

# EPIDEMIOLOGIA DO TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR TRATADO CIRURGICAMENTE NO HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNICAMP

EPIDEMIOLOGY OF SPINAL TRAUMA SURGICALLY TREATED AT THE UNICAMP HOSPITAL DAS CLÍNICAS

EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR TRATADO QUIRÚRGICAMENTE EN EL HOSPITAL DAS CLÍNICAS DE UNICAMP

OTÁVIO TUROLO DA SILVA<sup>1</sup>, ENRICO GHIZONI<sup>1</sup>, HELDER TEDESCHI<sup>1</sup>, ANDREI FERNANDES JOAQUIM<sup>1</sup>

1. Departamento de Neurologia, divisão de Neurocirurgia da Unicamp, Campinas, SP, Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Reportar o perfil epidemiológico dos pacientes operados para tratamento do TRM no Hospital das Clínicas da UNICAMP. **Métodos:** Pacientes maiores de 14 anos, com TRM operados no serviço no período de 2012 a 2017, com dados radiológicos e clínicos completos foram avaliados. **Resultados:** 143 pacientes foram incluídos, sendo 120 homens e 23 mulheres, com idade média de 37,8 anos. Quedas (32%), acidentes de motocicletas (26%) e de automóveis (24%) foram os mecanismos de trauma mais comuns. O nível vertebral mais acometido foi o de C6 (11%) e a maioria dos pacientes tinha algum déficit neurológico (55%). A taxa geral de complicação pós-operatória foi de 23%. **Conclusões:** O Traumatismo Raquimedular (TRM) tem alto impacto sócio-econômico devido sua alta morbi-mortalidade, sendo que é necessário estudar sua epidemiologia para o desenvolvimento de políticas públicas de prevenção e financiamento do tratamento do mesmo. **Nível de evidência III. Tipo de estudo: Estudo Retrospectivo.**

**Descritores:** Traumatismos da medula espinal; Coluna vertebral; Cirurgia; Tratamento; Epidemiologia.

## ABSTRACT

**Objective:** To report the epidemiological profile of patients operated for treatment of spinal trauma in the UNICAMP Hospital das Clínicas. **Methods:** Patients older than 14 years with spinal trauma operated in the service from 2012 to 2017 with complete radiological and clinical data were evaluated. **Results:** A total of 143 patients were included, 120 men and 23 women, with a mean age of 37.8 years. Falls from height (32%), motorcycle (26%) and car accidents (24%) were the most common trauma mechanisms. The most affected vertebral level was C6 (11%) and most patients (55%) had some neurological deficits. The overall postoperative complication rate was 23%. **Conclusions:** Spinal trauma has a high socioeconomic impact due to its high morbidity and mortality, and it is necessary to study its epidemiology for the development of public policies for prevention and treatment financing. **Level of Evidence: III. Type of study: Retrospective study.**

**Keywords:** Spinal cord injury; Spine; Surgery; Treatment; Epidemiology.

## RESUMEN

**Objetivo:** Describir el perfil epidemiológico de los pacientes operados para tratamiento quirúrgico debido a TRM en el Hospital das Clínicas de UNICAMP. **Métodos:** Se evaluaron pacientes mayores de 14 años con TRM operados en el servicio de 2012 a 2017, con datos radiológicos y clínicos completos. **Resultados:** Fueron incluidos 143 pacientes, siendo 120 hombres y 23 mujeres, con una edad promedio de 37,8 años. Caídas de altura (32%), accidentes de motocicleta (26%) y accidentes de autos (24%) fueron los mecanismos de trauma más comunes. El nivel vertebral más afectado fue C6 (11%) y la mayoría de los pacientes tenía algún déficit neurológico (55%). La tasa global de complicaciones postoperatorias fue del 23%. **Conclusiones:** El TRM tiene un alto impacto socioeconómico debido a su alta morbilidad y mortalidad; por lo tanto es necesario estudiar su epidemiología para el desarrollo de políticas públicas de prevención y financiamiento del tratamiento. **Nivel de evidencia: III. Tipo de Estudio: Estudio retrospectivo.**

