (substancial), $k=0.26$ (leve) para o tipo A1, $k=0.1$ (fraca) para o tipo A2, $k=0.03$ (fraca) para o tipo A3, $k=0.29$ (leve) para o tipo A4, $k=0.08$ (fraca) para o tipo B2, $k=0.06$ (fraca) para o tipo B3 e $K=0.7$ (substancial) para o tipo C.

Tabela 16 – Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das subcategorias (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, C) entre todos os avaliadores (primeira e segunda avaliações).

Classificação	Kappa
A0	0.76
A1	0.26
A2	0.1
A3	0.03
A4	0.29
B1	-0.003
B2	0.08
B3	0.06
C	0.7
Combinada	0.57

Morfologia facetária

Para as morfologias facetárias, foram encontrados $k=0.33$ (leve) para F1, $k=0.4$ (leve) para F2, $k=0.56$ (moderado) para F3 e $k=0.75$ (substancial) para F4.

Tabela 17 - Resultados obtidos com o Stata® na avaliação das categorias facetárias (F1, F2, F3 e F4) entre todos os avaliadores (primeira e segunda avaliações).

Classificação	Kappa
F1	0.33
F2	0.4
F3	0.56
F4	0.75
Combinada	0.59

O maior grau de confiabilidade $K=0.7$ foi atingido quando se associava as fraturas do tipo C à morfologia facetária F4 (149 respostas)

4.3.4 AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA TOTAL

A concordância total entre os observadores foi obtida em 25 casos (49%) quando considerado apenas grupo (A, B e C) e em 22 casos (43,1%) quando analisados subgrupos (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e C) em 10 avaliações.

Para a classificação em grupos, a maioria dos casos com total concordância foi para o tipo A, com 19 casos, seguido do tipo C, com 6 casos. Considerando subgrupos, total concordância foi obtida para 16 casos do tipo A0 e os mesmos seis casos do tipo C.

Dos seis pacientes com fraturas do tipo C e total concordância, cinco foram tratados cirurgicamente, a exceção fez-se em um paciente no qual havia danos neurológicos graves devido ao traumatismo craniano, optando-se por uma conduta não cirúrgica, já explicado previamente.

Não houve pacientes com lesões do tipo B com total concordância de respostas entre os avaliadores. Adicionalmente não existiram pacientes com subtipo morfológico de A1 até A4 com total concordância (Figuras 21 e 22).



Figura 21 – Evidencia-se uma lesão da vértebra de C7 do tipo compressão, com luxação facetária, “faceta travada”, devido à lesão por hiperflexão e rotação da vértebra, classificada como C.



Figura 22 – Lesão distrativa de C6-C7 com componente rotatório e translacional foi classificada como B ou C.

Pacientes do tipo A0 (com ou sem fratura facetária) tiveram tratamento variado, de acordo com o estado neurológico deles: cinco foram tratados cirurgicamente e 11 foram tratados não cirurgicamente.

A explicação para os cinco pacientes sem lesões evidentes, que foram submetidos à cirurgia, deu-se pela presença de hérnia de disco traumática oculta ou alterações degenerativas significativas, com piora neurológica pós trauma, sem fratura ou deslocamento evidente de vértebras (Figura 23).



Figura 23 – Um exemplo de lesão A0 e paciente com lesão neurológica severa, RM coluna cervical evidenciando uma hérnia de disco C5-C6 oculta, com compressão medular.

Levando em consideração subgrupos e modificadores facetários em conjunto, apenas oito casos tiveram concordância plena: dois casos do tipo A0 sem lesão facetária e seis casos do tipo C com morfologia facetária F4.

Tabela 18 – Oito casos de 51 pacientes analisados obtiveram concordância total de respostas aplicadas em todas as avaliações.

Morfologia	Faceta	N	Kappa	SLICS	Cirurgia
A0	-	2	0.63	2.5 (0-5)	1 (50%)
C	F4	6	0.7	8 (5-10)	5 (83%)

4.3.5 AVALIAÇÃO DE APLICABILIDADE CLÍNICA

Todos os pacientes deste estudo foram tratados previamente à publicação da nova classificação de fraturas.

Tabela 19 – Análise estatística das características demográficas.

Característica	Total	Operados	Não operados	p-valor
Idade	39,3±15,4	39,1±14,9	39,6±16,5	0,9105
Masculino (%)	45 (88,2)	28 (90,3)	17 (85,0)	0,5646
Acidentes com veículos motorizados (%)	26 (51,0)	17 (54,8)	9 (45,0)	0,4926
Total de pacientes	51	31	20	

Tabela 20 – Análise estatística da classificação M.

Característica	Total	Operados	Não operados	p-valor
A0	28 (54,9)	11 (35,5)	17 (85,0)	0,0005
A1-A2-A3-A4	6 (11,8)	4 (12,9)	2 (10,0)	0,7530
B-C	17 (33,3)	16 (51,6)	1 (5,0)	0,0006
Total de pacientes	51	31	20	

Negrito na coluna p-valor indica diferença significativa entre os grupos Operado e Não operado

Tabela 21 –Análise estatística da classificação F.

Característica	Total	Operados	Não operados	p-valor
F1-F2	13 (25,5)	4 (12,9)	9 (45,0)	0,0102
F3-F4	17 (33,3)	16 (51,6)	1 (5,0)	0,0006
Total de pacientes	51	31	20	

Negrito na coluna p-valor indica diferença significativa entre os grupos Operado e Não operado

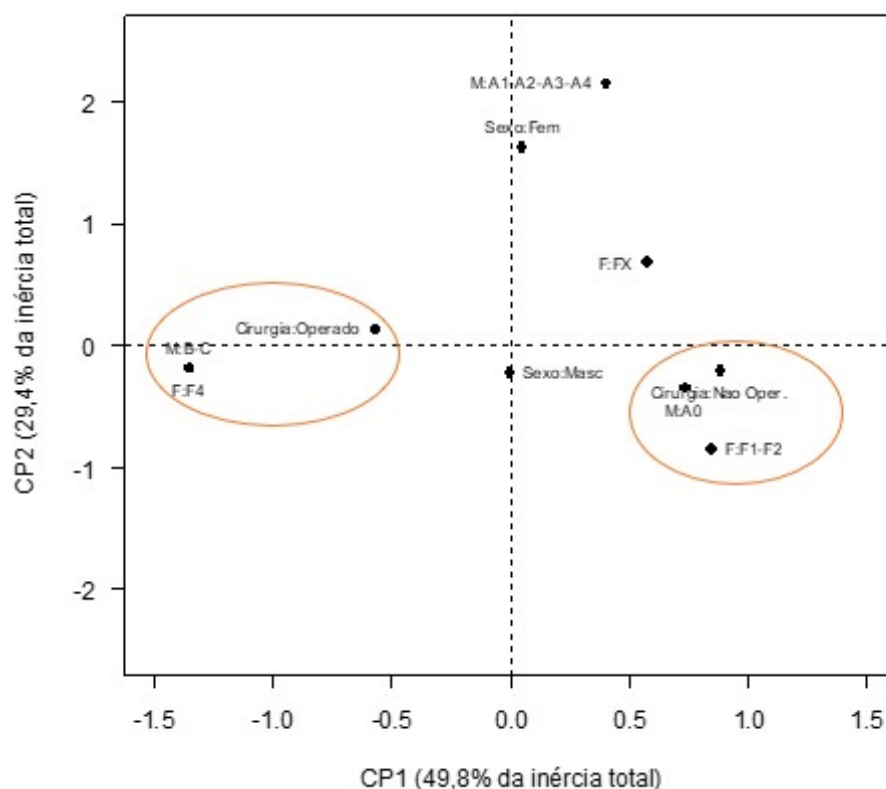


Gráfico 10 – Análise de Correspondência Múltiplas considerando as seguintes variáveis: "M", "F", "Sexo", "Cirurgia (S/N)"

A categoria de resposta “Não operado” está mais associada às respostas A0 e F1-F2. Já a categoria de resposta “Operado” está mais associada a B-C e F4.

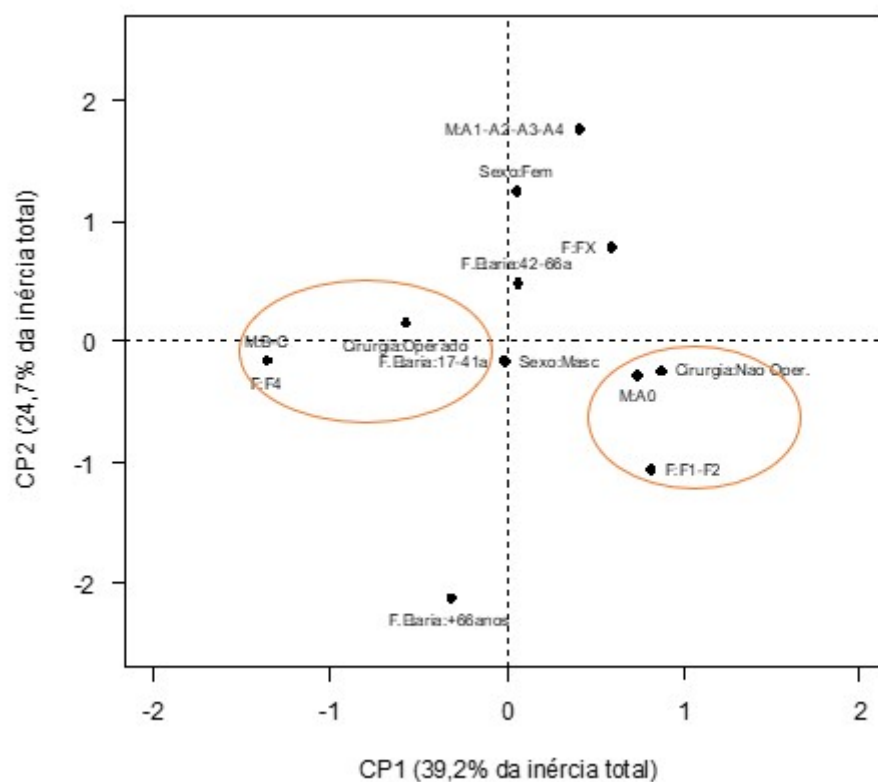


Gráfico 11 – Análise de Correspondências Múltiplas considerando as seguintes variáveis: "M", "F", "Sexo", "Cirurgia (S/N)" e "Faixa Etária"

Observa-se que indivíduos não operados estão mais associados com indivíduos classificados como F1-F2 e A0. Já indivíduos operados estão mais associados com indivíduos F4, B-C, masculino e na faixa de 17 a 41 anos.

5. DISCUSSÃO

Classificações são ferramentas necessárias para facilitar o manuseio clínico de pacientes com doenças complexas, com impacto na decisão de tomada de conduta, padronizando a comunicação entre os profissionais de saúde e proporcionais recursos para propósitos científicos. Entretanto classificações devem ser confiáveis e válidas antes de serem adotadas na prática clínica.(50)

Nesta nova proposta, as lesões foram divididas em grupos principais: tipo A (compressivas) divididas em cinco subgrupos (A0 até A4), tipo B (fraturas com lesões de bandas de tensão anteriores ou posteriores) divididas em três subgrupos (B1 até B3) e lesões do tipo C (com a presença de grave deslocamento). Adicionalmente, foi incluída uma detalhada avaliação da lesão facetária em quatro graus (F1 até F4), além de considerar o estado neurológico do paciente (N) e incluir subtipos especiais de lesão (M).

Vacarro et al.(58), em 2015, juntamente com a AOSpine, testaram essa nova classificação com 10 cirurgiões de coluna vertebral, todos com experiência no assunto, usando 30 casos de lesões da coluna cervical subaxial. A taxa de concordância foi avaliada por meio do escore Kappa (**k**), tendo sido obtido um valor 0.75 para a concordância intraobservador e 0.64 para a concordância interobservadores, para todos os subgrupos de lesão avaliados em conjunto. A razão de concordância também foi avaliada separadamente para todos os subgrupos de morfologia de fratura, com maior taxa de concordância para o tipo B3 (**k** = 0.87, excelente). A taxa de concordância para o tipo morfológico A3 foi de **k** = 0.25, para B2 foi **k**= 0.029, para F1 foi de **k**=0.0 e para F4 foi de **k**=0.06. A baixa taxa de concordância para esses tipos morfológicos está associada à baixa prevalência destas morfologias na série de paciente estudada.

No presente estudo, comparativamente, obtivemos valores de concordância menores para grupos, com **k**=0.52 (moderado) e **k**=0.63 (substancial) para a primeira e segunda avaliações, respectivamente. Esta melhora, de 0.52 para 0.63, após 4 semanas entre as avaliações, pode refletir

o fator da in experiência em aplicar esta classificação pelos avaliadores pela primeira vez.

Patelet al.(62) já haviam alertado que a concordância de uma classificação tende a melhorar ao longo do tempo, devido aos benefícios do aprendizado e da familiaridade do uso. O mesmo foi evidenciado nos resultados de nossa análise intraobservador, pois o maior valor de reprodutibilidade foi encontrado pelos cirurgiões seniores, enquanto os outros pesquisadores obtiveram taxas inferiores, provavelmente devido à menor experiência no tratamento dessas lesões.

Em todo o estudo, obtivemos apenas 36 respostas para o tipo B (duas respostas com tipo B1, 23 respostas com o tipo B2 e 11 respostas com o tipo B3), em um total de 510 respostas. Contrariamente ao evidenciado pelo estudo AOSpine, que obteve uma concordância para o tipo B3 elevada com $k=0.87$ (excelente), em nosso estudo ela foi $k=0.06$ (fraca). Uma potencial explicação para isso é que em nosso estudo foram utilizados casos consecutivamente tratados enquanto no estudo original os casos foram pré-selecionados.

Por outro lado, maiores taxas de concordância foram encontradas nos tipos A e C, facilmente explicadas, pois são morfologias que contemplam os dois extremos de lesões da coluna - as mais leves e as mais graves, tornando-as mais facilmente identificáveis e fáceis de classificar. Isto pode ser explicado pelo fato de nossa casuística ser de pacientes atendidos no serviço ao longo de anos, não selecionados, sendo mais comuns, obviamente, as fraturas de maior incidência. Quando foi avaliada a confiabilidade por morfologia de lesão, foi percebido que os menores índices adquiridos (A2, A3, B1, B2 e B3) não tinham significado estatístico devido à sua baixa prevalência. Pelo fato de a série não ter tido maior número de casos com essas morfologias, não foi possível avaliar a validade do tratamento efetuado realmente nestas lesões.

Em relação à morfologia facetária, a concordância variou de $k=0.59$ até $k=0.84$ na avaliação intraobservador e $k=0.53$ (primeira avaliação) e $k=0.62$ (segunda avaliação) nas avaliações interobservadores, com confiabilidade moderada em ambos os casos. Como exemplo, distinguir lesões do tipo F1 de F2 pode ser extremamente subjetivo, pois as diferenças são pequenas. Devido

a isso, as fraturas F1, F2 e F3 conseguiram $k=0.33$, $k=0.4$ e $k=0.56$ (moderado) respectivamente, quando comparadas a F4 com $k=0.75$ (substancial).

Fraturas isoladas facetarias são raras, apresentam uma incidência de 6,7% e têm tratamento bastante controverso na literatura.(63) Kepler et al.(64), em revisão sistemática da literatura com objetivo de definir a conduta (cirúrgico ou não) e qual melhor abordagem, estudaram a conduta das fraturas de facetas. Embora houve vários estudos com resultados controversos, concluíram que fraturas com deslocamento (F4 na nova classificação da AOSpine) devem ser reduzidas cirurgicamente ou por tração, seguido de fixação, pois apresentam maior potencial de instabilidade.

Urrutia et al.(65) em 2017, analisando 65 casos com 6 avaliadores, evidenciaram índices de confiabilidade menor que o estudo original de Vaccaro. A concordância combinada para grupos (A, B e C) intra e interobservadores foi de $k = 0.68$ (substancial) e $k=0.57$ (moderado) respectivamente, sendo que, para alguns subtipos, como B1, não obtiveram concordância significativa como em nossa série.

Urrutia et al.(66), também em 2017, em outro estudo, compararam os resultados dos mesmos 65 casos classificados também em relação ao sistema proposto por Allen. Foi observada uma concordância combinada de $k=0.66$ (substancial) e $k=0.46$ (moderado) para as avaliações intra e interobservadores para o sistema desenvolvido por Allen. Demonstraram, portanto, que a classificação AOSpine tem valores absolutos de concordância melhores que a classificação de Allen de 1986, contudo seus intervalos de interpretação conforme Landis e Koch são idênticos entre as duas classificações (substancial e moderado).

Schnake et al.(67), em 2017, juntamente com a AOSpine, avaliaram 40 casos selecionados e classificados por 9 experts em cirurgia de coluna. A concordância para combinação grupos (A, B e C) foi de $k=0.75$ e $k=0.65$ intra e interobservadores respectivamente, replicando os dados obtidos no primeiro estudo de Vaccaro de 2015.

Esses resultados sugerem que observadores mais experientes ou melhores treinados tendem a ter resultados de reprodutibilidade melhor. Entretanto, o objetivo de uma classificação é ser de linguagem mais simples e

acessível possível, visto que ela é para ser difundida entre os cirurgiões “comuns”, e não entre ultraespecialistas.

Quanto ao tratamento aplicado, no presente estudo a maioria dos pacientes tratados não cirurgicamente (8%) tinham o subtipo A0 e não apresentavam déficits neurológicos (**p=0,0005**). Somente um caso do grupo não cirúrgico, que apresentava uma lesão grave do tipo C, deveria ser operado, contudo, devido ao traumatismo cranioencefálico grave e outras complicações sistêmicas, foi conduzido conservadoramente. As morfologias facetarias F1-F2 também estão estatisticamente associadas ao tratamento não cirúrgico (**p=0,0102**), sendo consideradas lesões potencialmente estáveis.

Diferentemente, no grupo tratado cirurgicamente, todos os pacientes com o tipo C de lesão (48,3% dos casos no grupo de tratamento cirúrgico) foram operados, inclusive alguns pacientes que não apresentavam déficits neurológicos. Nestes casos, a lesão foi considerada instável devido ao desalinhamento e com potencial de lesão neurológica tardia. Todos os pacientes com o tipo C de morfologia apresentavam o tipo F4 facetário, sendo uma classificação redundante. Estatisticamente, os tipos B-C e F4 estão associados a cirurgias em ambas as ocasiões (**p=0,0006**).

Quando realizada a Análise de Correspondências Múltiplas, também é observado que as morfologias A0 e F1-2 estão fortemente associadas ao grupo não cirúrgico, enquanto as morfologias B-C e F4 ao grupo cirúrgico, também é observado que pacientes do sexo masculino e na faixa etária de 17 a 41 anos têm uma tendência maior à cirurgia, ou seja, uma pontuação SLICS de 4 ou mais pontos.

Du et al.(68), em 2019, avaliaram 402 pacientes que foram submetidos à cirurgia por fraturas cervicais subaxiais. Foi evidenciado nesta série que pacientes com lesões B e C/F4 necessitaram de cirurgia (**p<0,0001**), sendo que a cirurgia precoce nestes casos estava associada à melhor resposta neurológica. As lesões do tipo A/F1-3 não apresentaram evidência estatística ao desfecho quando a cirurgia foi atrasada para realização de RM. (A0: **p=0,126**, A1-4: **p=0,912**, F1-3: **p=0,875**)

Arabi et al.(69) apresentaram uma série de 92 pacientes que apresentaram lesões neurológicas devido a traumatismo coluna cervical subaxial, correlacionando estatisticamente a idade, AIS, grau de severidade de

lesão, tamanho da lesão intramedular e conversão do AIS no seguimento. Nesta análise, existe uma evidência estatística que a nova Classificação AOSpine segue um grau de gravidade de lesão e pode prever a chance de recuperação neurológica. Pacientes com o tipo C de lesão apresentavam lesões intramedulares maiores que os tipo B e menor potencial de recuperação quando comparados com outros grupos ($p<0,02$).

Vaněk et al.(70) publicaram uma série de 48 pacientes tratados utilizando a nova classificação AOSpine por um período de 2 anos. Nela, 11 pacientes com lesões A0/A1 e F1 foram tratados não cirurgicamente enquanto outros 37 pacientes com lesões A3/A4, B e C foram tratados com cirurgia. A concordância entre observadores para cada grupo de acordo com morfologia foi de 89,3%. Também foi descrito que pacientes com lesões F3 (6,3%) necessitaram de abordagem cirúrgica.

Na nossa série, todos os casos com subtipo A3/A4 (fraturas em explosão) que apresentavam déficits neurológicos foram tratados cirurgicamente, enquanto os casos A3/A4 que não apresentavam déficits foram submetidos ao tratamento conservador. Outro fator relevante foi que sete (22,5%) pacientes não apresentavam lesões evidentes em tomografia ou lesões menores (A0) e, como apresentaram sintomas neurológicos mesmo que transitoriamente, foram submetidos à RM da coluna cervical para detectar compressões persistentes ou alterações degenerativas exacerbadas pelo contexto de trauma, sendo operados devido a essas alterações. Nestes casos a tomografia isoladamente não é suficiente para definir tratamento em pacientes com lesões leves (A0) e presença de sintomas neurológicos.

5.1 LIMITAÇÕES

O fato de o estudo ser realizado em centro único e ser de natureza retrospectiva impõe limitações à execução de nossa análise. Contudo, pelo fato de apenas um único cirurgião ter sido envolvido no tratamento dos casos e ter utilizado o SLICS como ferramenta para determinar conduta, os desfechos foram mais homogêneos.

