

# AVALIAÇÃO DE PACIENTES COM FRATURA CERVICAL SUBAXIAL POR MEIO DA NOVA CLASSIFICAÇÃO AOSPINE

EVALUATION OF PATIENTS WITH SUBAXIAL CERVICAL FRACTURES BY THE NEW AOSPINE CLASSIFICATION

EVALUACIÓN DE PACIENTES CON FRACTURA CERVICAL SUBAXIAL POR MEDIO DE LA NUEVA CLASIFICACIÓN AOSPINE

PEDRO AUGUSTO CELESTINO DE OLIVEIRA,<sup>1</sup> ALBERTO GOTFRYD,<sup>1</sup> MARIA FERNANDA CAFARO,<sup>1</sup> NELSON ASTUR,<sup>1</sup> RODRIGO MENDONÇA,<sup>1</sup> EDUARDO HIDEYUKI AKAMINE,<sup>1</sup> OSMAR AVANZI,<sup>1</sup> ROBERT MEVES<sup>1</sup>

1. Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o perfil dos pacientes com fratura e/ou luxação da coluna cervical subaxial por meio da nova classificação AOSpine e correlacionar com o mecanismo de trauma e o tipo de déficit neurológico. **Métodos:** Foram realizadas análises dos prontuários médicos dos pacientes admitidos em um hospital terciário com fratura e/ou luxação cervical subaxial entre o período de 2009 a 2016. Para a avaliação da associação entre as duas variáveis categóricas, utilizou-se o teste Qui-quadrado com nível de significância de  $p < 0,05$ . **Resultados:** Foram analisados 67 prontuários, em que se obteve maior prevalência para as fraturas do tipo C (49,3%). A subclassificação neurológica N4 (35,8%) foi o tipo mais prevalente encontrado, seguido pelo subtipo N0 (26,9%). Entre os principais mecanismos de lesão encontrados, o mais prevalente foi o acidente motociclístico (29,9%). Não foi observada associação estatisticamente significativa entre o mecanismo de lesão com a classificação morfológica AOSpine ( $p > 0,05$ ) ou com o déficit neurológico ( $p > 0,05$ ). **Conclusão:** As fraturas cervicais do tipo C, devido a acidentes automobilísticos, foram as mais prevalentes. Não foi possível obter associação entre o grau de acometimento neurológico e a morfologia da lesão. **Nível de evidência II; Estudo Retrospectivo.**

**Descritores:** Traumatismos da Coluna Vertebral; Coluna Vertebral; Fraturas da Coluna Vertebral; Medula Cervical.

## ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the profile of patients with fracture and / or dislocation of the subaxial cervical spine using the new AOSpine classification and to correlate it with the trauma mechanism and the type of neurological deficit. **Methods:** Analyses were performed of the medical records of patients admitted to a tertiary hospital with fracture and / or subaxial cervical dislocation during the period from 2009 to 2016. For the evaluation of the association between the two categorical variables, the Chi-square test was used with a significance level of  $p < 0.05$ . **Results:** A total of 67 medical records were analyzed, in which a higher prevalence of type C fractures (49.3%) was observed. The neurological subclassification N4 (35.8%) was the most prevalent type found, followed by subtype N0 (26.9%). Among the main injury mechanisms found, the most prevalent was the motorcycle accident (29.9%). There was no statistically significant association between the injury mechanism and the AOSpine morphological classification ( $p > 0.05$ ) or neurological deficit ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** Cervical fractures of type C, due to automobile accidents were the most prevalent. It was not possible to determine an association between the degree of neurological involvement and the morphology of the injury. **Level of Evidence II; Retrospective study.**