**Descriptores:** Traumatismos de la medula espinal; Columna vertebral; Cirugía; Tratamiento; Epidemiología.

## INTRODUÇÃO

O traumatismo raquimedular (TRM) compreende as lesões da coluna vertebral, com ou sem acometimento da medula, bem como as lesões disco ligamentares associadas, secundárias a quaisquer eventos traumáticos, podendo ter sido resultado do impacto direto ou não na coluna vertebral.<sup>1</sup> Devido à relevância em termos de morbidade e mortalidade das lesões medulares, novos protocolos de atendimento são criados a fim de facilitar e aprimorar o tratamento dos pacientes.<sup>2</sup>

Nos Estados Unidos, estima-se que aproximadamente sejam vítimas de lesão medular traumática, com um custo total acumulado de 1,1 à 4,6 milhões de dólares por paciente,<sup>3</sup> considerando despesas hospitalares, dias perdidos de trabalho e ônus da seguridade social. No Brasil, estima-se que haja 6 a 8 mil casos novos por ano. Contudo, trabalhos epidemiológicos são escassos em âmbito nacional.<sup>4</sup> As lesões traumáticas da coluna vertebral podem ser divididas quanto ao nível de acometimento em: junção crânio-vertebral, coluna cervical subaxial, coluna tóraco-lombar e coluna sacral.<sup>5-6</sup>

Trabalho realizado no Departamento de Neurologia, divisão de Neurocirurgia da Unicamp – Campinas, SP, Brasil.

Correspondência: Universidade Estadual de Campinas. Rua Tessália Vieira de Camargo, 126, Departamento Neurologia. Cidade Universitária. 13083-887. Campinas, SP, Brasil .andjoaquim@yahoo.com



Cada seguimento deve ser avaliado de maneira isolada, com diferenças e particularidades entre eles.

No atendimento pré-hospitalar, a equipe de resgate deve garantir uso do colar cervical e cuidados com mobilização descompressiva.<sup>6</sup> Após admissão hospitalar, todos os pacientes com TRM devem ser avaliados em caráter de urgência, não podendo ser postergada a avaliação.<sup>7</sup>

## MÉTODOS

Foram avaliados pacientes operados pela disciplina de Neurocirurgia da Unicamp que sofreram TRM no período de 2012 até fevereiro de 2017. Todos os pacientes foram operados pelo mesmo cirurgião (AFJ). Houve seguimento ambulatorial pós-operatório, em geral, no período de um mês, três meses, seis meses e, por fim, anualmente. Lesões vertebrais em qualquer seguimento foram incluídas e todos os pacientes tinham mais do que 14 anos. Casos operados fora do serviço ou com dados clínicos e radiológicos incompletos foram excluídos do estudo.

Através de revisão de prontuários, foram avaliados dados referentes a idade, sexo, data do acidente, mecanismo do trauma, nível de lesão, grau da lesão pelo *American Spine Injury Association Impairment Score (AIS)* (Tabela 1)<sup>8</sup> e complicações pós-operatórias. Para a análise estatística foi usado o programa STATA MP ver. 13 (StataCorp<sup>®</sup>).

Para a revisão de literatura, foi realizada pesquisa, em janeiro de 2017, no banco de dados Pubmed/MEDLINE com os descritores MeSH: "Spine trauma" OR "Spine" OR "trauma" AND "surgery". Foram encontrados 249.127 artigos. Foram avaliados apenas artigos escritos em língua inglesa, aqueles que tinham seus textos completos e se enquadravam no tema, sendo encontrado 415 artigos. Através da leitura dos resumos, foram selecionados 25 artigos para compor a discussão.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp CAEE – 17337313.7.0000.5404. Por se tratar de um estudo de revisão de prontuário, foi dispensado uso de TCLE.

**Tabela 1.** Graduação neurológica segundo o AIS (ASIA Impairment Scale).<sup>8</sup>

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

## RESULTADOS

Um total de 143 pacientes foram avaliados, todos operados por TRM no período de 2012 até 2017. Dos 143 pacientes, 25 (17%) foram operados 2012, 21 (14%) em 2013, 35 (24%) em 2014, 33 (23%) em 2015, 27 (18%) em 2016 e 2 (1%) em 2017. A distribuição por sexo foi de 120 homens (84%) e 23 mulheres (16%). A idade média foi de 37,8 anos, variando de 16 a 82 anos.