De qualquer forma, a baixa concordância na classificação dos subgrupos e lesões facetárias é evidente.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho demonstrou que a nova classificação AOSpine demonstra boa reprodutibilidade quando avaliada a morfologia para os três grupos principais (A, B e C). Entretanto, é limitada para guiar tratamento, visto que vários subtipos de lesão não obtiveram reprodutibilidade nem validade para aplicação prática. Somente lesões com subtipos muito leves ou extremamente graves obtiveram concordância alta. Adicionalmente, a classificação de morfologia facetária é imprecisa. Alguns subtipos com baixa prevalência clínica (tipo B) não possibilitaram maior análise dos resultados.

Em relação à validade clínica ou segurança, as fraturas tipo A0 geralmente foram tratadas de forma não cirúrgica, requerendo avaliação adicional com ressonância na presença de déficits neurológicos. As lesões do tipo C foram tratadas cirurgicamente.

7. REFÊRENCIAS

1. Onions CT, Friedrichsen GWS, Burchfield RW. The Oxford dictionary of English etymology. Oxford,: Clarendon P.; 1966. xvi, 1025 p. p.
2. Sidwell R, Matar MM, Sakran JV. Trauma Education and Prevention. The Surgical clinics of North America. 2017;97(5):1185-97.
3. Deng AW, Wei D, Zhang JH, Ran CF, Wang M. [Rehabilitation therapy in early stage following spinal cord injuries]. Di 1 jun yi da xue xue bao = Academic journal of the first medical college of PLA. 2004;24(6):706-7, 10.
4. Jackson A. Spinal-cord injury: Neural interfaces take another step forward. Nature. 2016;539(7628):177-8.
5. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: A meta-analysis. Journal of orthopaedics. 2016;13(4):383-8.
6. Schmidt OI, Gahr RH, Gosse A, Heyde CE. ATLS(R) and damage control in spine trauma. World journal of emergency surgery : WJES. 2009;4:9.
7. Felten DL, O'Banion MK, Maida MS, Netter FH. Netter's atlas of neuroscience. 3rd edition. ed. xvii, 477 pages p.
8. O'Lynnnger TM, Zuckerman SL, Morone PJ, Dewan MC, Vasquez-Castellanos RA, Cheng JS. Trends for Spine Surgery for the Elderly: Implications for Access to Healthcare in North America. Neurosurgery. 2015;77 Suppl 4:S136-41.
9. Menezes AH, Traynelis VC. Anatomy and biomechanics of normal craniovertebral junction (a) and biomechanics of stabilization (b). Child's nervous system : ChNS : official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery. 2008;24(10):1091-100.
10. Harms J, Melcher RP. Posterior C1-C2 fusion with polyaxial screw and rod fixation. Spine. 2001;26(22):2467-71.
11. Jacobson ME, Khan SN, An HS. C1-C2 posterior fixation: indications, technique, and results. The Orthopedic clinics of North America. 2012;43(1):11-8, vii.
12. Villas C, Arriagada C, Zubieta JL. Preliminary CT study of C1-C2 rotational mobility in normal subjects. 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. 1999;8(3):223-8.
13. Passias PG, Poorman GW, Segreto FA, Jalai CM, Horn SR, Bortz CA, et al. Traumatic Fractures of the Cervical Spine: Analysis of Changes in Incidence, Cause, Concurrent Injuries, and Complications Among 488,262 Patients from 2005 to 2013. World neurosurgery. 2018;110:e427-e37.
14. Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, Wing PC. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. Spinal cord. 2014;52(2):110-6.
15. Azhari S, Azimi P, Shahzadi S, Mohammadi HR, Khayat Kashani HR. Decision-Making Process in Patients with Thoracolumbar and Lumbar Burst Fractures with Thoracolumbar Injury Severity and Classification Score Less than Four. Asian spine journal. 2016;10(1):136-42.
16. Ovalle F. A. T. REC, Balbuena F. R. Incidence and functional evolution of traumatic injuries of the spine. Coluna/Columna. 2014;13(3):223-7.

17. Baaj AA, Uribe JS, Nichols TA, Theodore N, Crawford NR, Sonntag VK, et al. Health care burden of cervical spine fractures in the United States: analysis of a nationwide database over a 10-year period. *Journal of neurosurgery Spine*. 2010;13(1):61-6.
18. Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal cord*. 2012;50(5):365-72.
19. Shibahashi K, Nishida M, Okura Y, Hamabe Y. Epidemiological State, Predictors of Early Mortality, and Predictive Models for Traumatic Spinal Cord Injury: A Multicenter Nationwide Cohort Study. *Spine*. 2018.
20. Deckey DG, Makovicka JL, Chung AS, Hassebrock JD, Patel KA, Tummala SV, et al. Neck and Cervical Spine Injuries in National College Athletic Association Athletes: A 5-Year Epidemiologic Study. *Spine*. 2019.
21. (IBGE) IBdGeE. Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018 2018. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22374-ibge-divulga-as-estimativas-de-populacao-dos-municipios-para-2018>.
22. Silva OTG, E.; Tedeschi, Joaquim, A.F. Epidemiology of Spinal Trauma Surgically Treated at the Unicamp Hospital das Clínicas. *Coluna/Columna*. 2018;17(1):55-8.
23. Sances A, Jr., Myklebust JB, Maiman DJ, Larson SJ, Cusick JF, Jodat RW. The biomechanics of spinal injuries. *Critical reviews in biomedical engineering*. 1984;11(1):1-76.
24. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*. 1983;8(8):817-31.
25. Denis F. Spinal instability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma. *Clinical orthopaedics and related research*. 1984(189):65-76.
26. Panjabi MM, White AA, 3rd. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery*. 1980;7(1):76-93.
27. Rajasekaran S, Kanna RM, Shetty AP. Management of thoracolumbar spine trauma: An overview. *Indian journal of orthopaedics*. 2015;49(1):72-82.
28. White AA, 3rd, Panjabi MM. Update on the evaluation of instability of the lower cervical spine. *Instructional course lectures*. 1987;36:513-20.
29. White AA, 3rd, Panjabi MM, Posner I, Edwards WT, Hayes WC. Spinal stability: evaluation and treatment. *Instructional course lectures*. 1981;30:457-83.
30. Subcommittee A, American College of Surgeons' Committee on T, International Awg. Advanced trauma life support (ATLS(R)): the ninth edition. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2013;74(5):1363-6.
31. Roy AK, Miller BA, Holland CM, Fountain AJ, Jr., Pradilla G, Ahmad FU. Magnetic resonance imaging of traumatic injury to the craniovertebral junction: a case-based review. *Neurosurgical focus*. 2015;38(4):E3.
32. Winklhofer S, Thekkumthala-Sommer M, Schmidt D, Rufibach K, Werner CM, Wanner GA, et al. Magnetic resonance imaging frequently changes classification of acute traumatic thoracolumbar spine injuries. *Skeletal radiology*. 2013;42(6):779-86.
33. Crook TB, Eynon CA. Traumatic atlantoaxial rotatory subluxation. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2005;22(9):671-2.

34. Furlan JC, Fehlings MG, Massicotte EM, Aarabi B, Vaccaro AR, Bono CM, et al. A quantitative and reproducible method to assess cord compression and canal stenosis after cervical spine trauma: a study of interrater and intrarater reliability. *Spine*. 2007;32(19):2083-91.
35. Joaquim AF, Patel AA. Thoracolumbar spine trauma: Evaluation and surgical decision-making. *Journal of craniovertebral junction & spine*. 2013;4(1):3-9.
36. Tehranzadeh J, Bonk RT, Ansari A, Mesgarzadeh M. Efficacy of limited CT for nonvisualized lower cervical spine in patients with blunt trauma. *Skeletal radiology*. 1994;23(5):349-52.
37. van Middendorp JJ, Hosman AJ, Pouw MH, Group E-SS, Van de Meent H. ASIA impairment scale conversion in traumatic SCI: is it related with the ability to walk? A descriptive comparison with functional ambulation outcome measures in 273 patients. *Spinal cord*. 2009;47(7):555-60.
38. Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clinical orthopaedics and related research*. 2017;475(5):1499-504.
39. Maynard FM, Jr., Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF, Jr., Donovan WH, Ducker TB, et al. International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. *Spinal cord*. 1997;35(5):266-74.
40. Anderson KK, Tetreault L, Shamji MF, Singh A, Vukas RR, Harrop JS, et al. Optimal Timing of Surgical Decompression for Acute Traumatic Central Cord Syndrome: A Systematic Review of the Literature. *Neurosurgery*. 2015;77 Suppl 4:S15-32.
41. Joaquim AF, Patel AA. Subaxial cervical spine trauma: evaluation and surgical decision-making. *Global spine journal*. 2014;4(1):63-70.
42. Patel AA, Dailey A, Brodke DS, Daubs M, Anderson PA, Hurlbert RJ, et al. Subaxial cervical spine trauma classification: the Subaxial Injury Classification system and case examples. *Neurosurgical focus*. 2008;25(5):E8.
43. Vaccaro AR, Hurlbert RJ, Patel AA, Fisher C, Dvorak M, Lehman RA, Jr., et al. The subaxial cervical spine injury classification system: a novel approach to recognize the importance of morphology, neurology, and integrity of the disco-ligamentous complex. *Spine*. 2007;32(21):2365-74.
44. Joaquim AF, Lawrence B, Daubs M, Brodke D, Patel AA. Evaluation of the subaxial injury classification system. *Journal of craniovertebral junction & spine*. 2011;2(2):67-72.
45. Mohamed MA, Majeske KD, Sachwani-Daswani G, Coffey D, Elghawy KM, Pham A, et al. Impact of MRI on changing management of the cervical spine in blunt trauma patients with a 'negative' CT scan. *Trauma surgery & acute care open*. 2016;1(1):e000016.
46. Cruz HY, Joaquim AF, Tedeschi H, Patel AA. Evaluation of the SLICS use in the treatment of subaxial cervical spine injuries. *Arquivos de neuro-psiquiatria*. 2015;73(5):445-9.
47. Sribnick EA, Hoh DJ, Dhall SS. Traumatic high-grade cervical dislocation: treatment strategies and outcomes. *World neurosurgery*. 2014;82(6):1374-9.
48. Ahmed WA, Naidoo A, Belci M. Rapid incremental closed traction reduction of cervical facet fracture dislocation: the Stoke Mandeville experience. *Spinal cord series and cases*. 2018;4:86.

49. van Middendorp JJ, Audige L, Hanson B, Chapman JR, Hosman AJ. What should an ideal spinal injury classification system consist of? A methodological review and conceptual proposal for future classifications. *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*. 2010;19(8):1238-49.
50. Glaser JA, Jaworski BA, Cuddy BG, Albert TJ, Hollowell JP, McLain RF, et al. Variation in surgical opinion regarding management of selected cervical spine injuries. A preliminary study. *Spine*. 1998;23(9):975-82; discussion 83.
51. Holdsworth F. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1970;52(8):1534-51.
52. Allen BL, Jr., Ferguson RL, Lehmann TR, O'Brien RP. A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. *Spine*. 1982;7(1):1-27.
53. Harris JH, Jr., Edeiken-Monroe B, Kopaniky DR. A practical classification of acute cervical spine injuries. *The Orthopedic clinics of North America*. 1986;17(1):15-30.
54. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *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*. 1994;3(4):184-201.
55. Anderson PA, Moore TA, Davis KW, Molinari RW, Resnick DK, Vaccaro AR, et al. Cervical spine injury severity score. Assessment of reliability. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2007;89(5):1057-65.
56. AO Foundation 2019. Available from: <https://www.aofoundation.org/Structure/the-ao-foundation/Pages/about.aspx>.
57. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake KJ, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *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*. 2015.
58. Reinhold M, Blauth M, Rosiek R, Knop C. [Lower cervical spine trauma: classification and operative treatment]. *Der Unfallchirurg*. 2006;109(6):471-80, quiz 81-3.
59. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Physical therapy*. 2005;85(3):257-68.
60. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*. 1977;33(2):363-74.
61. Patel AA, Dailey A, Brodke DS, Daubs M, Harrop J, Whang PG, et al. Thoracolumbar spine trauma classification: the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score system and case examples. *Journal of neurosurgery Spine*. 2009;10(3):201-6.
62. Hadley MN, Fitzpatrick BC, Sonntag VK, Browner CM. Facet fracture-dislocation injuries of the cervical spine. *Neurosurgery*. 1992;30(5):661-6.

63. Kepler CK, Vaccaro AR, Chen E, Patel AA, Ahn H, Nassr A, et al. Treatment of isolated cervical facet fractures: a systematic review. *Journal of neurosurgery Spine*. 2016;24(2):347-54.
64. Urrutia J, Zamora T, Yurac R, Campos M, Palma J, Mobarec S, et al. An Independent Inter- and Intraobserver Agreement Evaluation of the AOSpine Subaxial Cervical Spine Injury Classification System. *Spine*. 2017;42(5):298-303.
65. Urrutia J, Zamora T, Campos M, Yurac R, Palma J, Mobarec S, et al. A comparative agreement evaluation of two subaxial cervical spine injury classification systems: the AOSpine and the Allen and Ferguson schemes. *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*. 2016;25(7):2185-92.
66. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, Oner C. AOSpine Classification Systems (Subaxial, Thoracolumbar). *Journal of orthopaedic trauma*. 2017;31 Suppl 4:S14-S23.
67. Du JP, Fan Y, Zhang JN, Liu JJ, Meng YB, Hao DJ. Early versus delayed decompression for traumatic cervical spinal cord injury: application of the AOSpine subaxial cervical spinal injury classification system to guide surgical timing. *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*. 2019.
68. Aarabi B, Oner C, Vaccaro AR, Schroeder GD, Akhtar-Danesh N. Application of AOSpine Subaxial Cervical Spine Injury Classification in Simple and Complex Cases. *Journal of orthopaedic trauma*. 2017;31 Suppl 4:S24-S32.
69. Vanek P. New AOSpine subaxial cervical spine injury classification and its clinical usage. *Rozhledy v chirurgii : mesicnik Ceskoslovenske chirurgicke spolecnosti*. 97(6):273-8.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO I – PARECER DO CEP

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de uma nova classificação do traumatismo da coluna cervical subaxial (C3 a C7)

Pesquisador: OTAVIO TUROLO DA SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 43716615.2.0000.5404

Instituição Proponente: Hospital de Clínicas da UNICAMP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.039.902

Data da Relatoria: 28/04/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de estudo observacional, retrospectivo, que tem como objetivo avaliar uma nova classificação do traumatismo da coluna cervical subaxial (C3 a C7) elaborada pelo grupo AOSpine. Os pesquisadores esclarecem que a coluna cervical subaxial é representada pelos segmentos vertebrais de C3-C7 e que lesões nessa região apresentam alta morbimortalidade e implicações socioeconômicas relevantes, tendo em vista o risco de tetraplegia e incapacidade funcional grave. Não há consenso na literatura sobre o tratamento e classificações das lesões da coluna cervical subaxial. O Spinal Trauma Study Group, grupo de cientistas internacionais do estudo do TRM, propôs em 2007 um escore de gravidade das lesões conhecido como Subaxial Cervical Spine Injury Classification (SLIC), de modo a sistematizar as condutas adotadas. A AOSpine, principal órgão de ensino e pesquisa mundial em doenças da coluna, recentemente propôs um novo sistema de classificação baseado em critérios morfológicos das lesões. Contudo, a segurança do uso desse sistema ainda não é conhecida. Neste projeto os pesquisadores avaliarão retrospectivamente os casos atendidos a partir de 2009 com TRM cervical no serviço de Neurocirurgia do HC-Unicamp, através de dados clínicos e radiológicos. Os pacientes serão classificados segundo o novo sistema, sendo que os resultados serão comparados com o tratamento empregado efetivamente. Além disso, a reprodutibilidade da classificação será avaliada entre os diferentes pesquisadores, através

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fom.unicamp.br

**COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS**



Continuação do Parecer: 1.039.902

do índice de reprodutibilidade (Kappa).

As imagens adquiridas em Tomografia Computadorizada de alta resolução com reconstrução nos planos sagital, coronal e axial serão extraídas em formato DICOM. As avaliações serão realizadas pelo pesquisador principal e pelo assistente de forma separada e às cegas. Todos os casos serão classificados de acordo com o SLIC e classificação atual da AO Spine. Após 30 dias as imagens serão reclassificadas às cegas e os dados de concordância inter e intraobservador serão comparados.

Não há estimativa do número de participantes no estudo.

A data de início prevista no projeto de pesquisa é 01/04/2015.

A pesquisa contará com financiamento próprio.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a reprodutibilidade entre diferentes observadores da classificação das lesões na coluna cervical subaxial proposta por Vaccaro et al. 2015.

Objetivo Secundário:

Avaliar a correlação do tipo de fratura obtida com o tratamento efetuado no serviço.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos ou benefícios diretos para os participantes da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Considero que o estudo proposto é válido e está de acordo com as normas do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos. A justificativa e os objetivos estão claros e o projeto não apresenta riscos para os participantes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados

- 1) Projeto de Pesquisa. No projeto consta a data do início da coleta de dados em 01/04/2015.
- 2) Folha de Rosto devidamente preenchida, datada e assinada pelo diretor da unidade em que o pesquisador tem vínculo.

Os pesquisadores solicitam a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por tratar-se de estudo retrospectivo em que serão analisados dados de prontuário e imagens tomográficas do banco de dados digital de imagens.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
 Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
 UF: SP Município: CAMPINAS
 Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fom.unicamp.br

**COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS**



Continuação do Parecer: 1.039.902

Recomendações:

Notificar ao CEP a data correta em que a pesquisa será iniciada. Lembramos ao pesquisador que o estudo só pode ser iniciado após a aprovação pelo CEP, conforme compromisso assumido pelo mesmo com o cumprimento da resolução 466/2012, item IX.1 letra a.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado com recomendações de notificar ao CEP a data correta em que a pesquisa será iniciada. Lembramos ao pesquisador que o estudo só pode ser iniciado após a aprovação pelo CEP, conforme compromisso assumido pelo mesmo com o cumprimento da resolução 466/2012, item IX.1 letra a.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

- O sujeito de pesquisa deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126		
Bairro: Barão Geraldo		CEP: 13.083-887
UF: SP	Município: CAMPINAS	
Telefone: (19)3521-8936	Fax: (19)3521-7187	E-mail: cep@fom.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.039.902

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.

- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.

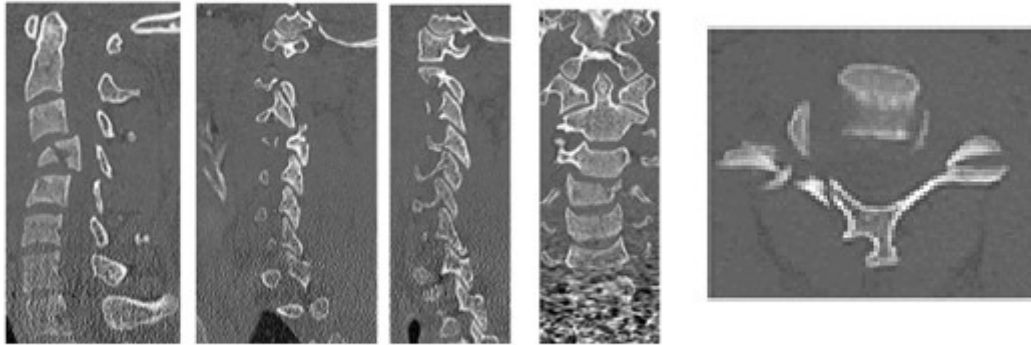
CAMPINAS, 28 de Abril de 2015

Assinado por:
Renata Maria dos Santos Celeghini
(Coordenador)

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Bairro: Barão Geraldo CEP: 13.083-887
UF: SP Município: CAMPINAS
Telefone: (19)3521-8936 Fax: (19)3521-7187 E-mail: cep@fom.unicamp.br