**Keywords:** Spinal Injuries; Spine; Spinal Fractures; Cervical Cord.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar el perfil de los pacientes con fractura y / o luxación de la columna cervical subaxial por medio de la nueva clasificación AOSpine y correlacionar con el mecanismo de trauma y el tipo de déficit neurológico. **Métodos:** Se realizaron análisis de los historiales médicos de los pacientes admitidos en un hospital terciario con fractura y/o luxación cervical subaxial entre el período de 2009 a 2016. Para la evaluación de la asociación entre dos variables categóricas, se utilizó el test Chi-cuadrado, con nivel de significancia de  $p < 0,05$ . **Resultados:** Se analizaron 67 historiales, en que se obtuvo mayor prevalencia para las fracturas del tipo C (49,3%). La subclassificación neurológica N4 (35,8%) fue el tipo más prevalente encontrado, seguido del subtipo N0 (26,9%). Entre los principales mecanismos de lesión encontrados, el más prevalente fue el accidente motociclístico (29,9%). No se observó asociación estadísticamente significativa entre el mecanismo de lesión con la clasificación morfológica AOSpine ( $p > 0,05$ ) o con el déficit neurológico ( $p > 0,05$ ). **Conclusión:** Las fracturas cervicales del tipo C, debido a accidentes automovilísticos, fueron las más prevalentes. No fue posible obtener asociación entre el grado de afectación neurológica y la morfología de la lesión. **Nivel de evidencia II; Estudio retrospectivo.**

**Descriptor:** Traumatismos Vertebrales; Columna Vertebral; Fracturas de la Columna Vertebral; Médula Cervical.

Estudo realizado na Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Correspondência: Pedro Augusto Celestino de Oliveira. Rua Ivan Mariane, 17, Três Lagoas, MS, Brasil. 79622-041. pedrooliveira.coluna@gmail.com



## INTRODUÇÃO

Lesões da coluna cervical baixa (C3 a C7), apresentam gravidade importante, pois com frequência causam danos à medula espinhal levando a déficit neurológico associado. Sequelas da função motora decorrentes do traumatismo da coluna cervical pode ser uma comorbidade definitiva, que afeta, principalmente, a população jovem e ativa. O prognóstico de sobrevida e recuperação funcional tem melhorado, assim como tem sido observada queda na taxa de mortalidade por esse tipo de lesão (21,8%).<sup>1-5</sup>

Diversos métodos para classificar lesões traumáticas da coluna cervical subaxial foram propostas, porém, a complexidade das lesões dificultou o êxito de um sistema ideal. Classificação amplamente utilizada é a proposta pelo grupo AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*) que foi recentemente atualizada na tentativa de aumentar o grau de concordância, baseada em modificadores para mecanismos de trauma, acometimento da coluna anterior e/ou posterior e grau de lesão neurológica. Desse modo, foram classificadas em três tipos (A, B e C), seis subtipos e 22 modificadores.<sup>6-8</sup> No presente estudo, a hipótese é de que, quanto mais complexo o modificador de mecanismo da fratura da classificação AOSpine, maior o grau de acometimento neurológico. Para o conhecimento dos autores, não há na literatura atual associação estatística entre esses dois modificadores da classificação AOSpine.

O objetivo deste estudo é avaliar o perfil dos pacientes com fratura e/ou luxação da coluna cervical subaxial por meio da nova classificação AOSpine atualizada e avaliar a associação dos mecanismos de trauma e dos tipos morfológicos da fratura.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo retrospectivo por meio de análise de prontuários e de exames de imagens de pacientes admitidos no serviço de cirurgia da coluna de um hospital terciário, referência em trauma, com diagnóstico de fratura e/ou luxação cervical subaxial entre o período de 2009 a 2016, tratados de maneira conservadora ou cirúrgica. A pesquisa teve autorização do Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 64369716.6.0000.5479) havendo a isenção da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram considerados critérios de inclusão pacientes de qualquer idade com diagnóstico de fratura e/ou luxação cervical subaxial (C3 a C7), que apresentam prontuário médico completo incluindo avaliação física primária de pronto socorro ou ambulatorial descrevendo mecanismos de trauma, exame neurológico antes e após o tratamento e exames de radiografia e tomografia computadorizada (TC) da coluna cervical.

Pacientes com fraturas patológicas ou vítimas de ferimento por arma de fogo, foram considerados excluídos do estudo.

Os pacientes incluídos tiveram seus prontuários avaliados e exames de imagem classificados pelo sistema AOSpine recém modificado para lesões da coluna cervical por dois ortopedistas certificados e com expertise em cirurgia de coluna. A análise de prontuário se baseou na extração de dados epidemiológicos completos, como: idade no evento do trauma, sexo, mecanismo de trauma e grau do déficit neurológico na admissão do paciente no hospital.