O mecanismo principal de trauma foi queda em 47 casos (32%), seguido de acidente motociclístico em 38 casos (26%) e acidente automobilístico em 36 casos (24%), sendo estas três causas correspondendo a 82% do total dos traumatismos. Outras causas menos comuns foram: colisão contra objetos - sete (4%), mergulho em água rasa - sete (4%), atropelamentos - cinco (3%), explosão - um (0.7%), coice de animal doméstico - um (0.7%) e agressão física direta - um (0.7%).

Em relação ao déficit neurológico na admissão hospitalar, pela classificação AIS, 28 pacientes (20%) operados tinham AIS A, ou déficit completo, sete pacientes (5%) AIS B, 30 pacientes (21%) AIS C, 13 pacientes (9%) AIS D e 65 (45%) pacientes estavam neurologicamente intactos. (Figura 1)

Em relação ao nível de lesão (vértebra fraturada), temos: 19 fraturas na junção crânio-vertebral (9,3%), 75 fraturas na coluna cervical subaxial (C3 à C7) (36%) e 110 fraturas na coluna toraco-lombar (53,9%), sendo 46 de T1 à T10 (22,5%), 49 de T11 à L2 (24%) e 15 de L3-L5 (7,3%).

No total, obtivemos em média 1,4 fraturas por paciente (Figura 2). Nenhuma fratura de sacro foi tratada cirurgicamente nesta série.

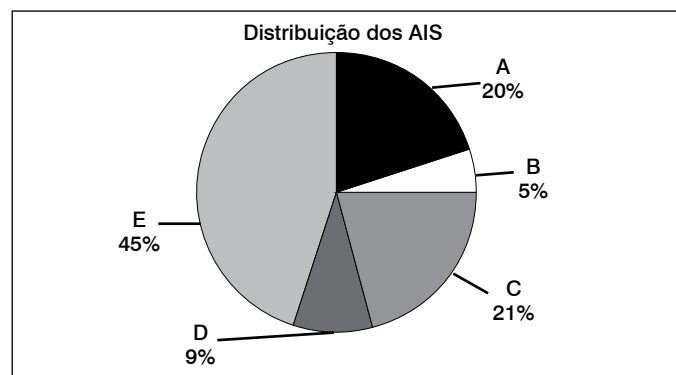
A taxa de complicação pós-operatória foi de 23% (33 casos), sendo a principal complicação as infecções locais, com uma taxa geral de 11,9% (17 casos). No total, 7% para infecções de ferida operatória (10 casos), 1,4% com meningite (dois casos) e sete casos (4,9%) de pneumonias. A taxa de complicação com instrumental, sendo quebra ou necessidade de reposicionamento dos parafusos/hastes, foi de 3,5% (cinco casos reoperados). Fístula líquórica com necessidade de reoperação ocorreu em dois casos (1,4%). A taxa de mortalidade pós-operatória foi de 2,1% (três casos).

## Resultados por Seguimento

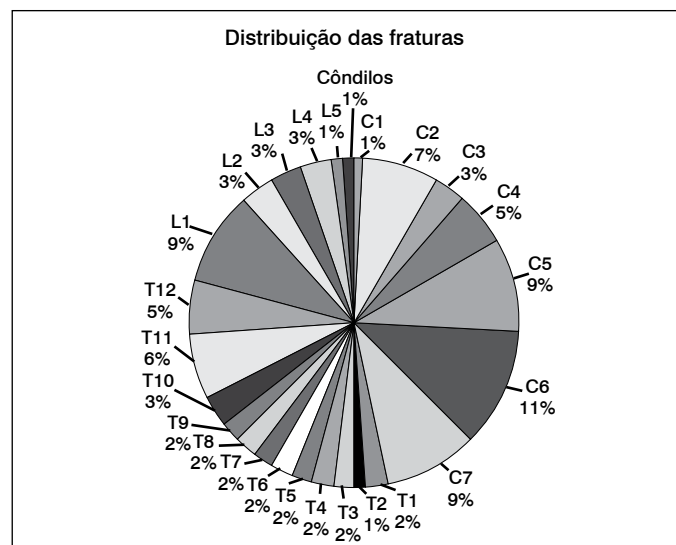
### Junção Cranio-Vertebral (O-C1-C2)

Foram 16 pacientes tratados cirurgicamente com fraturas da junção crânio-vertebral. Sendo destes 13 homens e três mulheres, com idade média de 35,8 anos. O principal mecanismo de lesão foi acidente automobilístico com sete casos (43,7%), acidente com motocicleta com quatro casos (25%) e quedas de alturas, com quatro casos (25%).