8.2 ANEXO II – BANCO DE IMAGENS

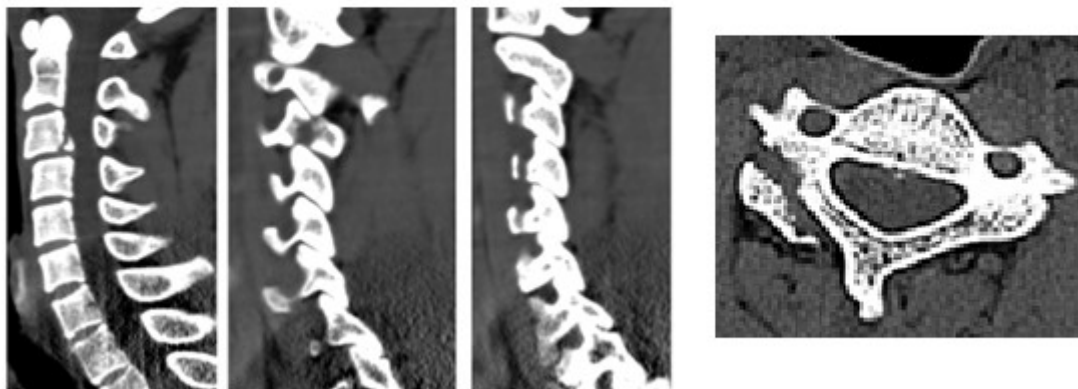
CASE 1



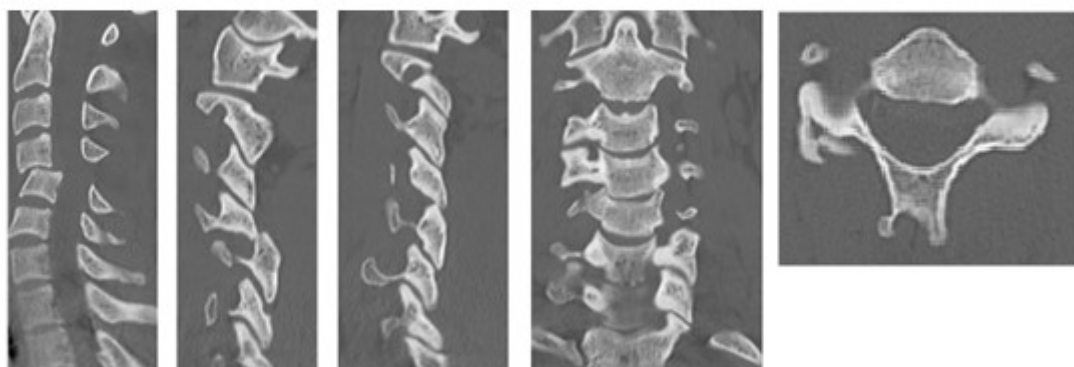
CASE 2



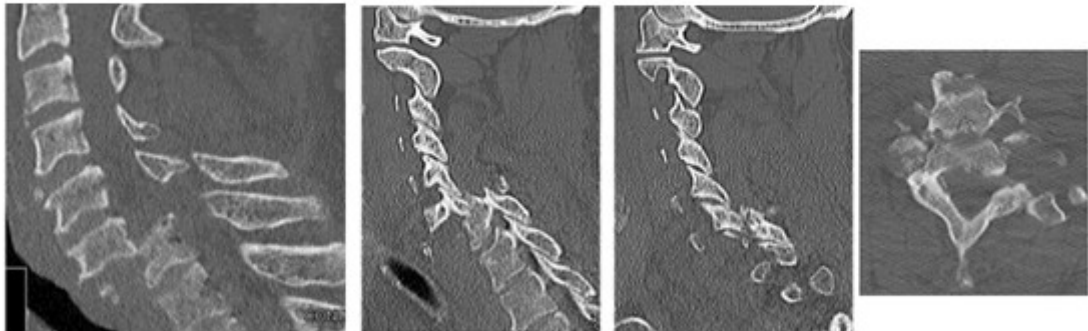
CASE 3



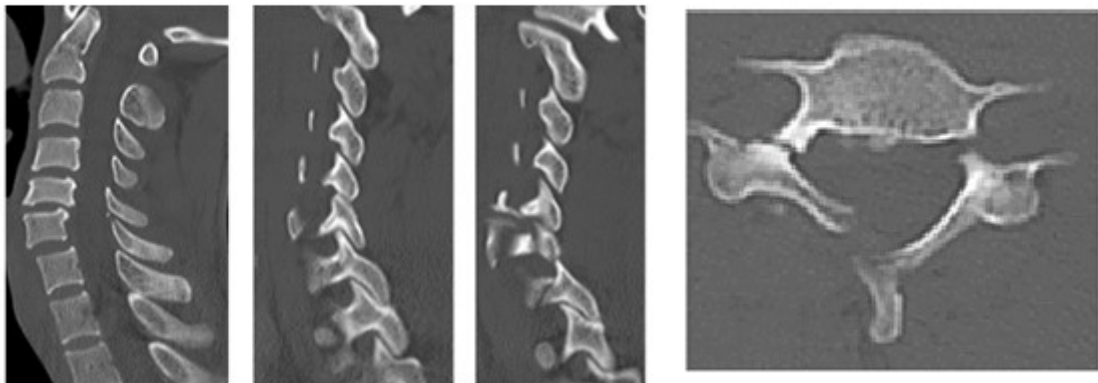
CASE 4



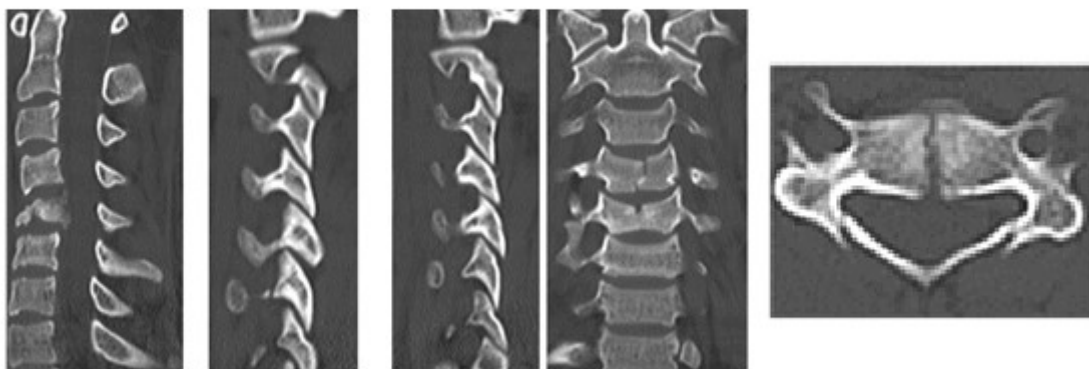
CASE 5



CASE 6



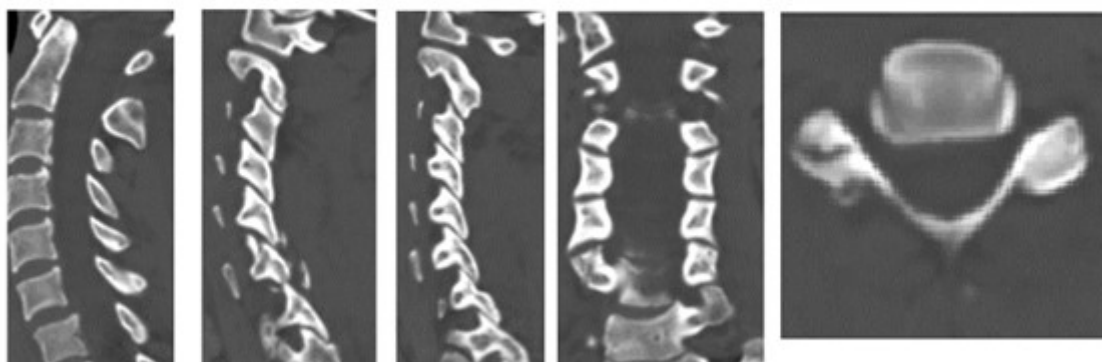
CASE 7



CASE 8



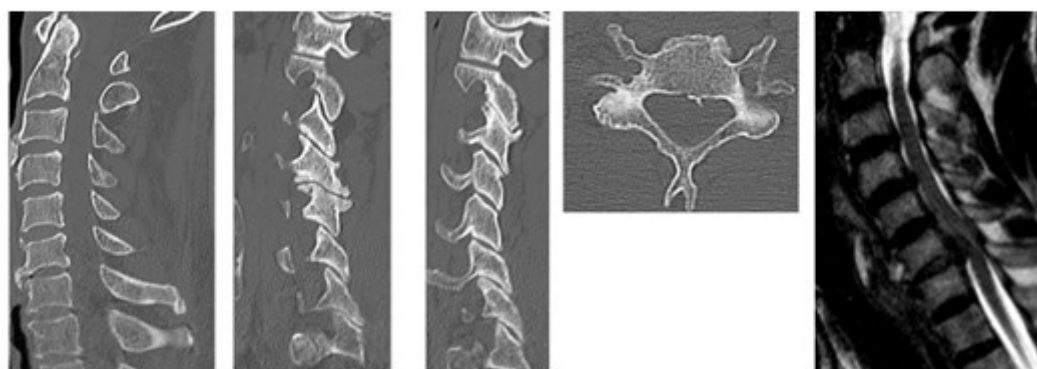
CASE 9



CASE 10



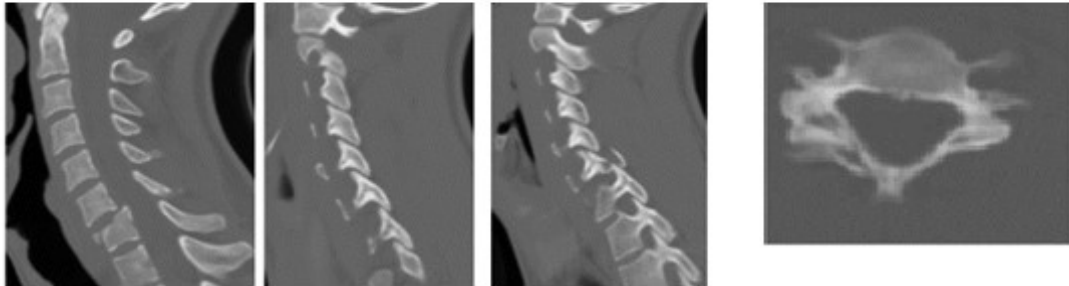
CASE 11



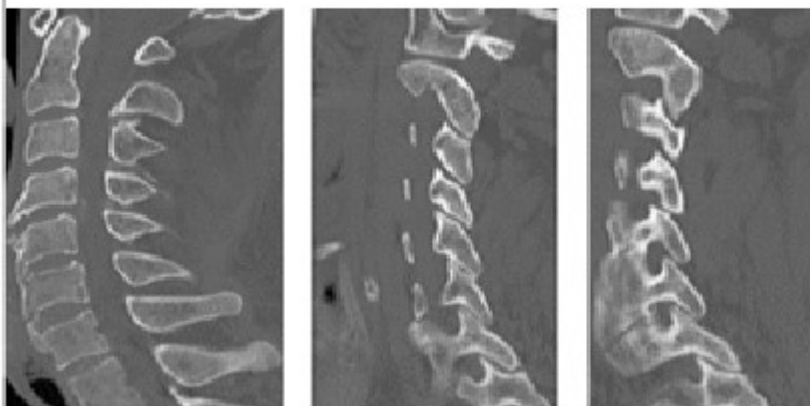
CASE 12



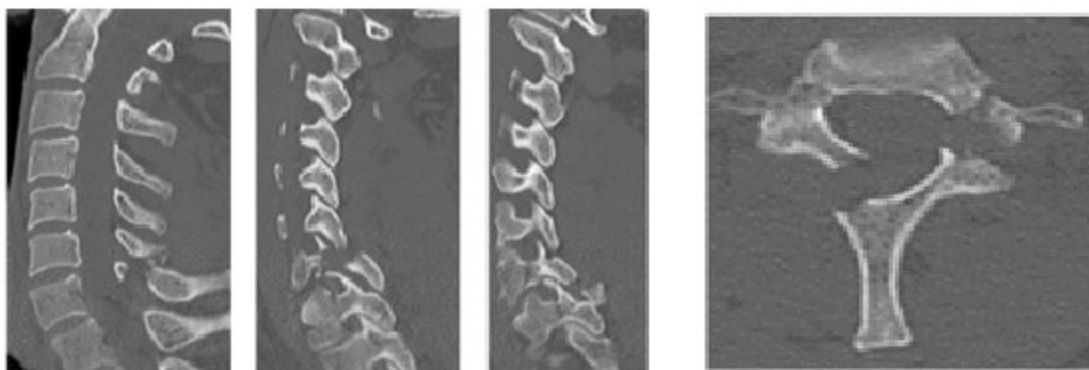
CASE 13



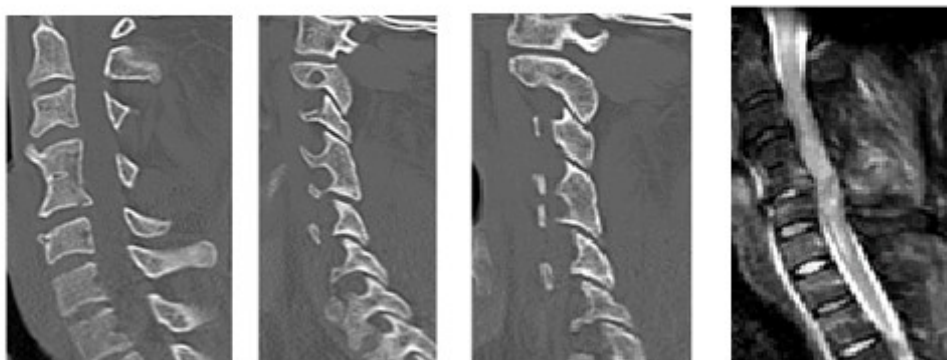
CASE 14



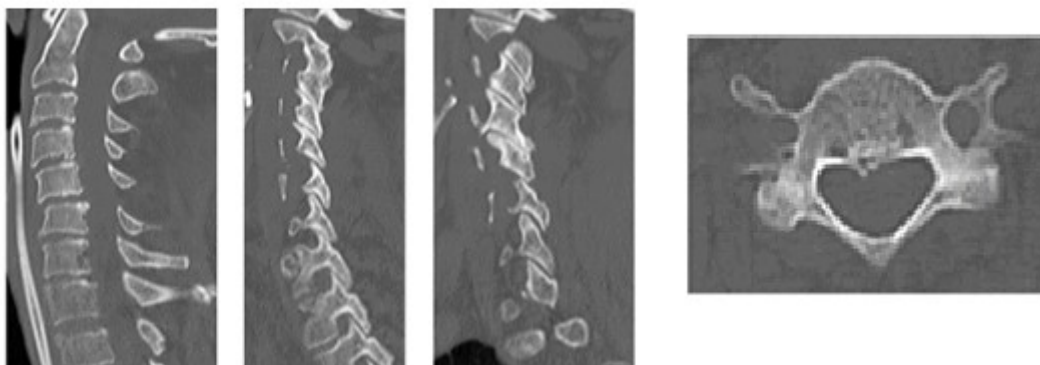
CASE 15



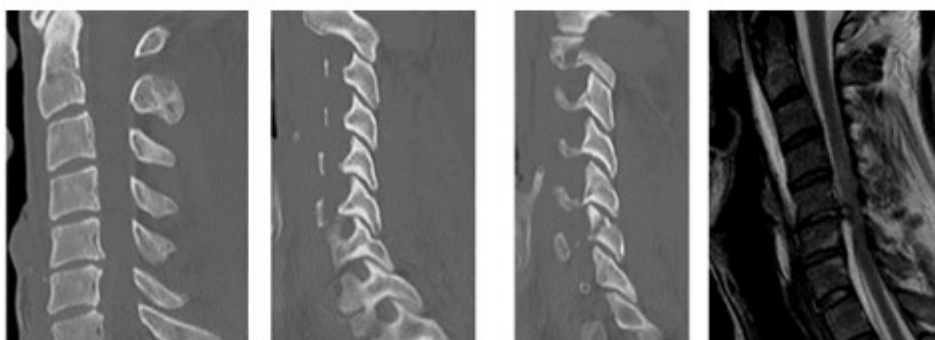
CASE 16



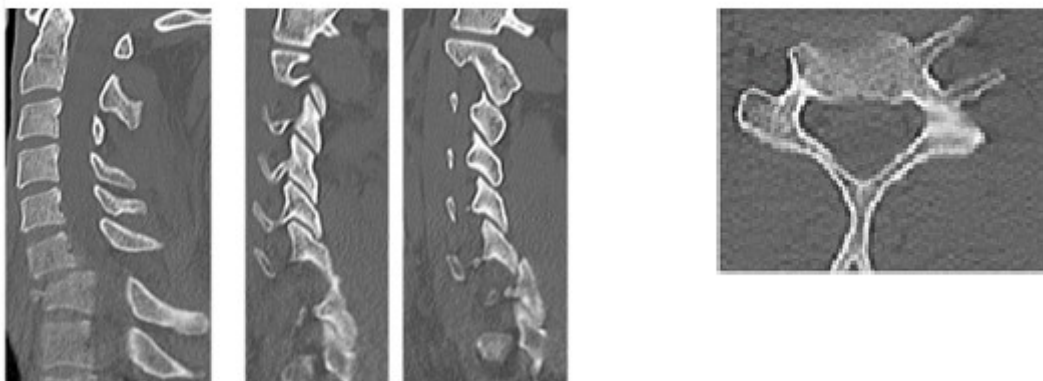
CASE 17



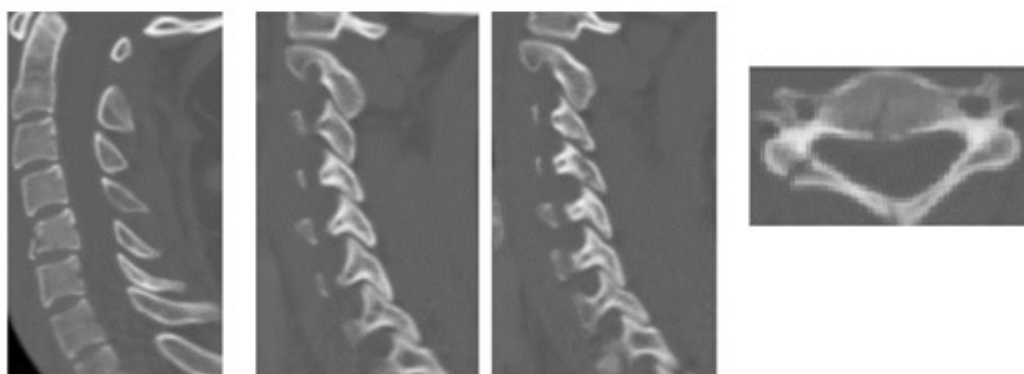
CASE 18



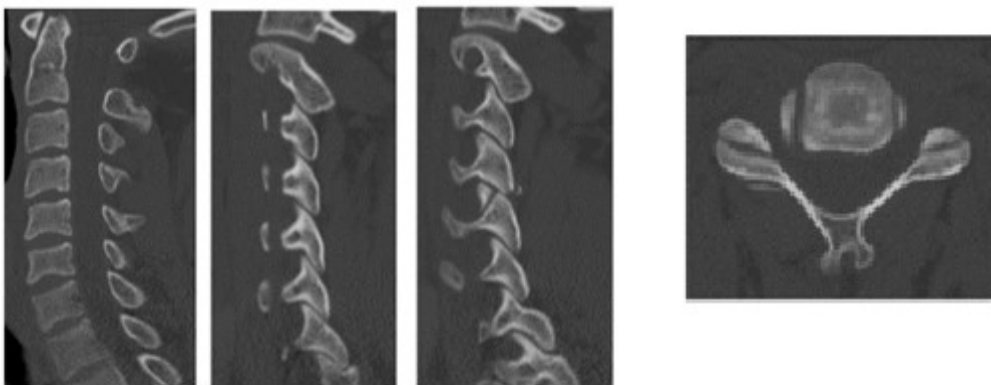
CASE 19



CASE 20



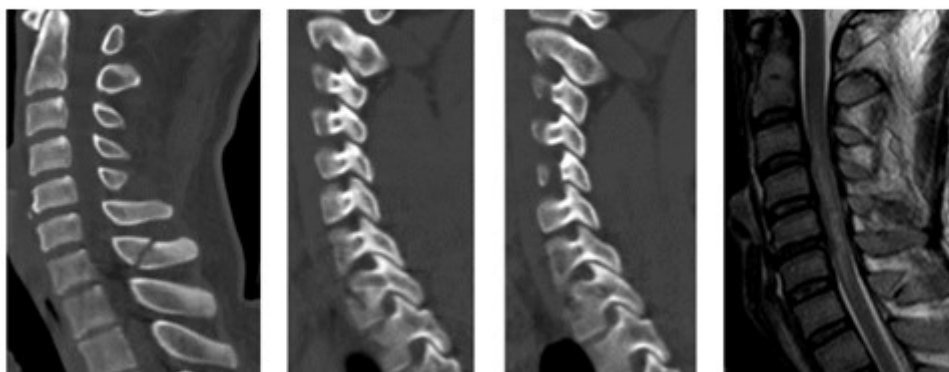
CASE 21



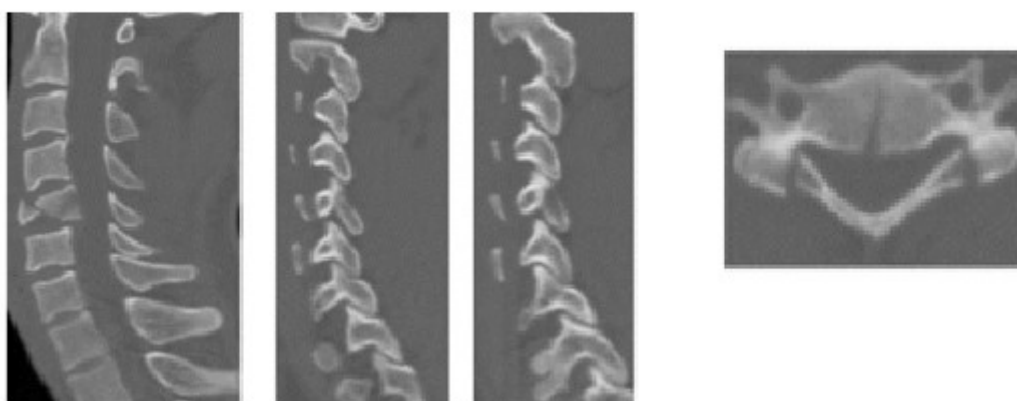
CASE 22



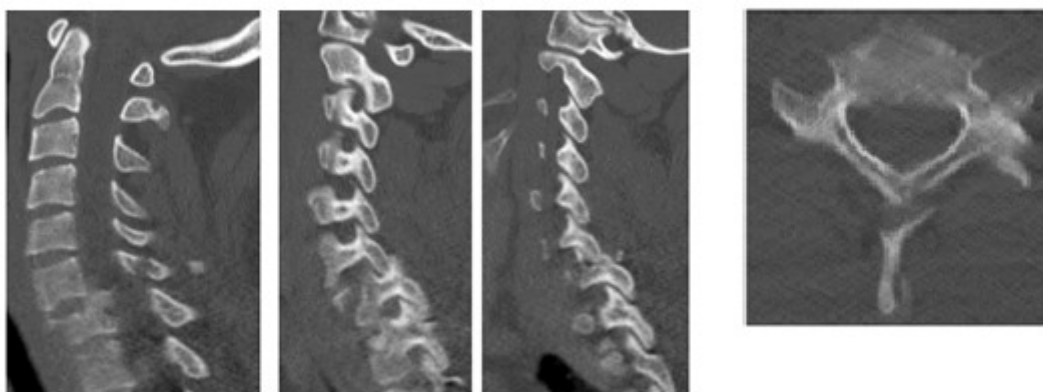
CASE 23



CASE 24



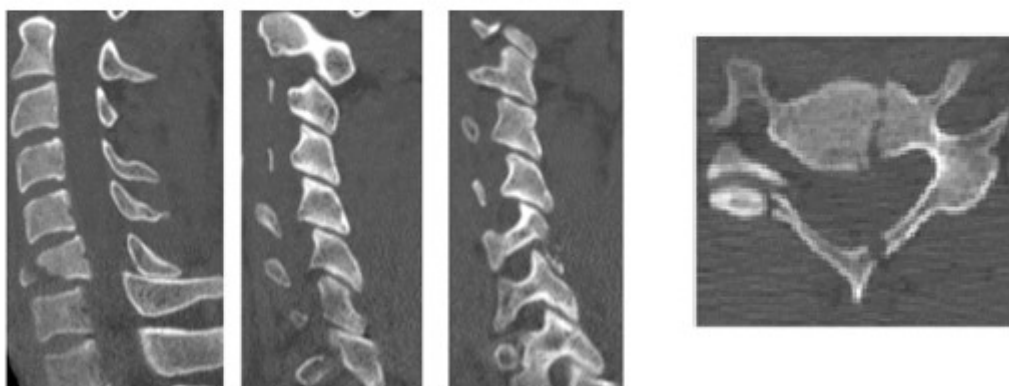
CASE 25



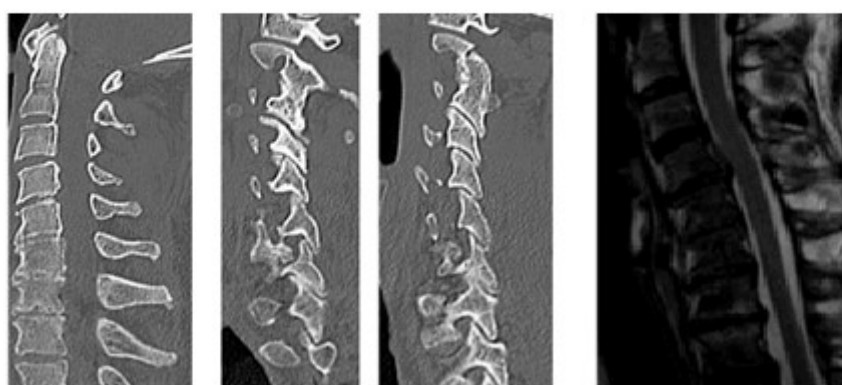
CASE 26



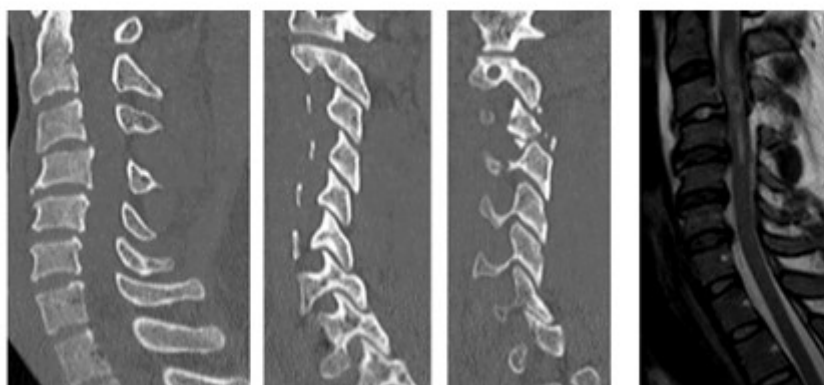
CASE 27



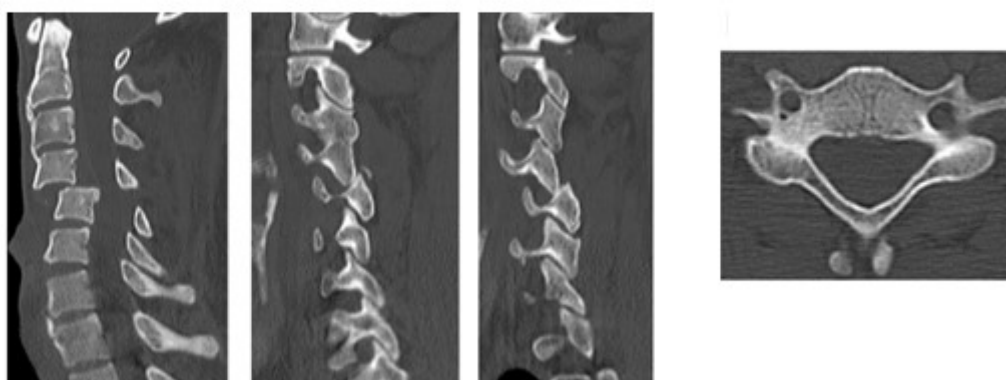
CASE 28



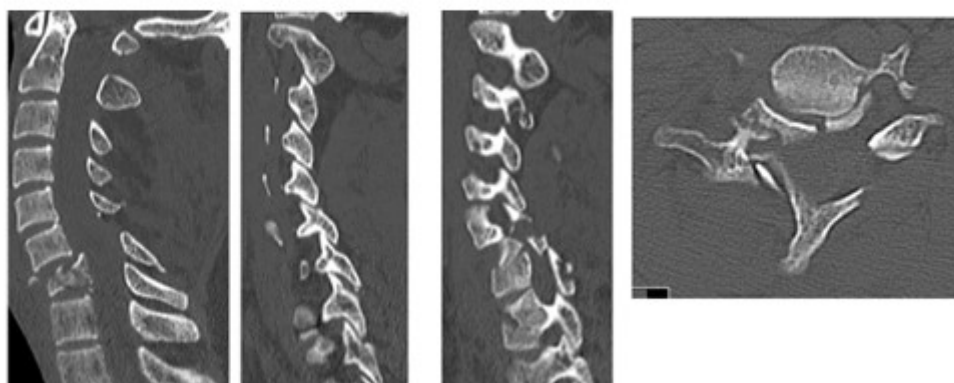
CASE 29



CASE 30



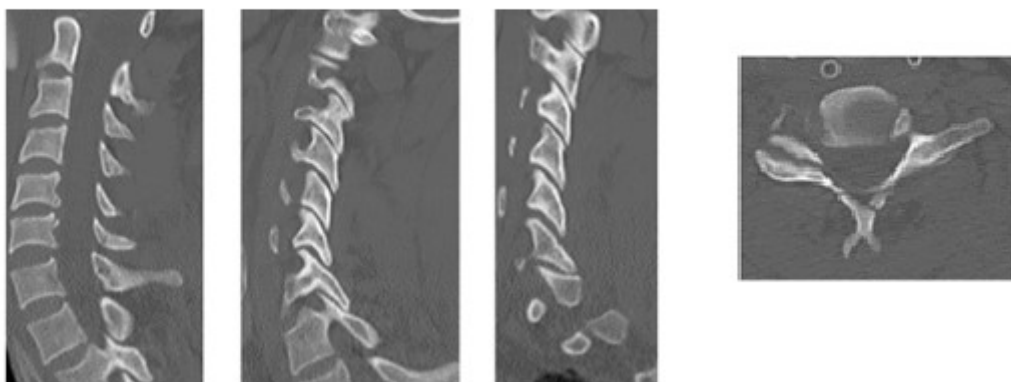
CASE 31



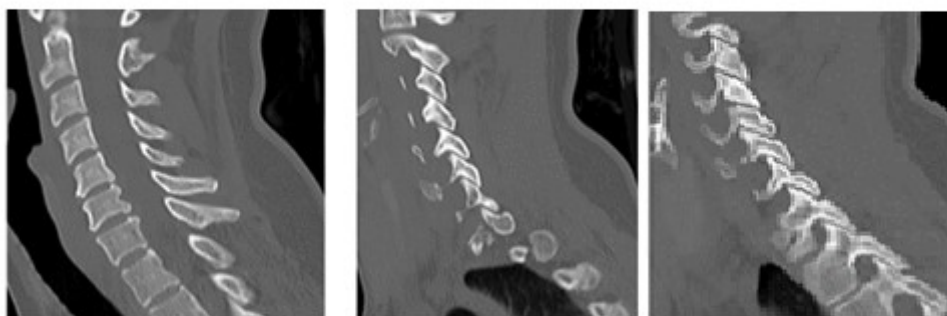
CASE 32



CASE 33



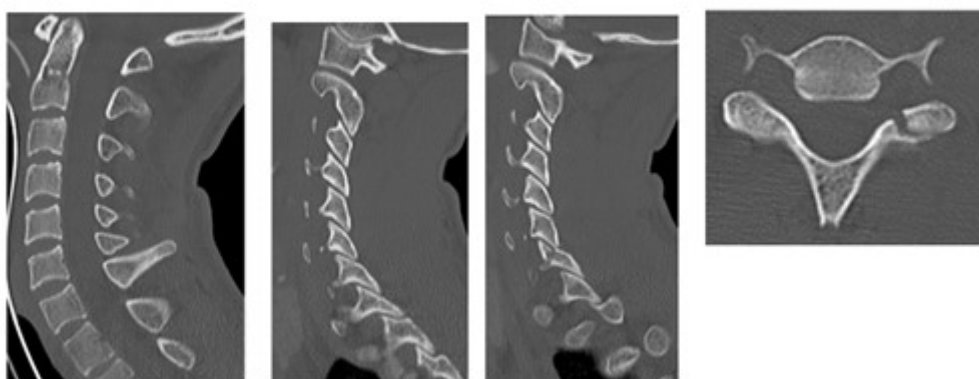
CASE 34



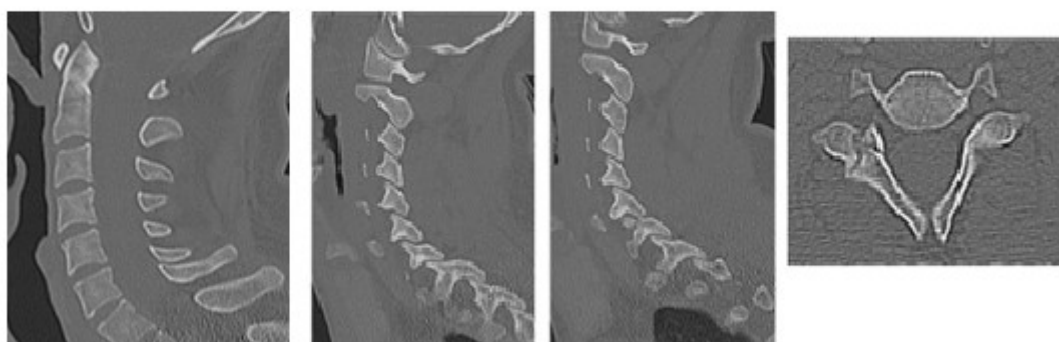
CASE 35



CASE 36



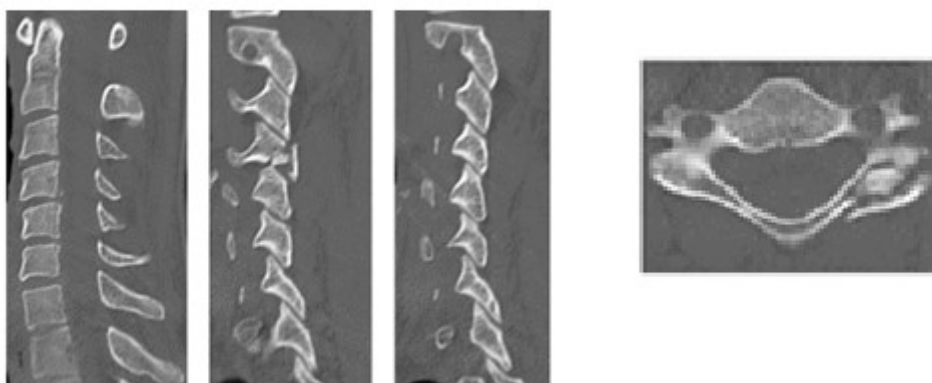
CASE 37



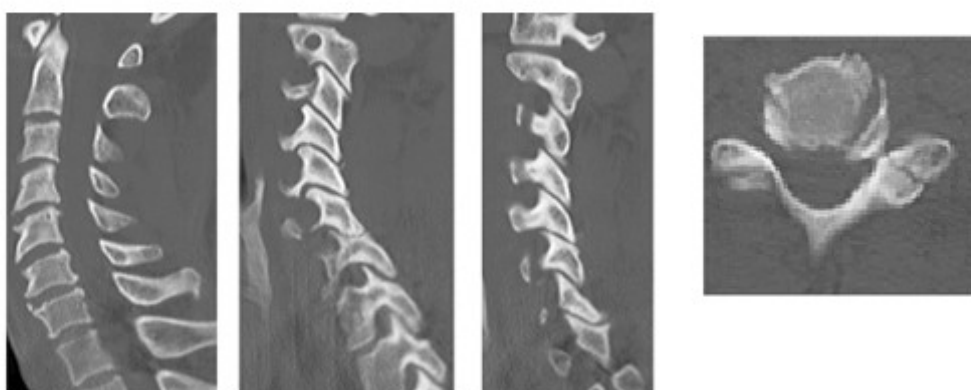
CASE 38



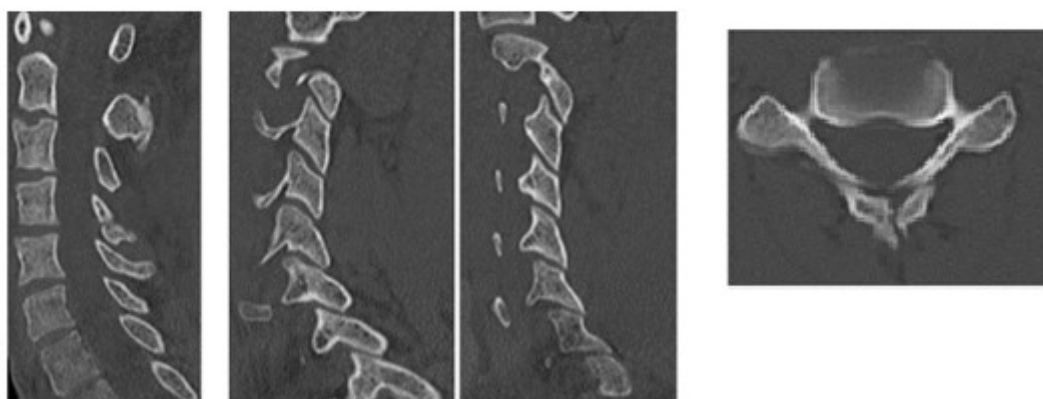
CASE 39



CASE 40



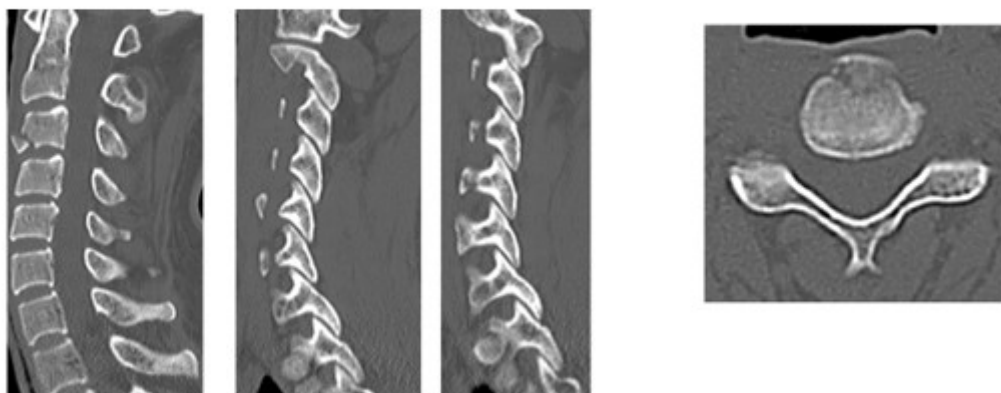
CASE 41



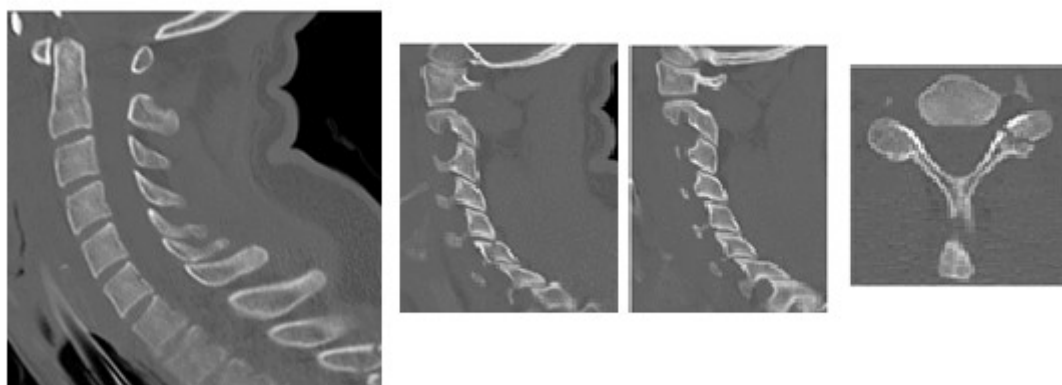
CASE 42



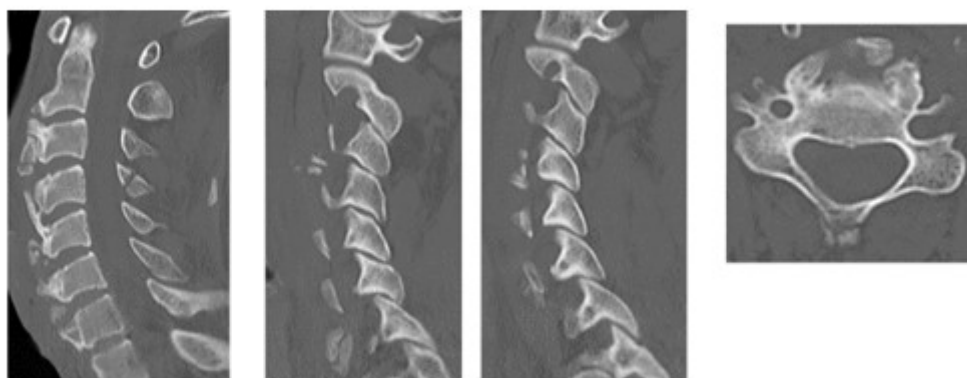
CASE 43



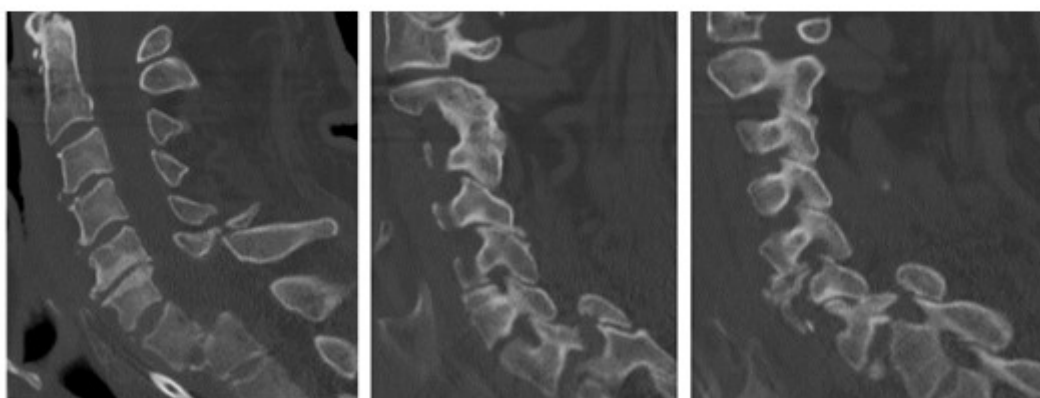
CASE 44



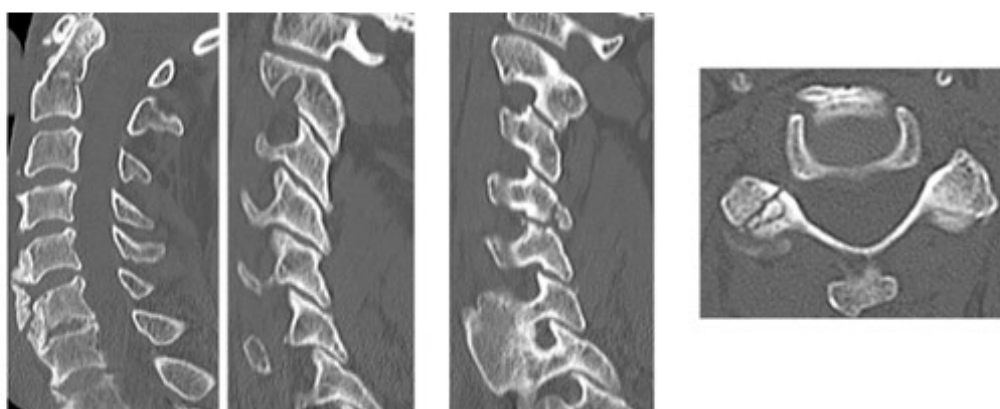
CASE 45



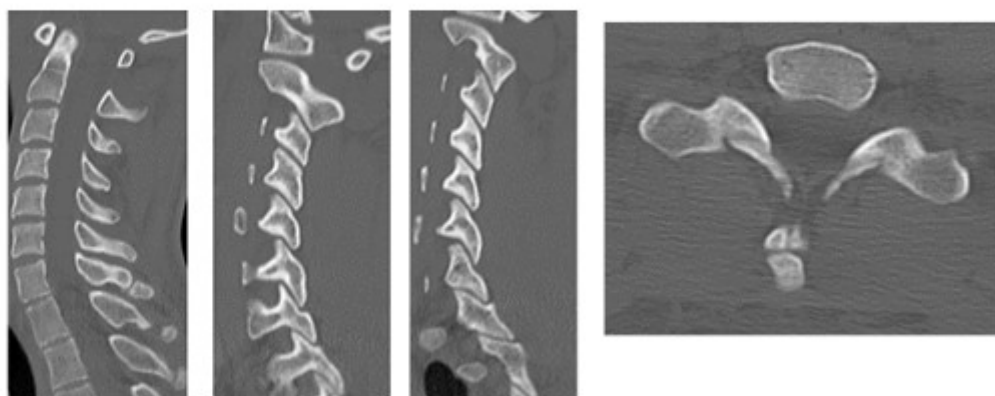
CASE 46



CASE 47



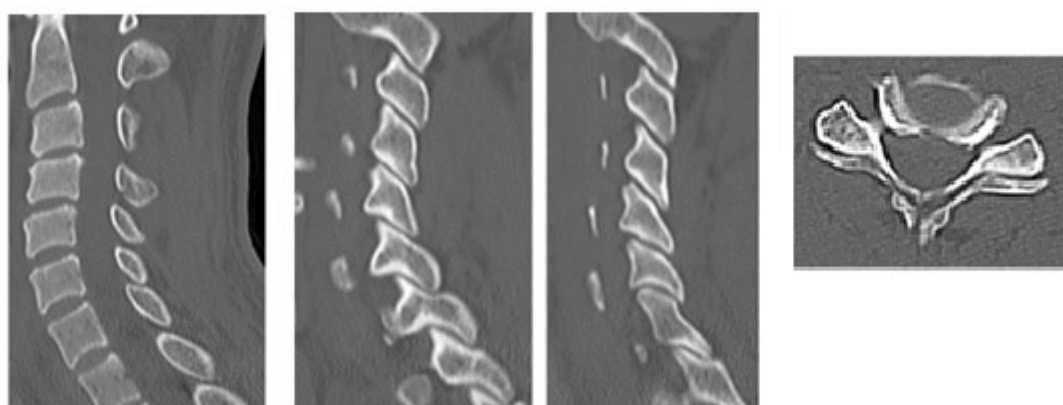
CASE 48



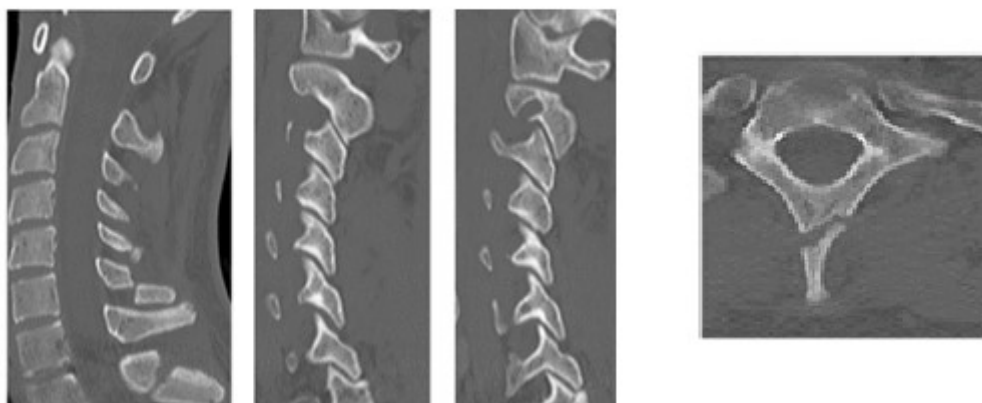
CASE 49



CASE 50



CASE 51



8.3 ANEXO III - RESULTADOS DOS OBSEVADORES

AFJ – Primeira Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	F4
2	C	F4
3	C	F4
4	C	F4
5	C	F4
6	C	F4
7	A4	F4
8	A0	FX
9	C	F4
10	C	F4
11	A0	FX
12	A0	FX
13	C	F4
14	A0	FX
15	C	F4
16	A0	FX
17	C	F4
18	A0	FX
19	C	F4
20	A4	FX
21	A0	F1
22	B2	F4
23	A0	FX
24	A4	FX
25	C	F4
26	A0	F1
27	A4	FX
28	A0	FX
29	C	F4
30	C	F4
31	C	F4
32	A0	F2
33	A0	FX
34	A0	FX
35	A0	F2
36	A0	F1
37	A0	F1
38	A0	F3
39	A0	F1
40	A0	F1
41	A0	FX
42	A0	F2
43	A3	FX
44	A0	F1
45	A0	FX
46	C	F4
47	A0	F1
48	A0	FX
49	A2	FX
50	A0	FX
51	A0	FX

AFJ – Segunda Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	F4
2	C	F4
3	C	F4
4	C	F4
5	C	F4
6	C	F4
7	A4	FX
8	A0	FX
9	A0	F2
10	C	F4
11	A0	FX
12	A0	FX
13	C	F4
14	A0	FX
15	C	F4
16	A0	FX
17	C	F4
18	A0	FX
19	C	F4
20	A4	FX
21	A0	F1
22	B2	F4
23	A0	FX
24	A4	FX
25	C	F4
26	A0	F1
27	A4	F2
28	A0	FX
29	C	F4
30	C	F4
31	C	F4
32	A0	F2
33	A0	FX
34	A0	FX
35	A0	F2
36	A0	F2
37	A0	F1
38	A0	F1
39	A0	F2
40	A0	F1
41	A0	FX
42	A0	FX
43	A3	FX
44	A0	F2
45	A0	FX
46	C	F4
47	A0	F1
48	A0	FX
49	A1	FX
50	A0	FX
51	A0	FX

AAP – Primeira Avaliação

ORDEM	M	F
1	B2	F4
2	C	F3
3	C	F2
4	C	F4
5	C	F4
6	C	F4
7	A4	None
8		F1
9	C	F4
10	C	f4
11	None	None
12	None	None
13	C	f4
14	B3	None
15	B1	F3
16	B3	None
17	C	F4
18	None	F2
19	C	F4
20	A1	F2
21	None	F2
22	B2	F2
23	A0	None
24	B2	None
25	C	F4
26	None	F1
27	B2	F2
28	None	F1
29	B2	F3
30	C	F4
31	C	F4
32	None	F2
33	A0	None
34	None	None
35	A1	F2
36	None	F2
37	None	F1
38	None	F3
39	C	F2
40	None	F1
41	A0	None
42	None	F1
43	A1	None
44	None	F2
45	B3	None
46	C	F4
47	None	F1
48	None	None
49	A1	None
50	None	F1
51	A0	None

AAP – Segunda Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	F4
2	C	F3
3	C	F2
4	C	F4
5	C	F4
6	C	F3
7	A4	FX
8	A0	F1
9	C	F4
10	C	F4
11	A0	FX
12	A0	FX
13	C	F4
14	B3	FX
15	B2	F3
16	B3	FX
17	C	F4
18	A0	F1
19	C	F4
20	A1	F2
21	A0	F1
22	A2	F2
23	A0	FX
24	B2	FX
25	C	F4
26	A0	F1
27	B2	F2
28	A0	F1
29	C	F3
30	C	F4
31	C	F4
32	A0	F2
33	A0	FX
34	A0	FX
35	A2	F3
36	A0	F2
37	A0	F2
38	A0	F3
39	C	F2
40	A0	F1
41	A0	FX
42	A0	F1
43	A1	FX
44	A0	F2
45	A0	FX
46	C	F4
47	A0	F1
48	A0	FX
49	A3	FX
50	A0	FX
51	A0	FX

HIGL – Primeira Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	F4
2	A0	F3
3	B3	F2
4	C	F4 BL
5	C	F4 BL
6	C	F4
7	A2	F0
8	A0	F1
9	C	F4
10	C	F4
11	B2	F4
12	A0	F0
13	B2	F2
14	A0	F0
15	B2?	F3
16	A0	F0
17	B2	F4
18	A0	F2
19	C	F4
20	A1	F1
21	A0	F1
22	A1	F2
23	A0	F0
24	A4	F0
25	C	F4
26	A0	F1
27	A4	F1
28	A0	F1
29	A1	F3
30	C	F4
31	C	F4
32	A0	F1
33	A0	F0
34	A0	F0
35	A0	F2
36	A0	F1
37	A0	F2
38	A0	F3
39	A0	F2
40	A0	F2
41	A0	F0
42	A0	F2
43	A1	F0
44	A0	F2
45	A0	F0
46	C	F4
47	B3	F2
48	A0	F0
49	A1	F0
50	A0	F0
51	A0	F1

HIGL – Segunda Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	F4
2	A0	F3
3	A1	F2
4	C	F4
5	C	F4
6	C	F4
7	A3	F0
8	A0	F0
9	C	F4
10	C	F4
11	B2	F0
12	A0	F0
13	C	F4
14	B1	F0
15	A0	F3
16	A0	F0
17	C	F4
18	A0	F2
19	C	F4
20	A1	F0
21	A0	F1
22	A1	F1
23	A0	F1
24	A4	F0
25	C	F4
26	A0	F1
27	C	F4
28	C	F4
29	B2	F3
30	C	F4
31	C	F4
32	A0	F2
33	A0	F0
34	A0	F1
35	A0	F2
36	A0	F1
37	A0	F1
38	A0	F3
39	A0	F2
40	A0	F1
41	A0	F0
42	A0	F1
43	A1	F0
44	A0	F2
45	B3	F0
46	C	F4
47	B3	F1
48	A0	F0
49	A2	F0
50	A0	F0
51	A0	F0

MFS – Primeira Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	4 bilat
2	C	3
3	C	4
4	c	4
5	c	4
6	c	4
7	A4	4
8	A0	X
9	C	4
10	C	4
11	A1	X
12	A0	X
13	C	4
14	A1	X
15	C	4 bilat
16	b2	x
17	c	4
18	b2	2
19	C	4
20	c	2
21	A0	2
22	C	4
23	A0	X
24	A4	4 BILAT
25	C	4 BILAT
26	A0	2
27	B2	4
28	A0	2
29	C	4
30	C	4 BILAT
31	C	4
32	A0	1
33	A0	X
34	A0	1
35	a1	2
36	a0	2
37	A0	2
38	A0	1 3
39	A0	1
40	C	1
41	A0	x
42	A0	1
43	A1	X
44	A0	2
45	A1	X
46	C	4 BILAT
47	A0	3
48	A0	X
49	A4	X
50	C	X
51	A0	1

MFS – Segunda Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	4 BILAT