Os pacientes incluídos tiveram a lesão cervical classificada pelo sistema AOSpine proposto em 2016.<sup>7</sup> A nova classificação AOSpine divide-se em três tipos principais: A, B e C. Fraturas do tipo A estão relacionadas com o mecanismo de compressão, enquanto as do tipo B por distração das vértebras cervicais. Lesões do tipo C resultam de mecanismo complexo onde há perda do alinhamento (luxação) no nível cervical envolvido. (Tabela 1)

Adicionalmente, a classificação permite avaliar o comprometimento facetário (F), subdivididos em 4 níveis, (Tabela 2) e o acometimento neurológico (N), variando de 0-4. (Tabela 2) Existem ainda modificadores que apontam condições relevantes do paciente, sendo subdividido em 4 níveis:

- M1: as estruturas ósseas estão teoricamente estáveis, porém existe uma lesão ligamentar importante potencialmente instável;
- M2: possuem herniação discal volumosa no nível comprometido;

**Tabela 1.** Classificação AOSpine para fraturas cervicais subaxiais (C3-C7).

	Subtipos
	A0 – Fraturas não estruturais
Tipo A – Compressão	A1 – Impactação
	A2 – <i>Split</i> (separação)
	A3 – Explosão parcial
	A4 – Explosão total
Tipo B – Distração	B1 – Lesão da banda de tensão posterior, onde a linha de fratura passa apenas por estruturas ósseas
	B2 – Lesão da banda de tensão posterior completa envolvendo estruturas capsulo-ligamentares juntamente com o corpo e disco vertebral e/ou faceta
	B3 – Lesão da banda de tensão anterior
Tipo C – Translação	C – Lesões com deslocamento ou translação de um corpo vertebral em relação ao outro adjacente em qualquer direção

**Tabela 2.** Classificação AOSpine – Comprometimento facetário e acometimento neurológico.

	Subtipos
	F1 – Lesões/comprometimentos facetários sem desvios.
Lesão/Comprometimento facetário	F2 – Lesões/comprometimentos facetário com potencial instabilidade. Desvios maiores que 1 cm e/ou mais de 40% de comprometimento da massa lateral
	F3 – Massa lateral flutuante separadas do pedículo e da lâmina
	F4 – Luxações em relação às vértebras adjacentes
	N0 – Neurológico intacto
Estado neurológico	N1 – Déficit neurológico transitório
	N2 – Déficit radicular
	N3 – Lesão neurológica incompleta
	N4 – Lesão neurológica completa
	NX – Quando não foi possível a avaliação neurológica

- M3: fraturas que comprometem pacientes portadores de patologias metabólicas, como ossificação do ligamento longitudinal posterior, espondilite anquilosante; entre outras;
- M4: lesões da artéria vertebral;

A análise estatística consistiu da avaliação por meio de média e desvio padrão, quando se tratava de variáveis contínuas e por frequências absolutas e relativas nos casos de variáveis categóricas. Para a avaliação da associação entre duas variáveis categóricas foi utilizado o teste Qui-quadrado, com nível de significância de  $p < 0,05$ . A análise dos dados foi realizada utilizando o software estatístico *SPSS Statistics 21*.

## RESULTADOS

Inicialmente, identificaram-se 77 pacientes internados entre os anos 2009 – 2016, com diagnóstico de fratura e/ou luxação da coluna cervical subaxial (C3-C7). Destes, 10 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão estabelecidos. Ao final, 67 pacientes foram incluídos no estudo, sendo 82,1% homens e 17,9% mulheres, com média de idade de 34,7 anos (desvio padrão  $\pm 15,9$ ).

Observou-se maior prevalência de lesões tipo C (49,3%), seguido pelo tipo A (38,8%) e, por último, o tipo B (11,9%). (Tabela 3)

Em relação aos subtipos da classificação (A0, A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3), encontramos dentro do tipo A maior prevalência para o subtipo A2 (34,6%), seguido pelo subtipo A4 (30,8%). Já, para o tipo B, o subtipo que apresentou maior prevalência foi o B2 (75%), seguido do subtipo B1 (25%). (Tabela 4)

A subclassificação neurológica N4 (35,8%) foi o tipo mais prevalente encontrado, seguido do subtipo N0 (26,9%) e N3 (23,9%). Em relação ao modificador de comprometimento neurológico, agrupados pelos tipos principais de fratura cervical subaxial (A, B e C), o tipo A apresentou em maior quantidade a subclassificação N0 (42,3%), seguido do N3 (26,9%). O tipo B apresentou

em maior quantidade a subclassificação N3 (50%), seguido do N4 (25%). Já o tipo C apresentou em maior quantidade a subclassificação N4 (48,5%), seguido do N0 (18,2%). (Tabela 5) Não foi observada associação estatisticamente significativa entre a classificação morfológica AOSpine (A, B e C) com o estado de comprometimento neurológico (Qui-quadrado= 15,174,  $p= 0,056$ ). (Tabela 5)

