


# Momento da cirurgia e parâmetros fisiológicos pré-operatórios como fatores preditivos clínicos de desfechos cirúrgicos em fraturas e luxações traumáticas subaxiais da coluna cervical

## *Timing of Surgery and Pre-operative Physiological Parameters as Clinical Predictors of Surgical Outcomes in Traumatic Subaxial Cervical Spine Fractures and Dislocations*

Aman Khanna<sup>1</sup>  Hari Menon<sup>1</sup> Vijay Chaudhary<sup>1</sup> Pratik Sidhdhapuria<sup>1</sup> Kandarp Patel<sup>1</sup> Chandan Narang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ortopedista e Traumatologista, Departamento de Ortopedia, New Civil Hospital Surat, Gujarat, Índia

Endereço para correspondência Aman Khanna, Departamento de Ortopedia, New Civil Hospital Surat, Gujarat – 395001, Índia (e-mail: dramankhanna91@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2023;58(4):e586–e591.

### Resumo

**Objetivo** Avaliar os fatores de risco e os desfechos em indivíduos submetidos ao tratamento cirúrgico de lesões subaxiais da coluna cervical em relação ao momento da cirurgia e aos parâmetros fisiológicos pré-operatórios dos pacientes.

**Métodos** O estudo incluiu 26 pacientes com fraturas e luxações subaxiais da coluna cervical. Dados demográficos, investigação radiológica apropriada e parâmetros fisiológicos, como frequência respiratória, pressão arterial, frequência cardíaca, pressão parcial de oxigênio (PaO<sub>2</sub>) e escalas de disfunção da *American Spine Injury Association* (ASIA), foram documentados. No período pré-operatório, os pacientes foram divididos em dois grupos. O grupo instável (I) continha pacientes com parâmetros fisiológicos anormais e o grupo estável (E) era composto por pacientes com parâmetros fisiológicos dentro da faixa de normalidade. Os pacientes foram ainda subdivididos em grupos de tratamento precoce e tardio de acordo com o momento da cirurgia como I<sub>precoce</sub>, I<sub>tardio</sub>, E<sub>precoce</sub> e E<sub>tardio</sub>. Todos os pacientes foram chamados para consultas de acompanhamento em 1, 6 e 12 meses.

**Resultados** Cinquenta e seis por cento dos pacientes do grupo E apresentaram melhora neurológica em um grau ASIA e desfecho bom independentemente do

### Palavras-chave

- ▶ vértebras cervicais
- ▶ duração da cirurgia
- ▶ fatores de risco
- ▶ estudos prospectivos

*Estudo desenvolvido no Departamento de Ortopedia, New Civil Hospital Surat, Gujarat, Índia.*

recebido  
14 de Fevereiro de 2022  
aceito  
05 de Maio de 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0043-1772240>.  
ISSN 0102-3616.

© 2023. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

momento da cirurgia. Os desfechos em pacientes do grupo I com parâmetros fisiológicos instáveis e submetidos à intervenção cirúrgica precoce foram maus.

**Conclusão** Este estudo conclui que a intervenção cirúrgica precoce em pacientes com instabilidade fisiológica teve forte associação como fator de risco no desfecho final em termos de mortalidade e morbidade. Além disso, não foi possível estabelecer nenhuma associação positiva de melhora em pacientes com estabilidade fisiológica em relação ao momento da cirurgia.

## Abstract

**Objective** To evaluate the risk factors and outcomes in patients surgically treated for subaxial cervical spine injuries with respect to the timing of surgery and preoperative physiological parameters of the patient.

**Methods** 26 patients with sub-axial cervical spine fractures and dislocations were enrolled. Demographic data of patients, appropriate radiological investigation, and physiological parameters like respiratory rate, blood pressure, heart rate, PaO<sub>2</sub>, and ASIA impairment scale were documented. They were divided pre-operatively into 2 groups. Group U with patients having abnormal physiological parameters and Group S including patients having physiological parameters within normal range. They were further subdivided into early and late groups according to the timing of surgery as U<sub>early</sub>, U<sub>late</sub>, S<sub>early</sub> and S<sub>late</sub>. All the patients were called for follow-up at 1, 6 and 12 months.

**Results** 56 percent of patients in Group S had neurological improvement by one ASIA grade and a good outcome irrespective of the timing of surgery. Patients in Group U having unstable physiological parameters and undergoing early surgical intervention had poor outcomes.

**Conclusion** This study concludes that early surgical intervention in physiologically unstable patients had a strong association as a risk factor in the final outcome of the patients in terms of mortality and morbidity. Also, no positive association of improvement in physiologically stable patients with respect to timing of surgery could be established.