2	C	4
3	C	4
4	C	4 BILAT
5	C	4 BILAT
6	C	4
7	C	4
8	A0	X
9	C	4
10	C	4
11	A0	X
12	A0	X
13	4	4 BILAT
14	A0	X
15	C	4
16	A0	X
17	C	4BILAT
18	A0	1
19	C	4 BILAT
20	C	4
21	A0	1
22	A4	X
23	A0	X
24	C	4D 2 E
25	C	4 BILAT
26	A0	2
27	A4	1
28	A0	1
29	C	4
30	C	4
31	C	4 BILAT
32	A0	2
33	A0	X
34	A0	1
35	A0	2
36	A0	2
37	A0	3
38	A0	3
39	A0	2
40	A0	1
41	A0	X
42	A0	2
43	A1	X
44	A0	2
45	A0	X
46	C	4 BILAT
47	A0	2
48	A0	X
49	A4	X
50	A0	X
51	A0	1

OTS – Primeira Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	4b
2	C	4
3	C	4
4	C	4
5	C	4
6	B3	4
7	B2	4
8	A0	1
9	A0	4
10	A0	4
11	A0	1
12	A0	x
13	C	4
14	A1	x
15	A0	4 BL
16	A0	x
17	B2	4
18	A0	2
19	C	4
20	A2	2
21	A0	1
22	A3	1
23	A0	x
24	C	4b
25	C	4b
26	A0	2
27	C	4
28	A0	1
29	A0	4
30	C	4b
31	B3	4
32	A0	2
33	A0	x
34	A0	2
35	A1	4
36	A0	1
37	A0	1
38	A0	3
39	A0	2
40	A0	1
41	A0	x
42	A0	x
43	A1	x
44	A0	2
45	A0	x
46	C	4b
47	A1	2
48	A0	x
49	A2	1
50	A0	x
51	A0	2

OTS – Segunda Avaliação

ORDEM	M	F
1	C	4b
2	C	4
3	C	4
4	C	4
5	C	4
6	C	4
7	A2	4
8	A0	X
9	C	4
10	C	4
11	a0	x
12	a0	x
13	c	4
14	A0	X
15	C	4
16	A0	X
17	B2	4
18	A0	2
19	C	4
20	A2	2
21	A0	1
22	A4	1
23	A0	X
24	C	4b
25	C	4b
26	A0	2
27	C	4
28	A0	2
29	C	4
30	C	4b
31	B2	4
32	A0	2
33	A0	1
34	A0	X
35	A0	2
36	A0	2
37	A0	1
38	A0	3
39	A0	1
40	A0	1
41	A0	1
42	A0	1
43	A1	X
44	A0	1
45	A0	X
46	C	4b
47	A0	1
48	A0	X
49	A2	X
50	A0	X
51	A0	X

8.4 ANEXO IV – ARTIGOS COMPLETOS

Evaluation of the reliability and validity of the newer AOSpine subaxial cervical injury classification (C-3 to C-7)

Otávio Turolo da Silva, MD,¹ Marcelo Ferreira Sabba, MD,¹ Henrique Igor Gomes Lira, MD,¹ Enrico Ghizoni, MD, PhD,² Helder Tedeschi, MD, PhD,¹ Alpesh A. Patel, MD,² and Andrei Fernandes Joaquim, MD, PhD¹

¹Department of Neurology, University of Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil; and ²Department of Orthopedics, Northwestern University, Chicago, Illinois

OBJECTIVE The authors evaluated a new classification for subaxial cervical spine trauma (SCST) recently proposed by the AOSpine group based on morphological criteria obtained using CT imaging.

METHODS Patients with SCST treated at the authors' institution according to the Subaxial Cervical Spine Injury Classification system were included. Five different blinded researchers classified patients' injuries according to the new AOSpine system using CT imaging at 2 different times (4-week interval between each assessment). Reliability was assessed using the kappa index (κ), while validity was inferred by comparing the classification obtained with the treatment performed.

RESULTS Fifty-one patients were included: 31 underwent surgical treatment, and 20 were managed nonsurgically. Intraobserver agreement for subgroups ranged from 0.61 to 0.93, and interobserver agreement was 0.51 (first assessment) and 0.6 (second assessment). Intraobserver agreement for groups ranged from 0.66 to 0.95, and interobserver agreement was 0.52 (first assessment) and 0.63 (second assessment). The kappa index in all evaluations was 0.67 for Type A, 0.08 for Type B, and 0.68 for Type C injuries, and for the facet modifier it was 0.33 (F1), 0.4 (F2), 0.56 (F3), and 0.75 (F4). Complete agreement for all components was attained in 25 cases (49%) (19 Type A and 6 Type C), and for subgroups it was attained in 22 cases (43.1%) (16 Type A0 and 6 Type C). Type A0 injuries were treated conservatively or surgically according to their neurological status and ligamentous status. Type C injuries were treated surgically in almost all cases, except one.

CONCLUSIONS While the general reliability of the newer AOSpine system for SCST was acceptable for group classification, significant limitations were identified for subgroups. Type B injuries were rarely diagnosed, and only mild (Type A0) and extreme severe (Type C) injuries had a high rate of interobserver agreement. Facet modifiers and intermediate injury patterns require better descriptions to improve their low agreement in cases of SCST.

<http://thejns.org/doi/abs/10.3171/2016.2.SPINE151039>

KEY WORDS cervical trauma; classification; evaluation; reliability; subaxial cervical spine; treatment

SUBAXIAL cervical spine trauma (SCST) comprises injuries from C-3 to C-7.^{1,24} More than 50% of the fractures in this region affect the C5–7 segments, likely due to the greater mobility in this region.^{6,23} Spinal cord injury (SCI) in the subaxial cervical spine has a high rate of morbidity, as it is associated with a higher risk of tetraplegia and important functional disability, with a significant economic and social impact.^{3,12,18,23,24}

Historically, many SCST classifications have been proposed. None has achieved widespread acceptance due to different limitations and drawbacks. Allen et al. proposed

a classification of cervical fractures that divided injuries into 8 groups based on the mechanism of trauma.¹ The reliability and complexity of this system were key disadvantages. Another system proposed by Magerl et al. adapted the AOSpine thoracolumbar system to the cervical spine. Injuries were classified into 3 main groups, according to their mechanism: Type A (compression), Type B (distraction), and Type C (rotation) injuries.⁹ The criticism of this complex classification system was that it did not take into account the neurological status, and it did not guide treatment.^{6,7,25}

ABBREVIATIONS AIS = American Spinal Injury Association Impairment Scale; SCI = spinal cord injury; SCST = subaxial cervical spine trauma; SLIC = Subaxial Cervical Spine Injury Classification.

SUBMITTED August 30, 2015. **ACCEPTED** February 11, 2016.

INCLUDE WHEN CITING Published online April 22, 2016; DOI: 10.3171/2016.2.SPINE151039.