Ao observar o grau de lesão e comprometimento facetário (F1, F2, F3 e F4) dentro de cada tipo principal, observou-se que, para o tipo A, a principal subclassificação foi F1 (60%), seguido de F2 (30%), sendo unilaterais em sua totalidade. O tipo B apresentou a subclassificação F1 (62,5%) como principal, não havendo fraturas facetárias bilaterais, enquanto o tipo C apresentou a subclassificação F2 (66,7%) como principal encontrada para essa fratura, com quatro casos com fraturas facetárias bilaterais para a subclassificação F2 e uma para F3. (Tabela 6)

Quanto ao nível cervical mais acometido de acordo com o tipo da fratura, de forma isolada ou em pares, notou-se que, para o tipo A, o acometimento de C5 (38,5%) foi prevalente, seguido do nível C6 (19,2%). O tipo B apresentou maior acometimento do nível C5 de forma isolada (37,5%), seguido de C7 (25%). Já o tipo C apresentou maior acometimento do intervalo entre C5-C6 (51,5%). (Tabela 7)

Dentre os principais mecanismos de lesão encontrados, o mais prevalente foi o acidente motociclístico (29,9%), seguido de episódio de quedas (28,4%). (Tabela 8) Não foi observada associação estatisticamente significativa entre o mecanismo de lesão com a classificação morfológica AOSpine (A, B e C) (Qui-quadrado= 7,797,  $p= 0,253$ ) e com o estado de comprometimento neurológico (Qui-quadrado= 6,618,  $p= 0,882$ ).

**Tabela 3.** Classificação em relação aos tipos AOSpine.

	Frequência	Porcentual (%)
Tipo A	26	(38,8%)
Tipo B	8	(11,9%)
Tipo C	33	(49,3%)
Total	67	(100,0%)

**Tabela 4.** Classificação AOSpine e seus respectivos subtipos.

		Classificação AOSpine					
		A		B		C	
		Contagem	%	Contagem	%	Contagem	%
Subtipos AOSpine	0	1	(3,8%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)
	1	5	(19,2%)	2	(25,0%)	0	(0,0%)
	2	9	(34,6%)	6	(75,0%)	0	(0,0%)
	3	3	(11,5%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)
	4	8	(30,8%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)

**Tabela 5.** Classificação morfológica das fraturas e associação do estado neurológico.

Classificação estado neurológico	Frequência		Porcentual (%)		Valor de P
	0	18	(26,9%)		
	1	3	(4,5%)		P>0,05
	2	6	(9,0%)		
	3	16	(23,9%)		
	4	24	(35,8%)		
	Total	67	(100%)		

\* Test of association (Chi-squared).

**Tabela 6.** Classificação AOSpine em relação a lesão/comprometimento facetário.

		Classificação AOSpine					
		A		B		C	
		Contagem	%	Contagem	%	Contagem	%
Classificação lesão/Comprometimento facetário	F1	12	(60,0%)	5	(62,5%)	0	(0,0%)
	F2	6	(30,0%)	3	(37,5%)	22	(66,7%)
	F3	0	(0,0%)	0	(0,0%)	3	(9,1%)
	F4	2	(10,0%)	0	(0,0%)	8	(24,2%)

Ao considerar os movimentos intra-articulares dos pares de vértebras cervicais subaxiais adjacentes envolvidos na classificação do tipo C, as vértebras inferiores desses níveis apresentaram fraturas que foram divididas no subtipo A da classificação AOSpine. Assim, os níveis C6-C7 e C5-C6 apresentaram maior acometimento da vértebra inferior no subtipo A1 e A2. O nível C3-C4 apresentou maior acometimento para fraturas do tipo A1. O nível C4-C5 para o subtipo A2 e o nível C2-C3 apresentou maior acometimento da vértebra inferior classificada em A3. (Tabela 9)