A grande maioria dos pacientes não tiveram lesão neurológica, com 13 casos (81,2%); houve um caso com AIS D (6,2%) e dois casos



**Figura 1.** Distribuição dos 143 pacientes em relação ao dano neurológico pela AIS. A maioria dos pacientes (45%) não apresentavam quaisquer déficits neurológicos na avaliação inicial (E), seguido de 35% com déficits parciais (D, C e B) e 20% com déficit sensitivo e motor completo (A).



**Figura 2.** Distribuição das 204 fraturas encontradas nestes pacientes. A maioria das fraturas (53,9%) se encontravam na região tóraco-lombar, sendo o nível mais acometido de L1 (9%) neste seguimento, contudo, no total geral, as fraturas de C6 foram as mais predominantes (11%) do total, apesar das fraturas subaxiais corresponderem a 36% de todas as fraturas.

com AIS C (12,5%). O local de acometimento das lesões foram: lesões no cêndilo (10%), duas fraturas de C1 (10%) e 15 fraturas de C2 (80%).

Apenas um (6,2%) caso apresentou complicações pós-operatórias, onde havia lesão dural e ocorreu uma meningite, tratada com sucesso com antibióticos. Não houve óbitos nesse seguimento.

### Cervical Subaxial (C3-C6)

Foram 44 pacientes submetidos a cirurgia para fraturas da coluna cervical subaxial, sendo 41 homens (93,1%) e três mulheres (6,8%), com idade média de 40,9 anos. Os principais mecanismos de lesão foram: acidente automobilístico com 15 casos (34%), quedas de altura, com 13 casos (29,5%), acidente de motocicleta com sete casos (15,9%) e mergulho em água rasa, com seis casos (13,6%).

A grande maioria apresentou déficit neurológico, sendo que 10 pacientes tinham lesão medular completa (AIS A, 22,7%), três pacientes com AIS B (6,8%), 16 pacientes eram AIS C (36,6%), seis pacientes AIS D (13,6%) e apenas nove pacientes sem déficit neurológico (20,4%). O nível de lesão mais frequente 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 seis casos (8%).

Onze pacientes tiveram complicações pós-operatórias (25%), sendo a principal delas a pneumonia ou dificuldade ventilatória, com cinco casos (11,3%), seguido de complicações infecciosas sistêmicas, com quatro casos (9%) sendo que dois destes pacientes vieram a morrer no pós-operatório por sepse (4,5%).

### Toracolombar (T1-L5)

Foram 83 pacientes com traumatismo toracolombar submetidos a tratamento cirúrgico nesta série. No total, 66 eram homens (79,5%) e 17 mulheres (20,4%), com idade média de 36,6 anos. O principal mecanismo de lesão foi queda, com 30 casos (36,1%), seguido de acidente de moto em 27 casos (32,5%) e acidente automobilístico com 14 casos (16,8%).

Um pouco mais da metade dos pacientes não teve déficits neurológicos (51,8%), seguido de seis pacientes AIS D (7,3%), 12 pacientes AIS C (14,4%), quatro pacientes AIS B (4,8%) e 18 pacientes com AIS A (21,6%). O nível da lesão mais acometido foi L1, com 19 casos (17,2%), T11, com 13 casos (11,8%), T12, com 10 casos (9%), L2 e L4, com 7 casos (6,3% cada), L3, com seis casos (5,4%), T1, T5, T7 e T8 com cinco casos (4,5% cada), T3, T4, T6 e T9 com quatro casos cada (3,6% cada), T2 com três casos (2,7%) e L5 com dois casos (1,8%).

Vinte pacientes tiveram complicações pós-operatórias (24%), sendo a principal (13 casos) a infecção (15,6%). Destes, três casos (3,6%) de sepse e um caso com meningite (1,2%). Cinco casos tiveram problemas com a instrumentação, sendo necessária reoperação (6%). Nenhum paciente com traumatismo toracolombar morreu no pós-operatório durante a internação.