In this context, in 2007 the Spinal Trauma Study Group proposed an injury severity score known as the Subaxial Cervical Spine Injury Classification (SLIC).¹⁸ The system consisted of 3 main characteristics that are scored according to their degree of severity: 1) injury morphology, 2) neurological status, and 3) the integrity of the disc-ligamentous complex. Each item has a corresponding score assigned according to its degree of severity.¹⁸ Treatment is then proposed based on the final, summed score: a score of fewer than 4 points suggests conservative management and a score greater than 4 suggests surgical treatment; injuries with a score of 4 may be treated either conservatively or surgically, based on surgeon's preference and patient characteristics (for example, comorbidities and expectations).^{3,4,6,7}

While many studies suggested that the SLIC is reliable and safe, the morphological characterization of injuries was limited and unspecific.^{10–16} In this context, in 2015, Vaccaro et al. proposed a new classification for SCST based on CT evaluation and morphology, adopted by AOSpine, in an attempt to improve the morphological classification (Table 1).^{3,10–16}

Given the importance of an accurate classification system to standardize treatment and compare outcomes, evaluation of the reliability and safety of this new morphological classification system is necessary.²⁰ In this paper, we evaluate the reliability of the new AOSpine classification system and the correlation of the new system with treatment for patients with subaxial cervical spine trauma.

Methods

After obtaining institutional review board approval, we retrospectively analyzed patients with SCST who were treated at our institution between 2011 and 2015. Patients were included if they had follow-up information; a complete CT scan reconstruction in the sagittal, coronal, and axial planes; and a documented traumatic cervical injury from C-3 to C-7. Images were analyzed using a DICOM System, part of the PACS (picture archiving and communication system) Aurora 3 (version 1.5.5, Pixon Medical System).^{15,17,21} We excluded patients with incomplete clinical and radiological data.

The treatment of these injuries was performed by a single surgeon (A.F.J.) with expertise in the application of the SLIC system. Injuries were conservatively treated with a rigid cervical collar for 8 to 12 weeks in patients with 3 or fewer points, and surgical treatment was performed in patients with 4 or more points, based on fixation, realignment, and decompression, when necessary.^{2,4–7} Patients underwent routine follow-up after hospital discharge in our outpatient clinic performed by the same surgeon (A.F.J.) at 2 weeks, 1 month, 3 months, and then each 6 months after hospital discharge, with plain radiographs and CT scans obtained when necessary.

Clinical data analyzed included age, sex, level of injury (the most cranial bone level was considered when segmental injury occurred), mechanism of injury, neurological status evaluated according to the American Spinal Injury Association Impairment Scale (AIS), complications, and SLIC score.^{30,22}

TABLE 1. Morphological injury criteria of new AOSpine classification*

Grade	Definition
Vertebral morphology	
A: Compression injuries	
A0	Nonminor bony injury
A1	Compression involving single endplate
A2	Split vertebra
A3	Burst involving single endplate
A4	Burst involving both endplates
B: Tension band injuries	
B1	Posterior bony injury
B2	Posterior bone-capsule-ligamentary injury
B3	Anterior tension band injury
C: Translation injuries	
Facet morphology	
F1	Nondisplaced: <1 mm, <40%
F2	>1 mm, >40% or displaced
F3	Floating lateral mass
F4	Subluxation or perched

* From the description of Vaccaro et al.¹⁰

After a complete presentation of the newly proposed AOSpine Classification System, discussed together with one of the senior authors (A.F.J.), 5 researchers blinded to the management of these injuries performed an individual classification of the included cases. The 5 researchers comprised a 2nd-year neurosurgery resident (M.F.S.), 2 final-year neurosurgery residents (O.T.S. and H.I.G.L.), 1 board-certified neurosurgeon (A.F.J.), and 1 board-certified orthopedic surgeon (A.A.P.). Classification was completed again 4 weeks after the first assessment. The data were organized according to the morphological groups (Types A, B, and C), subgroups (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, and C), and facet modifier (F1, F2, F3, and F4). The reliability between the intraobserver and interobserver classification was assessed by the kappa index, calculated using Stata MP for Windows (version 13.0, StatCorp.). The kappa index was classified according to its numerical value: < 0.20, slight; 0.21–0.4, fair; 0.41–0.60 moderate; 0.61–0.80, substantial; and 0.81–1.00, excellent.⁸

For validity, injuries with total morphological agreement between the 5 interobserver evaluations during all 10 assessments were correlated with the treatment performed based on the SLIC final score (conservative vs surgical treatment).

Results

A total of 51 patients treated between 2011 and 2015 were included; 45 patients (88.2%) were male and 6 were (11.7%) female. The mean age was 39.29 years, ranging from 18 to 82 years (mean 38, SD 15.37 years). With regard to injury mechanism, car accidents were the most prevalent etiology (33.3% of cases). The mean SLIC score among all patients was 4.52 points (ranging from 0 to 10 points, median 5, SD 3.39).

Conservatively Treated Group

Of the 20 patients (39.2%) treated conservatively, most were male (85%), with a mean age of 39.4 years. The mean follow-up was 86.8 days (median 30 days, SD 192.3 ranging from 20 to 829 days). The most commonly affected level of injury was C-7 with 7 cases (35%), followed by C-4 with 5 cases (25%), C-3 and C-6 with 3 cases (15%), and C-5 (10%) with 2 cases.