**Tabela 7.** Distribuição dos níveis cervicais acometidos pela classificação AOSpine.

		Classificação AOSpine					
		A		B		C	
		Contagem	(%)	Contagem	(%)	Contagem	(%)
Níveis Cervicais	C6-C7	0	(0,0%)	0	(0,0%)	5	(15,2%)
	C7	3	(11,5%)	2	(25,0%)	0	(0,0%)
	C5-C6	0	(0,0%)	0	(0,0%)	17	(51,5%)
	C3-C4	0	(0,0%)	0	(0,0%)	2	(6,1%)
	C4-C5	0	(0,0%)	0	(0,0%)	2	(6,1%)
	C2-C3	0	(0,0%)	0	(0,0%)	1	(3,0%)
	C4	3	(11,5%)	2	(25,0%)	2	(6,1%)
	C3	4	(15,4%)	0	(0,0%)	1	(3,0%)
	C5	10	(38,5%)	3	(37,5%)	2	(6,1%)
	C6	5	(19,2%)	1	(12,5%)	1	(3,0%)
C8	1	(3,8%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)	

**Tabela 8.** Distribuição dos mecanismos de lesão.

Mecanismos de lesão	Frequência	Porcentual (%)
Acidente automobilístico (carro)	18	(26,9%)
Queda	19	(28,4%)
Acidente automobilístico (moto)	20	(29,9%)
Mergulho	10	(14,9%)
Total	67	(100,0%)

## DISCUSSÃO

Lesões traumáticas da coluna cervical vêm sendo cada vez mais estudadas, uma vez que, acompanhadas ou não de alterações neurológicas, possuem altos índices de comprometimentos funcionais severos, podendo levar à morte desses pacientes em muitos casos. De acordo com Oliveira e Avanzi, pode haver alta taxa de mortalidade durante o período de internação, tendo os 10 primeiros dias como o período de maior risco.<sup>2</sup> Assim, dá-se a grande importância na capacidade de tomada de decisões a curto prazo para esses tipos de pacientes, em que muitas das intervenções se basearão em classificações bem estabelecidas, sendo no caso a AOSpine.<sup>9</sup>

A classificação AOSpine é considerada a principal a ser utilizada nos casos de fraturas cervicais. Estudos envolvendo comparações e graus de reprodutibilidade entre outras classificações mostram o favorecimento para subdivisão apresentada pela AOSpine.<sup>7,9</sup> A classificação de Allen, desenvolvida em 1982, possui tradicional relevância entre ortopedistas. A comparação inter e intra-avaliador entre as subdivisões propostas por ambas, vem mostrando o favorecimento ao uso da classificação AOSpine, sendo, assim, sugerida como a principal a ser utilizada.<sup>9-11</sup> Como possível limitação dessa classificação, o estudo de Jorge et al. sugere que, no envolvimento de fraturas em cervicais baixas, o grau de reprodutibilidade inter e intra-avaliador acabou sendo menor, justificada pelo uso recente nestes acometimentos.<sup>12</sup>

Em relação ao mecanismo de trauma, Koch et al., concluiu que, em uma amostra de 502 casos, episódios de quedas e acidentes de trânsito foram os principais responsáveis para este tipo de lesão,<sup>10</sup> dados semelhantes aos encontrados no presente estudo. Vasconcelos e Riberto, assim como o estudo que apresentou mais de 50% das lesões envolvendo acidentes automobilísticos, também

**Tabela 9.** Distribuição da classificação AOSpine para vértebras cervicais inferiores fraturadas no tipo C.

		Classificação AOSpine							
		A1		A2		A3		A4	
		Contagem	(%)	Contagem	(%)	Contagem	(%)	Contagem	(%)
Níveis Cervicais	C6-C7	2	(22,2%)	2	(22,2%)	1	(16,7%)	0	(0,0%)
	C5-C6	5	(55,6%)	5	(55,6%)	4	(66,7%)	3	(100,0%)
	C3-C4	2	(22,2%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)
	C4-C5	0	(0,0%)	2	(22,2%)	0	(0,0%)	0	(0,0%)
	C2-C3	0	(0,0%)	0	(0,0%)	1	(16,7%)	0	(0,0%)

apontam esse mecanismo como a principal causa para possíveis fraturas em níveis cervicais.<sup>11</sup>