## Keywords

- ▶ cervical vertebrae
- ▶ operative time
- ▶ risk factors
- ▶ prospective studies

## Introdução

O fardo da incapacidade e reabilitação da lesão da medula espinhal é imenso e aumenta com o advento e a maior disponibilidade de veículos de alta velocidade nos países em desenvolvimento.<sup>1,2</sup> No entanto, o papel e o momento da intervenção cirúrgica de lesões graves ainda são controversos.<sup>3-9</sup>

A lesão primária da medula espinhal causada por compressão decorrente de luxação ou ruptura é irreversível. Essa lesão ainda leva à compressão progressiva e contínua, provocando hipoperfusão do segmento acometido, o que aumenta o edema e a contusão medular. Estudos pré-clínicos sugeriram uma correlação direta entre o período de compressão da medula e a extensão do dano estrutural medular irreversível.<sup>10</sup> Esse achado levou os cirurgiões de coluna a oferecer a intervenção cirúrgica precoce para mitigar os danos e promover a recuperação neurológica de tais pacientes.<sup>3,11</sup> A descompressão cirúrgica precoce visa atenuar uma cascata de mecanismos secundários, incluindo isquemia que, em última análise, leva à perda permanente da função da coluna vertebral.<sup>4,12</sup> Apesar do uso mundial da descompressão precoce em pacientes com fratura-luxação cervical

subaxial como padrão terapêutico, seu papel na melhora neurológica e diminuição da mortalidade/morbidade ainda é controverso.<sup>3,4,7,11,13,14</sup> Também houve um esforço recente para estabelecer a importância da extensão da descompressão da medula espinhal nos desfechos neurológicos, o que sugeriu viés em estudos que indicam a superioridade da intervenção precoce nestes indivíduos.<sup>6,15</sup>

Diversos fatores influenciam o desfecho, como segmento acometido, causa da lesão, comprimento do segmento medular com edema, parâmetros fisiológicos pré-operatórios, necessidade de inotrópicos e pontuações da *Subaxial Injury Classification and Severity Scale* (SLIC) e *American Spine Injury Association* (ASIA).<sup>4,6,11,14-18</sup> Há uma lacuna nos dados dos desfechos cirúrgicos e funcionais das fraturas e luxações subaxiais da coluna cervical em termos de perfil fisiológico pré-operatório do paciente e tempo cirúrgico. Além disso, houve uma diferença considerável nos estudos realizados no mundo em desenvolvimento e no mundo desenvolvido com relação aos desfechos cirúrgicos e funcionais, incapacidade e mortalidade.<sup>7,8,19,20</sup> Isso pode ser devido à escassez de recursos, infraestrutura de saúde

esporádica, desconsideração da reabilitação agressiva em pacientes com incapacidades permanentes, falta de financiamento de pesquisa e priorização de outras doenças transmissíveis e curáveis em relação às lesões da medula espinhal nos países em desenvolvimento.<sup>7,8,21</sup> Neste estudo, nosso objetivo foi avaliar os fatores de risco associados às fraturas e luxações subaxiais da coluna cervical em termos de parâmetros fisiológicos pré-operatórios do paciente e tempos cirúrgicos.

## Materiais e Métodos

Este é um estudo observacional prospectivo de 26 pacientes com fraturas e luxações subaxiais da coluna cervical que foram submetidos a cirurgia em um hospital terciário entre maio de 2017 e maio de 2019. Após a aprovação ética institucional, todos os pacientes participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e, a seguir, foram incluídos no estudo (Protocolo n° 184/18).