The mean SLIC score was 1 point (median 0 points, SD 1.82, ranging from 0 to 7 points). Seventeen patients were neurologically intact (AIS Grade E [85%]). Three patients were classified as AIS Grade C: 2 of them (with SLIC scores of 3 and 4 points) had spinal cord injury without evident instability or persistent compression, and one had a C7-T1 distraction injury with an SLIC of 7 points. However, this patient was treated for a subdural hematoma and had a severe brain injury. After 3 months, he was referred to our institution for treatment of his cervical spine trauma. Due to his poor clinical condition and the presence of a solid bone fusion, despite the abnormal spinal alignment, conservative treatment was performed.

Of note, 1 patient had a C-5 superior facet fracture (initial SLIC of 1 point) that progressed to a Grade I C4-5 listhesis. The patient was asymptomatic and had signs of segmental bone union; therefore, surgery was not indicated. No patient treated conservatively crossed over to surgical treatment. There were no complications in this group.

Surgically Treated Group

Thirty-one patients (60.7%) were treated surgically. The majority of them were men (90.3%), with a mean age of 39 years.

The mean SLIC score in this group was 6.67 points (median 6 points, SD 1.95, ranging from 4 to 11 points). The mean follow-up was 153 days (median 83 days, SD 241.30, ranging from 4 to 1213 days). Preoperatively, 7 patients were in AIS Grade A (22.5%), 4 in AIS Grade B (12.9%), 9 in AIS Grade C (29%), 3 in AIS Grade D (9.6%), and 8 in AIS Grade E (25.8%). Postoperatively, at final follow-up, 7 patients were in AIS Grade A (22.5%), 3 in AIS Grade B (9.6%), 4 in AIS Grade C (12.9%), 7 in AIS Grade D (22.5%), and in 10 AIS Grade E (32.2%).

The most common mechanism of injury was automotive accidents (51.6%), with 38.7% of these secondary to automobile crashes, followed by fall from height (5 patients, 16%). The most affected injury level was C-5 with 14 cases (45.16%), followed by C-6 with 9 cases (29%), C-4 with 3 cases (9%), C-7 with 3 cases (9%), and C-3 with 2 cases (6%).

The anterior cervical approach was used in 19 patients (61%), followed by the posterior approach in 10 cases (32%) and a combined approach in 2 cases (6%).

Complications in the Surgical Group

Two patients (6%) died of infectious complications, one of septic shock and another with acute renal failure, at 4 and 22 days after surgery, respectively. Both were acutely tetraplegic patients (AIS Grade A). Three patients (9%) developed severe respiratory failure requiring tracheotomy and prolonged ventilatory support, all with upper cervical

injuries (C-4) and paraplegia (1 AIS Grade A and 1 AIS Grade B). One patient (3%) required an additional surgical procedure for debridement of a wound infection, followed by intravenous antibiotics. No patient required additional surgery for hardware revision or instrumental removal.

Evaluation of Reliability

We present the 510 responses of the evaluations of 51 injuries for groups and subgroups, as well as 355 responses for facet morphology modifier. For group classification, there were 313 responses classifying injuries as Type A (61.3%), 36 as Type B (7%), and 161 as Type C (31.5%). For subgroup classification, there were 253 Type A0 (49.6%), 26 Type A1 (5%), 9 Type A2 (1%), 5 Type A3 (0.9%), 20 Type A4 (3%), 2 Type B1 (0.3%), 23 Type B2 (4.5%), 11 Type B3 (2.1%), and 161 Type C (31.5%) responses. Finally, classification of facet modifiers was as follows: 81 F1 (22.8%), 77 F2 (21.6%), 26 F3 (7%), and 170 F4 (47.8%) (Table 2).

Intraobserver Analysis

Groups. When assessing only major morphological groups (Types A, B, and C), intraobserver reliability reported ranged from 0.66 to 0.95 (substantial to excellent). Of note, intraobserver was excellent only for both senior spine surgeons (0.86 and 0.95: excellent), whereas for the residents, the kappa ranged from 0.66 to 0.75 (substantial).

Subgroups. Reliability reported for subgroups (Types A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, and C) ranged from $\kappa = 0.61$ (substantial) to $\kappa = 0.93$ (excellent). Again, for both senior spine surgeons (A.A.P. and A.F.J.), the κ was above 0.8 (0.8 and 0.93: excellent), whereas for the residents the κ ranged from 0.63 to 0.67 (moderate).

Facet Morphology. Reliability reported for facet morphology (F1, F2, F3, and F4) when assessed separately

TABLE 2. Frequency of responses according to injury type in all evaluations

Morphology	No. of Responses
Vertebral	
A0	253 (49.6%)
A1	26 (5%)
A2	9 (1.7%)
A3	5 (0.9%)
A4	20 (3.9%)
B1	2 (0.3%)
B2	23 (4.5%)
B3	11 (2.1%)
C	161 (31.5%)
Total	510
Facet	
F1	82 (23%)
F2	77 (21.6%)
F3	26 (7.3%)
F4	170 (47.8%)
Total	355

from the group morphology ranged from $\kappa = 0.66$ (substantial) to $\kappa = 0.95$ (excellent).

Interobserver Analysis

Groups. Interobserver reliability for Types A, B, and C was $\kappa = 0.52$ (moderate) and $\kappa = 0.63$ (substantial) in the first and in the second evaluation, respectively.

Subgroups. Interobserver reliability for subgroups (Types A0–4, B1–3, and C) was $\kappa = 0.51$ (moderate) and $\kappa = 0.60$ (moderate) in the first and second evaluations, respectively.

Facet Morphology. Interobserver reliability for facet morphology (F1, F2, F3, and F4) was $\kappa = 0.53$ (moderate) in the first evaluation and $\kappa = 0.62$ (substantial) in the second evaluation.

Kappa Index for All 10 Assessments

The kappa index for all 10 evaluations performed in the study was also analyzed.

Group Reliability. The final kappa index was 0.67 (substantial) for Type A, 0.08 for Type B (slight), and 0.68 for Type C (substantial).

Subgroup Reliability. The final kappa index was 0.76 (Type A0), 0.26 (Type A1), 0.1 (Type A2), 0.03 (Type A3), 0.29 (Type A4), 0.08 (Type B2), 0.06 (Type B3), and 0.7 (Type C).

Facet Modifiers Reliability. The final kappa index was 0.33 (F1), 0.4 (F2), 0.56 (F3), and 0.75 (F4). In combination, the greatest degree of interobserver reliability ($\kappa = 0.7$) was attained for Type C injuries with a facet modifier of F4 (149 answers).

Validity

Total agreement between the observers was attained in 25 cases (49%) when considering only groups and in 22 cases (43.1%) when analyzing subgroups in the 10 evaluations.

For group classification, the majority of the cases with total agreement were from Type A, with 19 cases, followed by 6 cases of Type C.

Considering subgroups, total agreement was attained in 16 cases of AOSpine Type A0 and in the same 6 cases of Type C injuries (no subgroup for Type C). Of the 6 patients with Type C injuries and total agreement, 5 were treated surgically, with the exception of the patient who had a severe traumatic brain injury and poor clinical status, as explained previously. There were no patients with Type B injuries for whom there was total agreement in our series. Additionally, no patient with morphology of Subtype A1–4 had total agreement. Patients with Type A0 (with or without facet fractures) had variable treatment, according to patients' neurological status: 5 were treated surgically, whereas 11 were managed conservatively. The explanation for surgery in the 5 patients with Type A0 injuries is that some had traumatic disc herniation or spondylotic changes and had neurological worsening after acute trauma, without severe fracture or dislocation.

When considering morphology subgroups and facet modifiers, only 8 cases attained total agreement: 2 cases

of Type A0 without any facet modifier and 6 cases of Type C injury with a modifier F4. These cases are summarized in Table 3.

In Figs. 1 and 2 we report 2 illustrative cases.

Discussion

Classification of SCST is necessary to facilitate clinical management, such as in decision making for conservative versus surgical management, for standardizing language among health care providers, and also for research purposes.^{2,4–7,12,16,20,23} However, a classification must be practical, reliable, and valid prior to its adoption in clinical practice.

In this new proposal, injuries were also divided into 3 major groups: Type A or compression (with 6 subgroups: A0 to A5), Type B with fractures with lesions on the anterior or posterior band tension (with 3 subgroups: B1–B3) and, finally, Type C or fractures with translation and severe dislocation (Table 1). Additionally, the proposal included a detailed classification of facet lesions in 4 degrees (F), a classification of the severity of the neurological deficit (N), and characterization of special subtypes of injuries (M).¹⁹

The reliability of this newly proposed system was tested by 10 spine experts selected by the classification's authors, using 30 SCST cases.¹⁹ The agreement rate was assessed using the kappa score and attained 0.75 for intraobserver agreement and 0.64 for interobserver agreement for all subgroups of injuries analyzed together. The agreement rate was also evaluated separately for each injury morphology, with a higher agreement for B3 ($\kappa = 0.87$; excellent). The agreement rate for A3 morphology was $\kappa = 0.25$, for B2 it was $\kappa = 0.29$, for F1 it was $\kappa = 0.0$, and for F4 injury it was $\kappa = 0.06$. The lower agreement for these morphologies was associated with a higher prevalence of injury subtypes in the series of patients studied.

Our study, by comparison, had a slightly lower rate of agreement for group evaluation, with an intraobserver agreement of 0.52 (first evaluation) and 0.63 (second evaluation), which, according to the Landis and Koch⁸ system means moderate (first) and substantial (second) agreement. This improvement from moderate to substantial (0.52 to 0.63) between the 2 evaluations may reflect inexperience and unfamiliarity with the classification of the evaluators at the first time of assessment. Patel et al. had already reported that agreement improves with time, suggesting the benefits of learning and familiarity with training for application of a thoracolumbar classification.¹¹ The same was emphasized in our results of intraobserver analysis, where a higher intraobserver reliability for both senior spine surgeons were reported compared with the residents scores.

Our study had only 36 responses of Type B injury mor-

TABLE 3. Eight cases of 51 patients with total agreement regarding morphology subgroups plus facet modifier

Morphology	Facet Modifier	No. of Cases	Kappa (range)	Mean SLIC (range)	No. Who Underwent Surgery
A0	—	2	0.63	2.5 (0–5)	1 (50%)
C	F4	6	0.70	8 (5–10)	5 (83%)

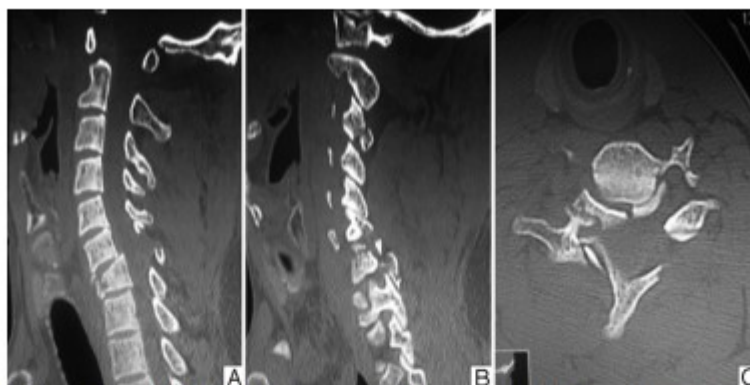


FIG. 1. This 44-year-old man fell off of a ladder. He had a mild muscular weakness in his inferior limbs and was classified in AIS Grade C. Sagittal CT scans (A and B) show a C6-7 dislocation with a rotational component clearly seen in the axial CT scan cut at the injured level (C). This injury was classified as Type C with a facet modifier of F4.

phology (2 Type B1, 23 Type B2, and 11 Type B3 in 510 responses). Contrarily, in the reported AOSpine study, a high agreement rate was attained for Type B3 injuries ($\kappa = 0.87$). On the other hand, a high agreement rate was attained in this study for Type A and Type C injuries, potentially explained by the fact that extremely mild and severe injury morphologies are easier to identify and are less prone to confounding factors. This may also be explained by methodology differences between the 2 studies. In the AOSpine study, the cases were preselected for evaluation while in the present study, we have used consecutively treated patients, which may decrease the prevalence of Type B injuries and influence the final agreement rate.

When assessing the reliability of the subgroups, we realize that the least common subtypes (Types A2, A3, B1,

B2, and B3) did not have statistical relevance due to their low prevalence, with no agreement in any case. The small number also did not allow us to evaluate validity in these subtypes.

Reliability of facet morphology ranged from 0.59 to 0.84 in the intraobserver evaluation and 0.53 (first assessment) and 0.62 (second assessment) in the interobserver evaluation, with just moderate agreement. We believe that a more precise definition of facet injuries or simplification of the categories may improve reliability. As an example, distinguishing F1 from F2 injuries may be extremely subjective since the differences are small. Consistent with this, F1, F2, and F3 attained only fair to moderate agreement (final κ of 0.33, 0.4, and 0.56, respectively), compared with a κ of 0.75 (substantial) for severe facet injuries (F4).

When assessing the reliability of the subgroups, we realize that subtypes (A1-4 and B1-3) did not have total agreement in any case. This precluded evaluation of the treatment performed in these injuries compared with the SLIC system. For this reason, safety evaluation was only performed for the 2 extreme injury morphologies, Type A0 and Type C, thus limiting the analysis of validity in this study. We could infer that an isolated analysis of the morphology of Type A was, however, not sufficient to guide treatment. Some of these patients had neurological deficits and disc herniation/ligamentous injuries requiring surgery whereas others had only minor fractures.¹⁴ Of note, these instances demonstrated the importance of MRI in the decision making of some patients with SCST. On the other hand, all injuries classified as Type C were treated surgically (with only one exception), suggesting that injury morphology alone was sufficient to guide treatment (surgical) in more severely injured patients.

Our study is limited to a single center and is retrospective in nature. Despite these methodological limitations, many conclusions could be inferred, such as the low prevalence and also low agreement of intermediate morphology types (Types A1-4 and B), the need for clarity with

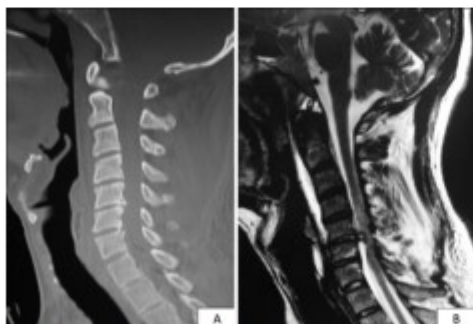


FIG. 2. This 42-year-old man was involved in a car accident. He had a complete motor deficit with preservation of his sensibility (pain and tactile) (AIS Grade B). He had a normal CT scan (sagittal midline cut CT scan reconstruction [A]) and was classified as having a Type A0 injury. However, he had an acute C5-6 disc herniation as seen in the MRI (sagittal T2-weighted MRI sequence [B]) with cervical spinal cord compression. He underwent an anterior discectomy and fusion.

facet modifiers, and, finally, the redundancy of classifying Type C injuries with an F4 modifier, as the dislocation morphology necessarily has an associated facet dislocation or subluxation.

Conclusions

Our assessment has shown that the new classification of AOSpine demonstrates good statistical agreement for group (Types A, B, and C) classification. However, it is limited in guiding treatment in isolation, with a low agreement rate for some subtypes of injuries. Only extremely mild or severe injury morphologies had a higher agreement. Additionally, facet modifiers are imprecise. Validity was not evaluated completely in our study due to the low prevalence of moderate (Type B) injury morphologies. The use of this new classification system to guide treatment, therefore, requires additional, and preferably prospective, investigation.

References

- Allen BL Jr, Ferguson RL, Lehmann TR, O'Brien RP: A mechanistic classification of closed, indirect fractures and dislocations of the lower cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)* 7:1-27, 1982
- Cruz HY, Joaquim AF, Tedeschi H, Patel AA: Evaluation of the SLICS use in the treatment of subaxial cervical spine injuries. *Arq Neuropsiquiatr* 73:445-449, 2015
- Dvorak MF, Fisher CG, Fehlings MG, Rampersaud YR, Oner FC, Aarabi B, et al: The surgical approach to subaxial cervical spine injuries: an evidence-based algorithm based on the SLIC classification system. *Spine (Phila Pa 1976)* 32:2620-2629, 2007
- Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, da Cruz HY, Patel AA: Clinical results of patients with subaxial cervical spine trauma treated according to the SLIC score. *J Spinal Cord Med* 37:420-424, 2014
- Joaquim AF, Lawrence B, Daubs M, Brodke D, Patel AA: Evaluation of the subaxial injury classification system. *J Craniovertebr Junction Spine* 2:67-72, 2011
- Joaquim AF, Patel AA: Subaxial cervical spine trauma: evaluation and surgical decision-making. *Global Spine J* 4:63-70, 2014
- Joaquim AF, Patel AA, Vaccaro AR: Cervical injuries scored according to the Subaxial Injury Classification system: An analysis of the literature. *J Craniovertebr Junction Spine* 5:65-70, 2014
- Landis JR, Koch GG: An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics* 33:363-374, 1977
- Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, Harms J, Nazarian S: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J* 3:184-201, 1994
- Maynard FM Jr, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Ducker TB, et al: International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *Spinal Cord* 35:266-274, 1997
- Patel AA, Dailey A, Brodke DS, Daubs M, Harrop J, Whang PG, et al: Thoracolumbar spine trauma classification: the Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score system and case examples. *J Neurosurg Spine* 10:201-206, 2009
- Patel AA, Hurlbert RJ, Bono CM, Bessey JT, Yang N, Vaccaro AR: Classification and surgical decision making in acute subaxial cervical spine trauma. *Spine (Phila Pa 1976)* 35 (21 Suppl):S228-S234, 2010
- Raniga SB, Menon V, Al Muzahmi KS, Butt S: MDCT of acute subaxial cervical spine trauma: a mechanism-based approach. *Insights Imaging* 5:321-338, 2014
- Rasoulinejad P, McLachlin SD, Bailey SI, Gurr KR, Bailey CS, Dunning CE: The importance of the posterior osteoligamentous complex to subaxial cervical spine stability in relation to a unilateral facet injury. *Spine J* 12:590-595, 2012
- Reinhold M, Blauth M, Rosiek R, Knop C: [Lower cervical spine trauma: classification and operative treatment.] *Unfallchirurg* 109:471-483, 2006 (Ger)
- Stone AT, Bransford RJ, Lee MJ, Vilela MD, Bellabarba C, Anderson PA, et al: Reliability of classification systems for subaxial cervical injuries. *Evid Based Spine Care J* 1:19-26, 2010
- Tehranezhad J, Bonk RT, Ansari A, Mesgarzadeh M: Efficacy of limited CT for nonvisualized lower cervical spine in patients with blunt trauma. *Skeletal Radiol* 23:349-352, 1994
- Vaccaro AR, Hurlbert RJ, Patel AA, Fisher C, Dvorak M, Lehman RA Jr, et al: The subaxial cervical spine injury classification system: a novel approach to recognize the importance of morphology, neurology, and integrity of the disc-ligamentous complex. *Spine (Phila Pa 1976)* 32:2365-2374, 2007
- Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake KJ, et al: AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J* [epub ahead of print], 2015
- van Middendorp JJ, Audigé L, Hanson B, Chapman JR, Hosman AJ: What should an ideal spinal injury classification system consist of? A methodological review and conceptual proposal for future classifications. *Eur Spine J* 19:1238-1249, 2010
- van Middendorp JJ, Cheung I, Dalzell K, Deverall H, Freeman BJ, Morris SA, et al: Detecting facet joint and lateral mass injuries of the subaxial cervical spine in major trauma patients. *Asian Spine J* 9:327-337, 2015
- van Middendorp JJ, Hosman AJ, Pouw MH, Van de Meent H: ASIA impairment scale conversion in traumatic SCI: is it related with the ability to walk? A descriptive comparison with functional ambulation outcome measures in 273 patients. *Spinal Cord* 47:555-560, 2009
- Whang PG, Patel AA, Vaccaro AR: The development and evaluation of the subaxial injury classification scoring system for cervical spine trauma. *Clin Orthop Relat Res* 469:723-731, 2011
- White AA III, Panjabi MM: Update on the evaluation of instability of the lower cervical spine. *Instr Course Lect* 36:513-520, 1987

Disclosures

Dr. Patel reports the following: ownership in Amedica, Vital 5, Nocimed, and Cytonics; consultancy with Amedica, Biomet/Zimmer, DePuy, Pacira, and Ulrich.

Author Contributions

Conception and design: Joaquim, da Silva, Ghizoni, Tedeschi. Acquisition of data: Joaquim, da Silva, Sabba, Lira, Ghizoni. Analysis and interpretation of data: Joaquim, da Silva, Sabba, Ghizoni, Tedeschi, Patel. Drafting the article: Joaquim, da Silva, Lira, Ghizoni. Critically revising the article: all authors. Reviewed submitted version of manuscript: Joaquim, Tedeschi, Patel. Approved the final version of the manuscript on behalf of all authors: Joaquim. Statistical analysis: da Silva, Lira. Administrative/technical/material support: Joaquim, Patel. Study supervision: Joaquim.

Correspondence

Andrei Fernandes Joaquim, Department of Neurology, Universidade Estadual de Campinas, Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, Campinas, SP 13083-887, Brazil. email: andjoaquim@yahoo.com.

17/10/2019

Gmail - Your Journal of Neurosurgery: Spine submission - SPINE19-1188



Otávio Turolo <turolo@gmail.com>

Your Journal of Neurosurgery: Spine submission - SPINE19-1188

1 mensagem

jnsspine@msubmit.net <jnsspine@msubmit.net>

3 de outubro de 2019 16:28

Responder a: samanthageorge@thejns.org

Para: TUROLO@gmail.com

Cc: sergio.rodrigues@unesp.br, ghizonie@gmail.com, htideschi@hotmail.com, andjoaquim@yahoo.com

October 3, 2019

Dear Dr. da Silva:

Your submission entitled "Can injury type/ subtype of the new AOSpine Subaxial Cervical Trauma Classification dictate patient's treatment?" has been successfully submitted to the Journal of Neurosurgery: Spine.