### Sacral (S1-Cóccix)

Nenhuma fratura de sacro foi tratada cirurgicamente nesta série.

## DISCUSSÃO

Acredita-se que a prevalência mundial de TRM seja em torno de 236 a 4187 casos por milhão de habitantes,<sup>9</sup> porém esses dados podem ser subestimados por falta de notificações. Entretanto, a prevalência do TRM em homens é cerca de 3 a 4 vezes maior do que em mulheres,<sup>10</sup> similarmente ao encontrado na presente série (84% versus 16%).

O principal mecanismo de causa do TRM em vários estudos foram as quedas, acidentes de transportes terrestres (carro, moto), recreacional (esportes e lazer) e agressões.<sup>11</sup> Apesar de ser concorde com os dados obtidos em nossa série, a falta de informação adequada sobre o mecanismo do trauma em estudos epidemiológicos nem sempre é exata, (ex. queda durante atividade recreacional versus queda da própria altura), subestimando ou superestimando os dados apresentados.

Existem dois picos de incidência, um em adultos jovens, dos 15 aos 29 anos, mais relacionado a acidentes de trânsito, e um segundo

após os 65 anos, usualmente relacionado a quedas da própria altura.<sup>12</sup> Paradoxalmente, há uma maior incidência de TRM em países desenvolvidos; contudo isso pode ser secundário a subnotificação do TRM em países subdesenvolvidos, bem como ao menor número de publicações de estudos epidemiológicos.

A avaliação do paciente com TRM deve seguir os critérios propostos pelo *Advanced Trauma Life Support (ATLS)*.<sup>13</sup> A maioria dos pacientes com TRM são vítimas de traumas de alta energia cinética. Na presente série, os acidentes por veículos de transporte terrestre correspondem a cerca de 50% de todos os mecanismos de trauma, existindo alta probabilidade de lesões em outros órgãos. Inicialmente, deve-se garantir o suporte de ventilação e oxigenação adequados, bem como buscar estabilidade hemodinâmica, antes mesmo da avaliação secundária do Cirurgião de Coluna.

Durante a avaliação secundária do paciente politraumatizado, o exame de escolha para se avaliar a integridade da coluna vertebral é a Tomografia Computadorizada (TC) com reconstrução Tridimensional. O uso de radiografias simples foi amplamente usado durante muito tempo. Contudo, sabe-se que para algumas lesões, principalmente da junção crânio-vertebral (JCV), como as fraturas de Cêndilo, as radiografia simples tem sensibilidade e especificidade menor do que a TC para se detectar fraturas.<sup>14</sup>

Ao longo do tempo, foram propostas inúmeras formas de se classificar as fraturas da coluna, através de exames de imagens, para facilitar o tratamento e a compreensão da gravidade das mesmas. Deste modo, a classificação pela morfologia de lesão é bem aceita.

As fraturas podem ser classificadas em tipo A (compressão/explosão), secundárias a sobrecarga axial compressiva, Tipo B (lesões com lesão da banda de tensão da coluna anterior ou posterior) e tipo C (Rotação/Translação), secundária a cargas translacionais e rotacionais.<sup>15</sup> Classicamente as fraturas do tipo A (compressão/explosão) tendem a serem estáveis e as fraturas tipo B e C classificadas como instáveis, cada qual com suas particularidades.<sup>16</sup>

As novas classificações das morfologias baseada nestes mecanismos proposta pela AOSpine,<sup>15-17</sup> foram avaliadas pelos autores, tanto a cervical subaxial quanto a toracolombar, e se mostraram reprodutíveis e seguras nas séries avaliadas.<sup>18-19</sup>

Além disso, usualmente as fraturas podem ser classificadas em estáveis ou instáveis. O conceito de estabilidade foi definido por White e Panjabi,<sup>20</sup> como a capacidade da coluna vertebral em manter o alinhamento sobre cargas fisiológicas, sem dor ou lesão neurológica.