Os critérios de inclusão foram: 1) Idade do paciente superior a 18 anos; 2) Internação até 7 dias após a lesão; 3) Pacientes com fratura luxação subaxial da coluna cervical submetidos à cirurgia. Os critérios de exclusão foram: 1) Pacientes com traumatismo craniano e escala de coma de Glasgow inferior a 8/15; 2) Classificação de lesão cervical subaxial inferior a 4; 3) Fraturas patológicas; 4) Pacientes com acompanhamento incerto. Vinte e seis pacientes que preencheram estes critérios foram incluídos no estudo, sendo 24 homens e duas mulheres. Todos os pacientes foram avaliados minuciosamente e seu histórico detalhado e dados demográficos, radiológicos e clínicos foram obtidos. Quatro parâmetros fisiológicos (frequência respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial e pressão parcial de oxigênio [ $\text{PaO}_2$ ]) foram documentados no período pré-operatório. A frequência respiratória superior a 24 movimentos por minuto (mpm), a frequência cardíaca inferior a 60 batimentos por minuto (bpm), a pressão arterial inferior a 90 mm Hg (sistólica) ou 60 mm Hg (diastólica) mm Hg e a  $\text{PaO}_2 < 94$  mm Hg nas últimas 24 horas receberam arbitrariamente uma pontuação de 2 cada e pacientes com pontuação acima de 4 foram designados para o grupo instável (I). Pacientes com pontuação menor ou igual a 4 foram designados para o grupo estável (E). Além disso, esses grupos foram subdivididos em precoces ( $I_{\text{precoce}}$ ,  $E_{\text{precoce}}$ ) e tardios ( $I_{\text{tardio}}$ ,  $E_{\text{tardio}}$ ) com relação ao momento da cirurgia. Os pacientes submetidos à cirurgia dentro de 72 horas foram incluídos nos grupos precoces e os demais nos grupos tardios.<sup>19,20,22</sup>

A média de idade dos pacientes foi de 42 anos; o indivíduo mais jovem tinha 18 anos e o mais velho, 68 anos. Os acidentes automotivos em alta velocidade foram a causa mais comum de lesões, seguidos pela queda de altura (►Tabela 1). A maioria dos pacientes foi levada ao hospital nas primeiras 72 horas após a lesão.

Os parâmetros fisiológicos foram registrados no momento da internação, no período pré-operatório e diariamente no período pós-operatório. A avaliação neurológica foi utilizada a escala de disfunção ASIA e foi realizada no pré-operatório, no pós-operatório e durante o acompanhamento. Todos os

**Tabela 1** Achados pré-operatórios

Características	Número (Porcentagem)
Número de pacientes	26
Sexo	
Masculino	24
Feminino	2
Modo de lesão	
1. Acidente automotivo em alta velocidade	11
2. Queda de altura	9
3. Outro	6
Nível da lesão	
1. C3-C4	10 (38,4%)
2. C4-C5	7 (27%)
3. C5-C6	5 (19,2%)
4. C6-C7	4 (15,4%)
Parâmetros fisiológicos	
1. Grupo instável	17 (65,38%)
2. Grupo estável	9 (34,62%)

pacientes foram submetidos à avaliação radiológica, incluindo radiografia e ressonância magnética (RM) da coluna cervical para determinação do nível de lesão medular, compressão da medula espinhal, edema medular, contusões e estado dos discos intervertebrais. O nível C5-C6 (n = 10, 38,4%) foi o mais comumente acometido nesta série, com lesões em dez pacientes (►Tabela 1); na sequência, os segmentos mais acometidos foram C4-C5 (n = 7, 27,0%), C6-C7 (n = 5, 19,2%) e C3-C4 (n = 4, 15,4%). O estado neurológico pré-operatório foi registrado e classificado com base na pontuação ASIA (ASIA A, 16 casos; ASIA B, três casos; ASIA C, quatro casos; ASIA D, três casos) e SLIC (SLIC 4, um caso; SLIC 5, sete casos; SLIC 6, nove casos; SLIC 7, três casos; SLIC 8, dois casos; SLIC 9, dois casos).

Outras lesões além das subaxiais da coluna cervical também foram documentadas e os exames radiológicos relevantes foram feitos. Um paciente teve fratura bilateral do calcâneo e dois tiveram fraturas associadas de ossos longos. Os pacientes atendidos dentro de 8 horas após a lesão receberam metilprednisolona.

Todos os pacientes foram encaminhados para cirurgia o mais rápido possível e submetidos à redução sob anestesia geral seguida de cirurgia por abordagem anterior. A abordagem anterior-posterior-anterior foi utilizada para redução e fixação dos segmentos de lesão em casos de fraturas e luxações irreduzíveis. A abordagem padrão de Smith-Robinson foi usada para discectomia/corpectomia anterior e fusão. A abordagem posterior foi feita de forma padrão, pela linha média.