Your manuscript ID is: SPINE19-1188.

If there are any changes to your contact information, please log on to the JNS: Spine Submission Site and edit your user information with the updated information.

The Copyright Assignment and Conflict of Interest forms must be completed online. A link will be emailed to all authors if a revision is requested or the manuscript is accepted. Therefore, it is very important that all of the co-author emails on the submission site are current.

Note that Dr. da Silva is the corresponding author listed for this paper. The corresponding author is the person responsible for all manuscript-related contacts with the editorial office, including responses to peer review, submission of a revised manuscript, and review of page proofs if your manuscript is accepted. Any changes you wish to make to the manuscript must be made through the corresponding author.

Please note: Submitted manuscripts must be original works that have not been published elsewhere in whole or in part, except in abstract form. Manuscripts may not be posted on a preprint server before or after submission to a JNSPG journal.

You may check on the status of this manuscript by selecting the "Check Manuscript Status" link under the following URL:

<https://jnsspine.msubmit.net/cgi-bin/main.plex?el=A1DR5Zwb7A5khI6F2A9fd0HGq4nPrGb2B6FRcOc7ajgZ>

Thank you for your submission to the Journal of Neurosurgery: Spine.

Please note starting January 1, 2018 all submissions will need to adhere to our limits policy. Please review our

1 **“Can injury type/ subtype of the new AOSpine Subaxial Cervical Trauma**
 2 **Classification dictate patient’s treatment?”**

6 Otávio Turolo da Silva, MD¹; Sérgio Augusto Rodrigues, PhD²; Enrico Ghizoni, MD,
 7 PhD³; Helder Tedeschi, MD, PhD³, Andrei Fernandes Joaquim, MD, PhD³

8 1- Neurosurgeon, PhD Student, Unicamp, Campinas-SP, Brazil.

9 2- Professor of Statistician, PhD, Unesp, Botucatu-SP, Brazil.

10 3- Professor of Neurosurgery, Unicamp, Campinas-SP, Brazil.

12 Otávio T. da Silva, M.D. – turolo@gmail.com

13 Sérgio A. Rodrigues, PhD - sergio.rodrigues@unesp.br

14 Enrico Ghizoni, M.D., PhD - rgmedicina@gmail.com

15 Helder Tedeschi, M.D., PhD – htedeschi@hotmail.com

16 Andrei F. Joaquim, M.D., PhD – andjoaquim@yahoo.com

18 Department of Neurology, Neurosurgical division– Unicamp, Campinas-SP, Brazil.

23 **Correspondence** – Universidade Estadual de Campinas. Rua: Tessália Vieira de
 24 Camargo, 126, departamento Neurologia. Cidade Universitária. 13083-887 - Campinas,
 25 SP – Brasil.phone: +55 19 3521-7478. e-mail: turolo@gmail.com

28 Disclosure – Authors declare no interest conflict related to this paper content. This
 29 study is sponsored by CAPES.

Abstract

Introduction: The AOSpine Subaxial Cervical Classification (AOSCC) was proposed in 2015 to review and improve morphology aspects of cervical fractures classification. In this new system, subtypes of fractures follow a progressive severity sequence, neurologic and special modifiers.

Objectives: To evaluate if the new AOSCC can predict non-surgical versus surgical management of traumatic subaxial cervical injuries.

Methods: The AOSCC was retrospectively applied in a retrospective case series of 51 patients with subaxial cervical spine trauma (C3-7) treated according to the SLICS system by a single surgeon. The type, subtype and facet modifier were correlated with non-surgical versus surgical treatment using the t-student and Chi-Square tests.

Results: Most of these patients were male (88.2%) and a portion of 33.3% suffered car accidents with a median SLIC score of 4.52 points. There were not any neurological deterioration cases in this series. In the non-surgery group, nineteen patients (95%) were classified as type A fractures, whereas only one patient (5%) had a type C injury non surgically treated due to severe concomitant clinical complications and traumatic brain injury. In the surgically treated group, fifteen patients (48.3%) were classified as type C. Seven patients (22.5%) with type A0 where surgically treated due to neurological deficit secondary to degenerative changes exacerbated by the acute trauma – all of them requiring an MRI to define a treatment plan.

The A0 subtype was associated to non-surgical management ($p=0.0005$) and the B-C types were associated with surgical management ($p=0.0006$). F1-2 facet modifiers were associated to non-surgical management ($p=0.0102$) and F4 modifier with surgical treatment ($p=0.0006$).

Conclusion: Some injury patterns may predict surgical treatment, such as types B and C characterized by cervical dislocations. Type A injuries, despite a potential for bone healing, may require additional radiological investigation in the setting of neurological deficits, to define the best treatment modality.

Key words – Subaxial Cervical Spine, Trauma, Classification, Surgery.

1

2 **Introduction**

3 The new AOSpine Subaxial Cervical Spine Trauma Classification (AOSCC),
 4 proposed by Vaccaro et al. in 2015¹, was created to improve the reliability and clinical
 5 use of the previous classification systems, such as those proposed by Magerl et al.² The
 6 International AO Spine Trauma Knowledge Forum has already validated this new
 7 classification in some reliability studies³⁻⁶, suggesting potential relevance to clinical
 8 practice and in the treatment decision.

9 Schnake et al.⁴ revised the classification applying 40 cases to nine spine experts
 10 to classify the fractures using the new AOSCC. The results were analyzed using the
 11 Kappa index to determine the reliability of the answers between observers. The inter-
 12 observer index was K=0.64 and intra-observer was K=0.75 that represents a substantial
 13 agreement. Similar results were found by Vaccaro et al.¹ in 2015 in the AO Spine
 14 validation study. Silva et al.⁶ and Urrutia et al.³ also found similar results to these
 15 previous studies. However, these latter studies reported that extreme classifications,
 16 such as A0 and C, had the higher agreement rates, while intermediate subdivisions
 17 (A3/A4/B1/B2/B3) had lower reliability rates.

18 The AO classification is characterized by four main aspects: Vertebrae
 19 morphology, facet morphology, neurologic status and additional modifiers. (Table 1.)
 20 Vertebral morphology is divided in three groups considering mechanical impact
 21 characteristics: A – compression fractures, B – tension band injuries, C –
 22 rotational/translational injuries. Type A is then subdivided in five subtypes: A0 – no
 23 vertebral body, minor fracture, laminae fracture, transverse or spinal process fracture,
 24 A1 – single end plate fracture, A2 – both end plates fracture (split vertebrae) (without
 25 burst), A3 – single end plate involvement burst fracture (posterior vertebral body wall is
 26 broken), A4 – both end plates burst fracture or complete burst fracture. Type B injuries
 27 are divided in: B1 – posterior bone lesion (Chance's fractures), B2 – posterior capsular
 28 ligamentous injuries, B3 – anterior tension band lesion (generally associated with
 29 osteophytes). Finally, type C group had no subtypes. Facet modifiers are presented in
 30 table 1, with four subtypes. Neurological status (N) is also evaluated, considering
 31 patients as intact, with incomplete or complete deficits, radiculopathy or transient
 32 neurological deficits. Finally, special modifiers (M) were proposed to influence the final
 33 treatment guidance: M1 – posterior capsuloligamentous lesion without disruption, M2 –

1 Critical disk herniation, M3 – Stiffening metabolic disease (DISH/AS), M4 – vertebral
2 artery abnormally.

3 Considering the fact that there is lack of studies in regards to this new system,
4 we designed this retrospective study to evaluate if the AOSCC type and subtype as well
5 as facet modifiers were enough to guide surgical versus non-operative management of
6 cervical spine traumatic injuries.

7

8 **Materials and methods**

9 Patients with subaxial cervical trauma (C3 to C7) treated in our institution were
10 included. All data was collected retrospectively after Institutional Review Board
11 Approval (CAAE 43716615.2.0000.5404). The clinical data was part of a study
12 assessing the reliability of the AOSCC system⁵.

13 All patients' treatments were conducted by a single surgeon (AFJ) who had
14 expertise in Spine Trauma Management. To guide the surgical treatment, the Subaxial
15 Cervical Injury Classification Score (SLICS)⁷ was used by the surgeon. However,
16 patients with less than 4 points were non-surgically treated and patients with 4 or more
17 points were surgically treated (which includes those with four points). Patients were
18 also classified according to the ASIA Impairment Scale (AIS), described in table 2.

19 Patients from our database were then retrospectively classified according to the
20 AOCC by the treating surgeon using imaging obtained in DICOM format by Aurora
21 PACS 2, Pixon®. Patients who were younger than 14 or who presented with
22 incomplete radiologic and clinical data were excluded.

23 The evaluation of the differences between the two groups (surgery vs non-
24 Surgery management) was made by using the t-student test for quantitative variables
25 (age). For the qualitative variables, presented by absolute and percentual (%)
26 frequencies, the Chi-Square test was used. A significant level of 5% ($p < 0.05$) was used
27 and all analysis were performed in a R-Gui ambient.⁸

28 For statistical analysis, the morphologies were arranged in five groups: A0, A1-
29 2-3-4 and B-C, whereas facet modifiers were grouped in F1-2 versus F3-F4, based on
30 Magerl concepts of severity and stability. There was no F3 in our sample.

31

32

33

34

1 Results

2 Fifty-one patients were included. Forty-five patients (88.2%) were male and six
3 (11.2%) were female. The median age of these patients was 39.29 years-old (ranging
4 from 17 to 82 years-old). The main mechanism of trauma was car accident, which
5 happened in 33.3% of the cases. The median SLIC score 4.52 points (ranging from 0 to
6 11, mean of 5).

8 Non-surgical group

9 There were 20 patients treated non-surgically. All of them had a cervical collar
10 prescribed for 8 to 12 months. Seventeen patients (85%) were male and had a median
11 age of 39.4 years old. The median follow-up was up to 86.8 days. The median SLICS
12 was 1 point (range from 0 to 7). Sixteen patients (80%) were neurologically intact, but
13 four patients (20%) had neurological injury (AIS A and C) despite of a stable cervical
14 spine and no evident compression.

15 There were 17 patients (85%) classified as subtype A0, one patient (5%) with
16 A1 and one patient (5%) with A3. There was one patient (5%) with type C injury treated
17 non-surgically due to a severe neurological deficit caused by a traumatic brain injury
18 and clinical comorbidities, who remained in the hospital for a long period of time. After
19 three months and many systemic infections, this patient had a non-aligned consolidated
20 fracture with an established neurological deficit (AIS C) and non-surgical treatment was
21 maintained.

22 Ten patients (50%) had no facet fractures, four patients (20%) had F1 facet
23 modifier, five patients (25%) had F2 facet modifier and one patient (5%) with F4 (the
24 one with Type C injury).

26 Surgically treated group.

27 There were thirty-one patients who had undergone surgical treatment. Twenty-
28 nine patients (90.3%) were men and the median age between them was 39.

29 The SLICS median was 6.67 points (ranging from 4 to 11). Before surgery there
30 were nine patients with neurological deficits, which improved during the follow-up. Six
31 patients without deficits had surgery and all of them had a type C fracture.

32 Eleven patients (35.4%) were classified as subtype A0, four patients (12.9%) as
33 A4, one patient (3.2%) as B2 and fifteen patients (48.3%) as type C. Seven patients

(22.5%) with minor bone injuries on CT Scan (A0) were operated after MRI due to soft tissue compression/ spondylosis changes (M2).

Eleven patients (35%) had no facet fracture, two patients (6.4%) had F1, two patients (6.4%) had F2 and sixteen patients (51.6%) had F4 morphology. All patients with type C injuries had F4 facet modifier. (Table 4). There was no type F3 injury in our study.

Discussion

The new AOSCC is based on the AO system proposed for Thoracolumbar trauma derived from the previous Magerl classification system. Magerl et al.² proposed that spinal fractures should be divided in three different groups according to their mechanisms of trauma in A, B and C, with increasing progressive degrees of instability. The new system had sub-classifications to improve morphology description as well as facet modifiers, neurological status (similar to the SLICS system) and special modifiers. As general rule, The A (compression) lesions were considered more "benign" with mild to intermediate bone injuries, whereas type B (tension band injuries) and C (rotational lesions) had more potential to instability.

Aarabi et al.⁹ evaluated 92 patients who had severe neurological deficits, correlating morphology class with the severity, age, ASIA motor score, injury severity score, intramedullary lesion length and the AIS conversion in the follow up. In his analysis, were evident that the new AOSpine classification follows a severity sequence and can predict the severity and chances of neurological recovery. Patients who had C lesion had severe intramedullary injury length than those with type B , with less potential of neurological recovery ($p<0.02$)

Vaněk et al.¹⁰ reported 48 patients that were treated according to the new AOSpine classification during a period of 2-years. Eleven patients with A0/A1 F1 were managed conservatively and the others 37 patients with A3/4, B and C morphology were surgically treated. Assessing reliability, the inter-observer agreement of each group according to morphology was 89.3%. They also reported that three patients (6.3%) with F3 injuries underwent surgical management.

In our series, most of non-surgically treated patients (85%) had an A0 subtype and were neurologically intact. Only one patient from the non-surgery group had a type C injury that initially should have been operated but, due to a severe traumatic brain injury and systemic complications, this situation was non-operatively managed. The

1 facet morphologies F1-2 were statistically associated to non-surgical management
2 ($p=0.0102$) and potential stable lesions.

3 Differently, in the surgically treated group, all patients with type C injury
4 (48.3% of all cases in the surgical group) were operated, despite the fact that some of
5 them were neurologically intact. In these latter cases, the spine was considered unstable
6 due to misalignment. All patients with a type C injury had a F4 facet modifier, which
7 means that is redundant to classify the facet modifier in type C morphology.
8 Statistically, the B-C group and F4 modifier had an association to surgery in both
9 occasions ($p=0.0006$).

10 Du et al.¹¹ evaluated 402 patients who had undergone surgery for cervical
11 fractures, reporting that there was some evidence that B and C/F4 lesions that received
12 early surgery had better neurological outcomes. Lesions with A/F1-3 did not have
13 different outcomes in the cases where the surgery was delayed to perform an MRI.¹¹

14 In our study, all cases with a subtype A4 (burst fractures) (four cases) were
15 surgically treated due to neurologic impairment. However, seven patients (22.5%) had
16 no evident bone fractures (AO) and required an MRI to detect persistent compression
17 due to degenerative changes exacerbated in the trauma context and were surgically
18 treated. For this reason, in the setting of neurological deficits and mild bone fractures,
19 the CT scan based AOSCC is not enough to guide surgical management.

20 Our study is limited by its retrospective nature and for being a single center,
21 single surgeon study. However, it provides some guidance in the use of the new
22 AOSCC in the treatment of subaxial cervical spine trauma, which may be useful for
23 new prospective studies.

24

25 **Conclusion**

26 We reported that type C injuries were surgically managed in most of the cases
27 and the classification of the facet modifier as F4 is redundant in this context.
28 Additionally, mild bone fractures (such as type A0) in the setting of neurological
29 deficits requiring an MRI to guide treatment, which provides limited value to the
30 fracture severity degree of the new AOSCC. Further studies are necessary to evaluate
31 the treatment performed in less prevalent subtype (such as type B injuries).

32

33

34

1 References

2

- 3 1. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury
4 classification system. *European spine journal : official publication of the European Spine*
5 *Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine*
6 *Research Society* 2015.
- 7 2. Magerl F, Aebi M, Gertzbein SD, et al. A comprehensive classification of thoracic and
8 lumbar injuries. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the*
9 *European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research*
10 *Society* 1994;3:184-201.
- 11 3. Urrutia J, Zamora T, Yurac R, et al. An Independent Inter- and Intraobserver Agreement
12 Evaluation of the AOSpine Subaxial Cervical Spine Injury Classification System. *Spine*
13 2017;42:298-303.
- 14 4. Schnake KJ, Schroeder GD, Vaccaro AR, et al. AOSpine Classification Systems (Subaxial,
15 Thoracolumbar). *Journal of orthopaedic trauma* 2017;31 Suppl 4:S14-S23.
- 16 5. Urrutia J, Zamora T, Campos M, et al. A comparative agreement evaluation of two
17 subaxial cervical spine injury classification systems: the AOSpine and the Allen and Ferguson
18 schemes. *European spine journal : official publication of the European Spine Society, the*
19 *European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research*
20 *Society* 2016;25:2185-92.
- 21 6. Silva OT, Sabba MF, Lira HI, et al. Evaluation of the reliability and validity of the newer
22 AOSpine subaxial cervical injury classification (C-3 to C-7). *Journal of neurosurgery. Spine*
23 2016;25:303-8.
- 24 7. Patel AA, Dailey A, Brodke DS, et al. Subaxial cervical spine trauma classification: the
25 Subaxial Injury Classification system and case examples. *Neurosurgical focus* 2008;25:E8.
- 26 8. R: A language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org/>: R
27 Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. , 2018.
- 28 9. Aarabi B, Oner C, Vaccaro AR, et al. Application of AOSpine Subaxial Cervical Spine
29 Injury Classification in Simple and Complex Cases. *Journal of orthopaedic trauma* 2017;31
30 Suppl 4:S24-S32.
- 31 10. Vanek P. New AOSpine subaxial cervical spine injury classification and its clinical usage.
32 *Rozhledy v chirurgii : mesicnik Ceskoslovenske chirurgicke spolecnosti*;97:273-8.
- 33 11. Du JP, Fan Y, Zhang JN, et al. Early versus delayed decompression for traumatic cervical
34 spinal cord injury: application of the AOSpine subaxial cervical spinal injury classification
35 system to guide surgical timing. *European spine journal : official publication of the European*
36 *Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical*
37 *Spine Research Society* 2019.

38

8.5 ANEXO V - PERMISSÕES “COPYRIGHTS”

PERMISSION LICENSE AGREEMENT

P10272.AANS.JNS-S.Silva.5874.University of Campinas.da Silva
AANS.JNS-S.Silva.5874

9/18/2019

Dr. Otávio Turolo da Silva
Neurocirurgião
University of Campinas
São Paulo, Brazil

Dear Dr. da Silva,

Thank you for your interest in JNSPG material. Please note: This permission does not apply to any figure or other material that is credited to any source other than JNSPG. It is your responsibility to validate that the material is in fact owned by JNSPG. If material within JNSPG material is credited to another source (in a figure legend, for example) then any permission extended by JNSPG is invalid. We encourage you to view the actual material at www.thejns.org or a library or other source. Information provided by third parties as to credits that may or may not be associated with the material may be unreliable.

We are pleased to grant you non-exclusive, nontransferable permission, limited to the format described below, and provided you meet the criteria below, and on receipt of payment. Such permission is for one-time use and does not include permission for future editions, revisions, additional printings, updates, ancillaries, customized forms, any electronic forms, Braille editions, translations or promotional pieces unless otherwise specified below. We must be contacted for permission each time such use is planned. This permission does not include the right to modify the material. Use of the material must not imply any endorsement by the copyright owner. This permission is not valid for the use of JNSPG logos or other collateral material, and may not be resold.

PERMISSION IS VALID FOR THE FOLLOWING MATERIAL ONLY:

article data , figures, tables

Journal of Neurosurgery Spine, September, 2016, 25, 3, Evaluation of the reliability and validity of the newer AOSpine subaxial cervical injury classification (C-3 to C-7), Silva, 303-308

IN THE FOLLOWING WORK ONLY:

electronic and/or print copies of thesis or dissertation, University of Campinas

ON PAYMENT OF PERMISSIONS FEE:

fee waived, permission granted, an further action necessary

Failure to pay the fee(s) or to follow instructions here upon use of the work as described here, will result in automatic termination of the license or permission granted. Payment should be made in US Dollars to Rockwater, Inc. via mail (check) or via Paypal (PCI compliant credit card payment). For payment by wire transfer please contact us. The party purchasing permission is responsible for payment of tax as may be required by law. Please see second page for additional terms and conditions.

Please contact Beth Ann Rocheleau at brocheleau@rockwaterinc.com or 1-803-359-4578 with questions.

CREDIT LINE(S) must be published next to any figure, and/or if permission is granted for electronic form, visible at the same time as the content republished with a hyperlink to the publisher's home page.

Abstracts or collections of abstracts and all translations must be approved by publisher's agent in advance, and in the case of translations, before printing. No financial liability for the project will devolve upon JNSPG or on Rockwater, Inc.. All expenses for translation, validation of translation accuracy, publication costs and reproduction costs are the sole responsibility of the foreign language sponsor. The new work must be reprinted and delivered as a stand-alone piece and may not be integrated or bound with other material. JNSPG does not supply photos or artwork; these may be downloaded from the JNSPG website, scanned, or (if available) obtained from the author of the article.

Submission of form and/or payment conveys acceptance of terms and conditions stated here.

Limitation of Liability and Disclaimer of Warranty: Rockwater, Inc. and Journal of Neurosurgery Publishing Group (JNSPG) and AANS make no warranties with respect to the material presented here or the material for which permission is being granted; do not assume any expressly disclaim and liability for any loss or damage caused by errors or omissions whether such error or omissions result from negligence, accident or otherwise; and specifically disclaim any warranty of quality, performance, merchantability or fitness for a specific purpose. In no event will Rockwater, Inc. or JNSPG, or AANS be liable for any direct, indirect, special, incidental or consequential damages, including without limitation any lost profits, lost savings, lost revenues, loss of data, or costs of recovery, arising out of the use of or inability to use the material, regardless of whether such losses are foreseeable or whether such damages are deemed to result from the failure or inadequacy of any exclusive or other remedy.