Porém, o conceito de estabilidade previamente proposto é subjetivo, ocasionando divergência nas condutas pelos cirurgiões de coluna. Para padronizar as condutas, o *Spinal Trauma Study Group* propôs algoritmos para determinar objetivamente o critério de instabilidade, baseado na morfologia da fratura, no status neurológico do paciente e na integridade do complexo ligamentar posterior. Surgiram o SLICS<sup>21</sup> e o TLICS<sup>22</sup>. (Tabelas 2 e 3) Em ambos os escores, pacientes com menos de quatro pontos são tratados não-cirurgicamente, pacientes

**Tabela 2.** *Subaxial Cervical Spine Injury Classification System (SLICS)*. Adaptado de Patel et al.<sup>21</sup>

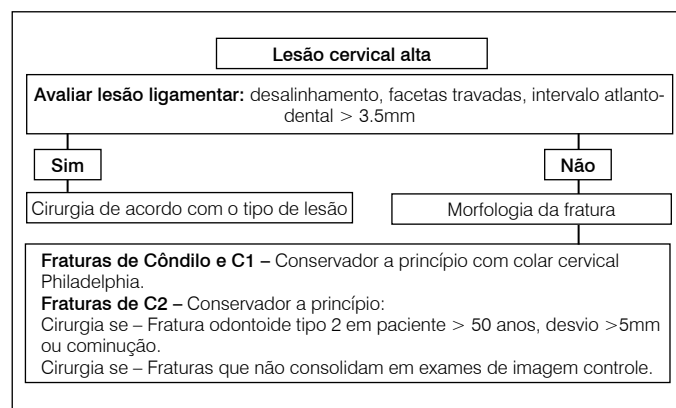
Morfologia	Pontos
Sem alterações	0
Compressão (A)	1
Explosão (A +1)	+1
Distração (B)	3
Translação/Rotação (C)	
<b>Integridade complex ligamentar posterior</b>	
Intacto	0
Indeterminado	1
Rompido	2
<b>Status Neurológico</b>	
Intacto	0
Lesão radicular	1
Déficit Completo	2
Déficit Incompleto	3
Compressão persistente do canal*	+1

**Tabela 3.** Thoracolumbar Injury Classification System and Injury Severity Score (TLICS). Adaptado de Patel et al.<sup>22</sup>

Morfologia	Pontos
Sem alterações	0
Compressão (A)	1
Explosão (A +1)	+1
Translação/Rotação (C)	3
Distração (B)	4
<b>Integridade complex ligamentar posterior</b>	
Intacto	0
Indeterminado	2
Rompido	3
<b>Status neurológico</b>	
Intacto	0
Lesão radicular	2
Déficit Completo	2
Déficit Incompleto	3
Síndrome da Cauda Equina	3

com mais de quatro pontos são tratados cirurgicamente e pacientes com quatro pontos podem ser cirúrgicos ou não-cirúrgicos, a depender de outras variáveis, como comorbidades, experiência do cirurgião, doenças ósseas ou metabólicas, etc.

A exceção se faz na junção crânio-vertebral (JCV), a qual tem classificações específicas para cada tipo de lesão, seja no cêndilo, em C1 ou em C2.<sup>23-24</sup> Joaquim et al.<sup>23-24</sup> propuseram critérios de instabilidade na JCV, que podem guiar a conduta cirúrgica (Figura 3). Pacientes com suspeita de lesão ligamentar (desalinhamento das vértebras, aumento do espaço atlanto dental, luxação articular, etc) podem ser potencialmente instáveis necessitando de estabilização. No geral as fraturas da JCV são manejadas de forma conservadoras, contudo deve-se dar atenção a fratura do tipo 2 do odontoide de Anderson e D'Alonzo,<sup>25</sup> a qual pode apresentar instabilidade tardia e compressão neural.



**Figura 3.** Fluxograma para avaliação da instabilidade das lesões cervicais altas. Adaptado de Joaquim et al.<sup>23-24</sup>

## CONCLUSÃO

O Traumatismo Raquimedular é uma patologia complexa e com o tratamento repleto de nuances. Deve ser encarada como emergência neurológica devido ao risco iminente de déficit grave e permanente, cujo acarreta alta morbi-mortalidade. O conhecimento epidemiológico é fundamental para planejamento de medidas preventivas e direcionar recursos para o tratamento.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Sociedade Brasileira de Coluna pela oportunidade de divulgar a produção técnico-científica nacional.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

**CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES:** Cada autor contribuiu de forma individual e significativamente para o desenvolvimento desse manuscrito. Os dados dos pacientes foram avaliados por AFJ (0000-0003-2645-0483)\* e OTS (0000-0001-6015-0199)\*. O artigo foi escrito pelos autores OTS e AFJ. A Revisão final foi feita por AFJ, HT (0000-0003-3347-3886)\* e EG. (0000-0001-8684-1780)\*. \*ORCID (*Open Research and Contributor ID*).