No presente estudo, houve acometimento do componente facetário em aproximadamente 90% dos casos, fato que grande energia de trauma.<sup>7</sup> Por esse componente exercer papel fundamental como estabilizador articular, evitando principalmente forças rotacionais e axiais, a evolução e prognóstico a longo prazo, cerca de 1 ano pós lesão, é mais danosa quando comparado as fraturas sem envolvimento dessas estruturas.<sup>7,13</sup>

A associação entre as classificações dos tipos de fraturas em nível morfológico com o neurológico, mesmo não apresentando valores estatisticamente significativos, trouxe em maior grau de acometimento neural o subtipo N4 para as fraturas do tipo C. Esse tipo de fratura, consideradas potencialmente mais “explosivas”, possui como principal mecanismo de lesão uma ação considerada complexa estando associada a perda do alinhamento (luxação) entre os níveis cervicais envolvidos, sendo, então, um dos principais

motivos para o maior grau de acometimento neurológico desse tipo frente às outras.<sup>7-9</sup>

Pode-se considerar limitações do presente estudo o reduzido número de casos, resultando em dificuldade nas obtenções das variáveis previamente selecionadas e a composição dos procedimentos por análises retrospectivas dos documentos selecionados.

**CONCLUSÃO**

As fraturas cervicais do tipo C, em pacientes vítimas de acidente automobilístico foram as mais prevalentes nos prontuários analisados pela classificação AOSpine. Não houve, associação entre essas variáveis com o grau de acometimento neurológico.

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

**ONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. Os autores, PACO (0000-0001-7536-806X)\*, AG (0000-0003-3143-2845)\*, MFC(0000-0002-2823-8534)\*, NA (0000-0002-2608-2118)\*, RM (0000-0003-1486-5569)\*, EHA (0000-0002-0323-2830)\*, OA (0000-0003-2462-6422)\*, RM (0000-0002-8695-3982)\* participaram ativamente na coleta de dados, discussão dos resultados e contribuíram na revisão e na aprovação da versão final do trabalho. \*ORCID (*Open Researcher and Contributor ID*).

**REFERÊNCIAS**

1. Riska EB, Von Bonsdorff H, Hakkinen S, Jaroma H, Kiviluoto O, Paavilainen T. Primary operative fixation of long bone fractures in patients with multiple injuries. *J Trauma*. 1977;17(2):111-21.
2. Oliveira AR, Avanzi O. Estudo sobre a mortalidade de pacientes com fratura da coluna cervical durante o período de hospitalização. *Rev Bras Ortop*. 2002;37(3):89-96.
3. McGrory B, Klassen R, Chao E, Staeheli J, Weaver A. Acute fractures and dislocations of the cervical spine in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75(7):988-95.
4. Sherk HH, Nicholson JT, Chung S. Fractures of the odontoid process in young children. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(7):921-4.
5. Alker Jr G, Oh YS, Leslie E. High cervical spine and craniocervical junction injuries in fatal traffic accidents: a radiological study. *Orthop Clin North Am*. 1978;9(4):1003-10.
6. DeVivo MJ. Causes and costs of spinal cord injury in the United States. *Spinal Cord*. 1997;35(12):809-13.
7. Vaccaro AR, Koerner JD, Radcliff KE, Oner FC, Reinhold M, Schnake KJ, et al. AOSpine subaxial cervical spine injury classification system. *Eur Spine J*. 2016;25(7):2173-84.
8. Moore TA, Vaccaro AR, Anderson PA. Classification of lower cervical spine injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(11 Suppl):S37-43.
9. 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. *Eur Spine J*. 2016;25(7):2185-92.
10. Koch A, Graells X, Zaninelli EM. Epidemiologia de fraturas da coluna de acordo com o mecanismo de trauma: análise de 502 casos. *Coluna/Columna*. 2007;6(1):18-23.
11. Vasconcelos ECLM, Riberto M. Caracterização clínica e das situações de fratura da coluna vertebral no município de Ribeirão Preto, propostas para um programa de prevenção do trauma raquimedular. *Coluna/Columna*. 2011;10(1):40-3.
12. Jorge RM, Jorge GM, Karoleski MS. Reprodutibilidade da classificação de Allen versus classificação AO para fraturas da coluna cervical baixa. *Coluna/Columna*. 2008;7(4):340-3.
13. Nadeau M, McLachlin SD, Bailey SI, Gurr KR, Dunning CE, Bailey CS. A biomechanical assessment of soft-tissue damage in the cervical spine following a unilateral facet injury. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(21):e156.