For translating and reprinting of ARTICLES for commercial use the following rules apply:

1. Translation disclaimer language must be added in both English and the language of the translation. The two versions (English and the language of the translation) of the disclaimer must appear on the inside front cover or at the beginning of the translated material, stating:
The American Association of Neurological Surgeons (AANS), Journal of Neurosurgery Publishing Group (JNSPG) and its agents take no responsibility for the accuracy of the translation from the published English original and are not liable for any errors which may occur. No responsibility is assumed, and responsibility is hereby disclaimed, by AANS or JNSPG and its agents for any injury and/or damage to persons or property as a matter of product liability, negligence or otherwise, or from any use or operation of methods, products, instructions or ideas presented in the Journal. Independent verification of diagnosis and drug dosages should be made. Discussions, views, and recommendations of diagnosis and drug dosages are the responsibility of the authors.
2. The translation will remain the sole property of JNSPG.
3. The JNSPG cover design and JNSPG logo may not be used
4. Appropriate credit language must be added in both English and the language of the translation.
5. The license agreement must be completed, returned, and paid.
6. The translated document, complying with all of the policies noted here, must be approved by JNSPG or its agent BEFORE the reprints are produced.
7. The translated and reprinted article(s) may not be sold or re-sold.

**SPRINGER NATURE LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Oct 09, 2019

This Agreement between Dr. OTAVIO DA SILVA ("You") and Springer Nature ("Springer Nature") consists of your license details and the terms and conditions provided by Springer Nature and Copyright Clearance Center.

License Number	4675961318090
License date	Sep 25, 2019
Licensed Content Publisher	Springer Nature
Licensed Content Publication	European Spine Journal
Licensed Content Title	AOSpine subaxial cervical spine injury classification system
Licensed Content Author	Alexander R. Vaccaro, John D. Koerner, Kris E. Raddiff et al
Licensed Content Date	Jan 1, 2015
Licensed Content Volume	25
Licensed Content Issue	7
Type of Use	Thesis/Dissertation
Requestor type	academic/university or research institute
Format	print and electronic
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	13
Will you be translating?	no
Circulation/distribution	1 - 29
Author of this Springer Nature content	no
Title	EVALUATION OF A NEW SUBAXIAL CERVICAL SPINE INJURY CLASSIFICATION (C3-C7)
Institution name	UNIVERSITY OF STATE CAMPINAS
Expected presentation date	Nov 2019
Order reference number	FIGURES 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13
Portions	Fig. 1 Subtype A0 Fig. 2 Subtype A1 Fig. 3 Subtype A2 Fig. 4 Subtype A3 Fig. 5 Subtype A4 Fig. 6 Subtype B1 Fig. 7 Subtype B2 Fig. 8 Subtype B3 Fig. 9 Type C Fig. 10 Subtype F1 Fig. 11 Subtype F2 Fig. 12 Subtype F3 Fig. 13 Subtype F4
Requestor Location	Dr. OTAVIO DA SILVA R TESSALIA VIEIRA CAMARGO 126 DEPARTAMENTO NEUROLOGIA CAMPINAS, SP 13083-887 Brazil Attn: Dr. OTAVIO DA SILVA

Total 0.00 USD

Terms and Conditions

Springer Nature Customer Service Centre GmbH Terms and Conditions

This agreement sets out the terms and conditions of the licence (the **Licence**) between you and **Springer Nature Customer Service Centre GmbH** (the **Licensor**). By clicking 'accept' and completing the transaction for the material (**Licensed Material**), you also confirm your acceptance of these terms and conditions.

1. Grant of Licence

1. 1. The Licensor grants you a personal, non-exclusive, non-transferable, world-wide licence to reproduce the Licensed Material for the purpose specified in your order only. Licences are granted for the specific use requested in the order and for no other use, subject to the conditions below.
1. 2. The Licensor warrants that it has, to the best of its knowledge, the rights to license reuse of the Licensed Material. However, you should ensure that the material you are requesting is original to the Licensor and does not carry the copyright of another entity (as credited in the published version).
1. 3. If the credit line on any part of the material you have requested indicates that it was reprinted or adapted with permission from another source, then you should also seek permission from that source to reuse the material.

2. Scope of Licence

2. 1. You may only use the Licensed Content in the manner and to the extent permitted by these Ts&Cs and any applicable laws.
2. 2. A separate licence may be required for any additional use of the Licensed Material, e.g. where a licence has been purchased for print only use, separate permission must be obtained for electronic re-use. Similarly, a licence is only valid in the language selected and does not apply for editions in other languages unless additional translation rights have been granted separately in the licence. Any content owned by third parties are expressly excluded from the licence.
2. 3. Similarly, rights for additional components such as custom editions and derivatives require additional permission and may be subject to an additional fee. Please apply to Journalpermissions@springernature.com/bookpermissions@springernature.com for these rights.
2. 4. Where permission has been granted **free of charge** for material in print, permission may also be granted for any electronic version of that work, provided that the material is incidental to your work as a whole and that the electronic version is essentially equivalent to, or substitutes for, the print version.
2. 5. An alternative scope of licence may apply to signatories of the [STM Permissions Guidelines](#), as amended from time to time.

3. Duration of Licence

3. 1. A licence for is valid from the date of purchase ('Licence Date') at the end of the relevant period in the below table:

Scope of Licence	Duration of Licence
Post on a website	12 months
Presentations	12 months
Books and journals	Lifetime of the edition in the language purchased

4. Acknowledgement

4. 1. The Licensor's permission must be acknowledged next to the Licensed Material in print. In electronic form, this acknowledgement must be visible at the same time as the figures/tables/illustrations or abstract, and must be hyperlinked to the journal/book's homepage. Our required acknowledgement format is in the Appendix below.

5. Restrictions on use

5. 1. Use of the Licensed Material may be permitted for incidental promotional use and minor editing privileges e.g. minor adaptations of single figures, changes of format, colour and/or style where the adaptation is credited as set out in Appendix 1 below. Any other changes including but not limited to, cropping, adapting, omitting material that affect the meaning, intention or moral rights of the author are strictly prohibited.

5. 2. You must not use any Licensed Material as part of any design or trademark.

5. 3. Licensed Material may be used in Open Access Publications (OAP) before publication by Springer Nature, but any Licensed Material must be removed from OAP sites prior to final publication.

6. Ownership of Rights

6. 1. Licensed Material remains the property of either Licensor or the relevant third party and any rights not explicitly granted herein are expressly reserved.

7. Warranty

IN NO EVENT SHALL LICENSOR BE LIABLE TO YOU OR ANY OTHER PARTY OR ANY OTHER PERSON OR FOR ANY SPECIAL, CONSEQUENTIAL, INCIDENTAL OR INDIRECT DAMAGES, HOWEVER CAUSED, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE DOWNLOADING, VIEWING OR USE OF THE MATERIALS REGARDLESS OF THE FORM OF ACTION, WHETHER FOR BREACH OF CONTRACT, BREACH OF WARRANTY, TORT, NEGLIGENCE, INFRINGEMENT OR OTHERWISE (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES BASED ON LOSS OF PROFITS, DATA, FILES, USE, BUSINESS OPPORTUNITY OR CLAIMS OF THIRD PARTIES), AND WHETHER OR NOT THE PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. THIS LIMITATION SHALL APPLY NOTWITHSTANDING ANY FAILURE OF ESSENTIAL PURPOSE OF ANY LIMITED REMEDY PROVIDED HEREIN.

8. Limitations

8. 1. BOOKS ONLY: Where 'reuse in a dissertation/thesis' has been selected the following terms apply: Print rights of the final author's accepted manuscript (for clarity, NOT the published version) for up to 100 copies, electronic rights for use only on a personal website or institutional repository as defined by the Sherpa guideline (www.sherpa.ac.uk/romeo/).

9. Termination and Cancellation

9. 1. Licences will expire after the period shown in Clause 3 (above).

9. 2. Licensee reserves the right to terminate the Licence in the event that payment is not received in full or if there has been a breach of this agreement by you.

Appendix 1 — Acknowledgements:

For Journal Content:

Reprinted by permission from [the Licensor]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

For Advance Online Publication papers:

Reprinted by permission from [the Licensor]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication), advance online publication, day month year (doi: 10.1038/sj.[JOURNAL ACRONYM].)]

For Adaptations/Translations:

Adapted/Translated by permission from [the Licensor]: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

Note: For any republication from the British Journal of Cancer, the following credit line style applies:

Reprinted/adapted/translated by permission from [the Licensor]: on behalf of Cancer Research UK: : [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication)]

For Advance Online Publication papers:

Reprinted by permission from The [the Licensor]: on behalf of Cancer Research UK: [Journal Publisher (e.g. Nature/Springer/Palgrave)] [JOURNAL NAME] [REFERENCE CITATION (Article name, Author(s) Name), [COPYRIGHT] (year of publication), advance online publication, day month year (doi: 10.1038/sj.[JOURNAL ACRONYM].)]

For Book content:

Reprinted/adapted by permission from [the Licensor]: [Book Publisher (e.g. Palgrave Macmillan, Springer etc)] [Book Title] by [Book author(s)] [COPYRIGHT] (year of publication)

Other Conditions:

Version 1.2

Questions? customercare@copyright.com or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or +1-978-646-2777.

**ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Oct 09, 2019

This Agreement between Dr. OTAVIO DA SILVA ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	4675990686489
License date	Sep 25, 2019
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Elsevier Books
Licensed Content Title	Netter's Atlas of Neuroscience
Licensed Content Author	David L. Felten,M. Kerry O'Banion,Mary Summo Maiba
Licensed Content Date	Jan 1, 2016
Licensed Content Pages	7
Start Page	77
End Page	83
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Intended publisher of new work	other
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	both print and electronic
Are you the author of this Elsevier chapter?	No
Will you be translating?	No
Order reference number	1
Original figure numbers	5.1 SPINAL COLUMN: BONY ANATOMY
Title of your thesis/dissertation	EVALUATION OF A NEW SUBAXIAL CERVICAL SPINE INJURY CLASSIFICATION (C3-C7)
Publisher of new work	UNIVERSITY OF STATE CAMPINAS
Expected completion date	Nov 2019
Estimated size (number of pages)	1
Requestor Location	Dr. OTAVIO DA SILVA R TESSALIA VIEIRA CAMARGO 126 DEPARTAMENTO NEUROLOGIA CAMPINAS, SP 13083-887 Brazil Attn: Dr. OTAVIO DA SILVA
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 USD
Terms and Conditions	

INTRODUCTION

1. The publisher for this copyrighted material is Elsevier. By clicking "accept" in connection with completing this licensing transaction, you agree that the following terms and conditions apply to this transaction (along with the Billing and Payment terms and conditions established by Copyright Clearance Center, Inc. ("CCC"), at the time that you opened your Rightslink account and that are available at any time at <http://myaccount.copyright.com>).

GENERAL TERMS

2. Elsevier hereby grants you permission to reproduce the aforementioned material subject to the terms and conditions indicated.

3. Acknowledgement: If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source, permission must also be sought from that source. If such permission is not obtained then that material may not be included in your publication/copies. Suitable acknowledgement to the source must be made, either as a footnote or in a reference list at the end of your publication, as follows:

"Reprinted from Publication title, Vol /edition number, Author(s), Title of article / title of chapter, Pages No., Copyright (Year), with permission from Elsevier [OR APPLICABLE SOCIETY COPYRIGHT OWNER]." Also Lancet special credit - "Reprinted from The Lancet, Vol. number, Author(s), Title of article, Pages No., Copyright (Year), with permission from Elsevier."

4. Reproduction of this material is confined to the purpose and/or media for which permission is hereby given.

5. Altering/Modifying Material: Not Permitted. However figures and illustrations may be altered/adapted minimally to serve your work. Any other abbreviations, additions, deletions and/or any other alterations shall be made only with prior written authorization of Elsevier Ltd. (Please contact Elsevier at permissions@elsevier.com). No modifications can be made to any Lancet figures/tables and they must be reproduced in full.

6. If the permission fee for the requested use of our material is waived in this instance, please be advised that your future requests for Elsevier materials may attract a fee.

7. Reservation of Rights: Publisher reserves all rights not specifically granted in the combination of (i) the license details provided by you and accepted in the course of this licensing transaction, (ii) these terms and conditions and (iii) CCC's Billing and Payment terms and conditions.

8. License Contingent Upon Payment: While you may exercise the rights licensed immediately upon issuance of the license at the end of the licensing process for the transaction, provided that you have disclosed complete and accurate details of your proposed use, no license is finally effective unless and until full payment is received from you (either by publisher or by CCC) as provided in CCC's Billing and Payment terms and conditions. If full payment is not received on a timely basis, then any license preliminarily granted shall be deemed automatically revoked and shall be void as if never granted. Further, in the event that you breach any of these terms and conditions or any of CCC's Billing and Payment terms and conditions, the license is automatically revoked and shall be void as if never granted. Use of materials as described in a revoked license, as well as any use of the materials beyond the scope of an unrevoked license, may constitute copyright infringement and publisher reserves the right to take any and all action to protect its copyright in the materials.

9. Warranties: Publisher makes no representations or warranties with respect to the licensed material.

10. Indemnity: You hereby indemnify and agree to hold harmless publisher and CCC, and their respective officers, directors, employees and agents, from and against any and all claims arising out of your use of the licensed material other than as specifically authorized pursuant to this license.

11. No Transfer of License: This license is personal to you and may not be sublicensed, assigned, or transferred by you to any other person without publisher's written permission.

12. No Amendment Except in Writing: This license may not be amended except in a writing signed by both parties (or, in the case of publisher, by CCC on publisher's behalf).

13. Objection to Contrary Terms: Publisher hereby objects to any terms contained in any purchase order, acknowledgment, check endorsement or other writing prepared by you, which terms are inconsistent with these terms and conditions or CCC's Billing and Payment

terms and conditions. These terms and conditions, together with CCC's Billing and Payment terms and conditions (which are incorporated herein), comprise the entire agreement between you and publisher (and CCC) concerning this licensing transaction. In the event of any conflict between your obligations established by these terms and conditions and those established by CCC's Billing and Payment terms and conditions, these terms and conditions shall control.

14. **Revocation:** Elsevier or Copyright Clearance Center may deny the permissions described in this License at their sole discretion, for any reason or no reason, with a full refund payable to you. Notice of such denial will be made using the contact information provided by you. Failure to receive such notice will not alter or invalidate the denial. In no event will Elsevier or Copyright Clearance Center be responsible or liable for any costs, expenses or damage incurred by you as a result of a denial of your permission request, other than a refund of the amount(s) paid by you to Elsevier and/or Copyright Clearance Center for denied permissions.

LIMITED LICENSE

The following terms and conditions apply only to specific license types:

15. **Translation:** This permission is granted for non-exclusive world **English** rights only unless your license was granted for translation rights. If you licensed translation rights you may only translate this content into the languages you requested. A professional translator must perform all translations and reproduce the content word for word preserving the integrity of the article.

16. **Posting licensed content on any Website:** The following terms and conditions apply as follows: Licensing material from an Elsevier journal: All content posted to the web site must maintain the copyright information line on the bottom of each image; A hyper-text must be included to the Homepage of the journal from which you are licensing at <http://www.sciencedirect.com/science/journal/xxxxx> or the Elsevier homepage for books at <http://www.elsevier.com>; Central Storage: This license does not include permission for a scanned version of the material to be stored in a central repository such as that provided by Heron/XanEdu.

Licensing material from an Elsevier book: A hyper-text link must be included to the Elsevier homepage at <http://www.elsevier.com>. All content posted to the web site must maintain the copyright information line on the bottom of each image.

Posting licensed content on Electronic reserve: In addition to the above the following clauses are applicable: The web site must be password-protected and made available only to bona fide students registered on a relevant course. This permission is granted for 1 year only. You may obtain a new license for future website posting.

17. **For journal authors:** the following clauses are applicable in addition to the above:

Preprints:

A preprint is an author's own write-up of research results and analysis, it has not been peer-reviewed, nor has it had any other value added to it by a publisher (such as formatting, copyright, technical enhancement etc.).

Authors can share their preprints anywhere at any time. Preprints should not be added to or enhanced in any way in order to appear more like, or to substitute for, the final versions of articles however authors can update their preprints on arXiv or RePEc with their Accepted Author Manuscript (see below).

If accepted for publication, we encourage authors to link from the preprint to their formal publication via its DOI. Millions of researchers have access to the formal publications on ScienceDirect, and so links will help users to find, access, cite and use the best available version. Please note that Cell Press, The Lancet and some society-owned have different preprint policies. Information on these policies is available on the journal homepage.

Accepted Author Manuscripts: An accepted author manuscript is the manuscript of an article that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and editor-author communications.

Authors can share their accepted author manuscript:

- immediately

- via their non-commercial person homepage or blog
- by updating a preprint in arXiv or RePEc with the accepted manuscript
- via their research institute or institutional repository for internal institutional uses or as part of an invitation-only research collaboration work-group
- directly by providing copies to their students or to research collaborators for their personal use
- for private scholarly sharing as part of an invitation-only work group on commercial sites with which Elsevier has an agreement
- After the embargo period
 - via non-commercial hosting platforms such as their institutional repository
 - via commercial sites with which Elsevier has an agreement

In all cases accepted manuscripts should:

- link to the formal publication via its DOI
- bear a CC-BY-NC-ND license - this is easy to do
- if aggregated with other manuscripts, for example in a repository or other site, be shared in alignment with our hosting policy not be added to or enhanced in any way to appear more like, or to substitute for, the published journal article.

Published journal article (JPA): A published journal article (JPA) is the definitive final record of published research that appears or will appear in the journal and embodies all value-adding publishing activities including peer review co-ordination, copy-editing, formatting, (if relevant) pagination and online enrichment.

Policies for sharing publishing journal articles differ for subscription and gold open access articles:

Subscription Articles: If you are an author, please share a link to your article rather than the full-text. Millions of researchers have access to the formal publications on ScienceDirect, and so links will help your users to find, access, cite, and use the best available version.

Theses and dissertations which contain embedded PJAs as part of the formal submission can be posted publicly by the awarding institution with DOI links back to the formal publications on ScienceDirect.

If you are affiliated with a library that subscribes to ScienceDirect you have additional private sharing rights for others' research accessed under that agreement. This includes use for classroom teaching and internal training at the institution (including use in course packs and courseware programs), and inclusion of the article for grant funding purposes.

Gold Open Access Articles: May be shared according to the author-selected end-user license and should contain a [CrossMark logo](#), the end user license, and a DOI link to the formal publication on ScienceDirect.

Please refer to Elsevier's [posting policy](#) for further information.

18. **For book authors** the following clauses are applicable in addition to the above:

Authors are permitted to place a brief summary of their work online only. You are not allowed to download and post the published electronic version of your chapter, nor may you scan the printed edition to create an electronic version. **Posting to a repository:** Authors are permitted to post a summary of their chapter only in their institution's repository.

19. **Thesis/Dissertation:** If your license is for use in a thesis/dissertation your thesis may be submitted to your institution in either print or electronic form. Should your thesis be published commercially, please reapply for permission. These requirements include permission for the Library and Archives of Canada to supply single copies, on demand, of the complete thesis and include permission for Proquest/UMI to supply single copies, on demand, of the complete thesis. Should your thesis be published commercially, please reapply for permission. Theses and dissertations which contain embedded PJAs as part of the formal submission can be posted publicly by the awarding institution with DOI links back to the formal publications on ScienceDirect.

Elsevier Open Access Terms and Conditions

You can publish open access with Elsevier in hundreds of open access journals or in nearly 2000 established subscription journals that support open access publishing. Permitted third

party re-use of these open access articles is defined by the author's choice of Creative Commons user license. See our [open access license policy](#) for more information.

Terms & Conditions applicable to all Open Access articles published with Elsevier:

Any reuse of the article must not represent the author as endorsing the adaptation of the article nor should the article be modified in such a way as to damage the author's honour or reputation. If any changes have been made, such changes must be clearly indicated.

The author(s) must be appropriately credited and we ask that you include the end user license and a DOI link to the formal publication on ScienceDirect.

If any part of the material to be used (for example, figures) has appeared in our publication with credit or acknowledgement to another source it is the responsibility of the user to ensure their reuse complies with the terms and conditions determined by the rights holder.

Additional Terms & Conditions applicable to each Creative Commons user license:

CC BY: The CC-BY license allows users to copy, to create extracts, abstracts and new works from the Article, to alter and revise the Article and to make commercial use of the Article (including reuse and/or resale of the Article by commercial entities), provided the user gives appropriate credit (with a link to the formal publication through the relevant DOI), provides a link to the license, indicates if changes were made and the licensor is not represented as endorsing the use made of the work. The full details of the license are available at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>.

CC BY NC SA: The CC BY-NC-SA license allows users to copy, to create extracts, abstracts and new works from the Article, to alter and revise the Article, provided this is not done for commercial purposes, and that the user gives appropriate credit (with a link to the formal publication through the relevant DOI), provides a link to the license, indicates if changes were made and the licensor is not represented as endorsing the use made of the work. Further, any new works must be made available on the same conditions. The full details of the license are available at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>.

CC BY NC ND: The CC BY-NC-ND license allows users to copy and distribute the Article, provided this is not done for commercial purposes and further does not permit distribution of the Article if it is changed or edited in any way, and provided the user gives appropriate credit (with a link to the formal publication through the relevant DOI), provides a link to the license, and that the licensor is not represented as endorsing the use made of the work. The full details of the license are available at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>. Any commercial reuse of Open Access articles published with a CC BY NC SA or CC BY NC ND license requires permission from Elsevier and will be subject to a fee.

Commercial reuse includes:

- Associating advertising with the full text of the Article
- Charging fees for document delivery or access
- Article aggregation
- Systematic distribution via e-mail lists or share buttons

Posting or linking by commercial companies for use by customers of those companies.

20. Other Conditions:

v1.9

Questions? customercare@copyright.com or +1-855-239-3415 (toll free in the US) or +1-978-646-2777.