## REFERÊNCIAS

- Joaquim AF, Patel AA. Thoracolumbar spine trauma: Evaluation and surgical decision-making. *J Craniovertebral Junction Spine*. 2013;4(1):3-9.
- Kim BG, Dan JM, Shin DE. Treatment of thoracolumbar fracture. *Asian Spine J*. 2015;9(1):133-46.
- 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 J*. 2016;10(1):136-42.
- Ovalle F AT REC, Balbuena F R. Incidence and functional evolution of traumatic injuries of the spine. *Coluna/Columna* 2014;13(3):223-7.
- Panjabi MM, White AA 3rd. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery*. 1980;7(1):76-93.
- Ramasamy A, Midwinter M, Mahoney P, Clasper J. Learning the lessons from conflict: pre-hospital cervical spine stabilisation following ballistic neck trauma. *Injury*. 2009;40(12):1342-5.
- Schmidt OI, Gahr RH, Gosse A, Heyde CE. ATLS(R) and damage control in spine trauma. *World J Emerg Surgery: WJES*. 2009;4:9.
- Roberts TT, Leonard GR, Cepela DJ. Classifications In Brief: American Spinal Injury Association (ASIA) Impairment Scale. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(5):1499-504.
- 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.
- Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: trends and future implications. *Spinal Cord*. 2012;50(5):365-72.
- Witw CD, Fehlings MG. Acute Spinal Cord Injury. *J Spinal Disord Tech*. 2015;28(6):202-10.
- Van den Berg ME, Castellote JM, Mahillo-Fernandez I, de Pedro-Cuesta J. Incidence of nontraumatic spinal cord injury: a Spanish cohort study (1972-2008). *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(2):325-31.
- Hall AB, Boecker FS, Shipp JM, Hanseman D. Advanced Trauma Life Support Time Standards. *Mil mMed*. 2017;182(3):e1588-90.
- Tehranezhad J, Bonk RT, Ansari A, Mesgarzadeh M. Efficacy of limited CT for nonvisualized lower cervical spine in patients with blunt trauma. *Skeletal Radiol*. 1994;23(5):349-52.
- Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(23):2028-37.
- Vaccaro AR, Lehman RA Jr., Hurlbert RJ, Anderson PA, Harris M, Hedlund R, et al. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(20):2325-33.
- Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake K et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *European spine journal : official publication of the Eur Spine J*. 2016;25(7):2173-84.
- Silva OT, Sabba MF, Lira HI, Ghizoni E, Tedeschi H, Patel AA, et al. Evaluation of the reliability and validity of the newer AOSpine subaxial cervical injury classification (C-3 to C-7). *J Neurosurg Spine*. 2016;25(3):303-8.
- Yacoub AR, Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Patel AA. Evaluation of the safety and reliability of the newly-proposed AO spine injury classification system. *J Spinal Cord Med*. 2017;40(1):70-5.
- White AA 3rd, Panjabi MM, Posner I, Edwards WT, Hayes WC. Spinal stability: evaluation and treatment. *Inst Course Lect*. 1981;30:457-83.
- 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)*. 2010;35(21 Suppl):S228-34.
- 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*. 2009;10(3):201-6.
- Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Lawrence B, Brodke DS, Vaccaro AR, et al. Upper cervical injuries - a rational approach to guide surgical management. *J Spinal Cord Med*. 2014;37(2):139-51.
- Joaquim AF, Ghizoni E, Tedeschi H, Yacoub AR, Brodke DS, Vaccaro AR, et al. Upper cervical injuries: Clinical results using a new treatment algorithm. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2015;6(1):16-20.
- Anderson LD, D'Alonzo RT. Fractures of the odontoid process of the axis. *J Bone Joint Surg Am*. 1974;56(8):1663-74.