A recuperação dos pacientes foi acompanhada em unidade de terapia intensiva (UTI). Todos os pacientes usaram

**Tabela 2** Escala de disfunção ASIA no período pré-operatório e aos 12 meses de acompanhamento (n = 26)

Escala ASIA no período pré-operatório	Escala ASIA aos 12 meses de acompanhamento						
	ASIA A	ASIA B	ASIA C	ASIA D	ASIA E	Morte	Total
ASIA A	0	2	0	0	0	14	16
ASIA B	0	2	0	0	0	1	3
ASIA C	0	0	1	2	0	1	4
ASIA D	0	0	0	1	2	0	3
ASIA E	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	4	1	3	2	16	26

ASIA, American Spine Injury Association.

colar cervical por 3 meses e foram submetidos a reabilitação física agressiva no pós-operatório. As consultas de acompanhamento ocorreram em 1, 3, 6 e 12 meses. A recuperação neurológica foi determinada por ASIA e radiografias avaliaram a fusão e o posicionamento dos implantes. A associação estatística foi calculada por meio de regressão logística binária com intervalo de confiança de 95%. A mortalidade foi considerada uma variável dependente e o momento da cirurgia e os parâmetros fisiológicos foram considerados variáveis independentes.

## Resultados

Todos os pacientes foram encaminhados para cirurgia assim que possível após as investigações radiológicas e de rotina necessárias. Dos 26 pacientes, as luxações e fraturas de 24 pacientes puderam ser reduzidas sob anestesia geral no centro cirúrgico; a seguir, esses pacientes foram submetidos à discectomia/corpectomia anterior e fusão. Dois casos de fraturas e luxações não passíveis de redução exigiram abordagem anterior-posterior-anterior. O tempo cirúrgico médio foi de 1,5 horas (90 minutos) nos procedimentos anteriores e 3 horas nas abordagens anterior-posterior-anteriores. A perda sanguínea média durante a cirurgia foi de 150 mL.

Todos os pacientes foram monitorados na UTI e usaram colar cervical por 6 semanas. Além disso, todos os pacientes receberam profilaxia para trombose venosa profunda. A fisioterapia pós-operatória foi agressiva e os familiares foram ensinados a cuidar dos paraplégicos. A princípio, a reabilitação agressiva foi destinada a ajudar os pacientes e familiares a entenderem a necessidade de manobras de deslocamento de peso para prevenção úlceras de pressão. Os pacientes também foram ensinados a realizar o autocateterismo vesical. A integração social e profissional do paciente foi abordada durante os acompanhamentos.

Os pacientes foram agrupados de acordo com o momento da cirurgia e os parâmetros fisiológicos pré-operatórios; 15 pacientes foram agrupados em  $I_{precoce}$ , dois em  $I_{tardio}$ , cinco em  $E_{precoce}$  e quatro em  $E_{tardio}$ . Dois pacientes com ASIA A melhoraram em um grau em 1 ano de acompanhamento. Catorze pacientes com ASIA A foram a óbito em 1 ano de acompanhamento, dos quais 13 pertenciam ao grupo I. Dois pacientes com ASIA C e dois com ASIA D também apresentaram melhora de um grau em 1 ano de acompanhamento (► **Tabela 2**).

Pacientes com parâmetros fisiológicos instáveis submetidos à cirurgia em até 72 horas tiveram evolução mesmo sob cuidados intensivos hospitalares e acompanhamento de 1 ano ( $p = 0,016$ ). Quinze pacientes do grupo  $I_{precoce}$  foram submetidos à descompressão e fixação nas primeiras 72 horas após a admissão e apresentavam parâmetros fisiológicos instáveis; dentre eles, 14 foram a óbito (► **Tabela 3**). Por outro lado, os pacientes fisiologicamente estáveis e que não necessitaram de suporte mecânico e ventilatório pré-operatório apresentaram desfecho melhor, independentemente de a cirurgia ter sido realizada dentro de 72 horas ou mais tarde. Não observamos uma associação positiva entre os grupos de cirurgia precoce ou tardia e os parâmetros fisiológicos estáveis no pré-operatório. Além disso, ao analisar estatisticamente vários fatores preditivos clínicos pelo método de regressão logística binária, o momento da cirurgia não foi significativo na previsão do desfecho ( $p = 0,067$ ). Dos 26 pacientes, 14 necessitaram de ventilação mecânica pós-operatória. Onze pacientes faleceram de parada respiratória ou pneumonia adquirida pelo ventilador. Um paciente desenvolveu escaras profundas e, mais tarde, teve infecções sistêmicas e foi a óbito. Doze pacientes faleceram durante o atendimento hospitalar e quatro pacientes foram a óbito durante o período de acompanhamento de 1 ano.

**Tabela 3** Desfechos de mortalidade nos quatro grupos ( $I_{precoce}$ ,  $I_{tardio}$ ,  $E_{precoce}$ ,  $E_{tardio}$ )

	$I_{precoce}$	$I_{tardio}$	$E_{precoce}$	$E_{tardio}$	Total
Total (porcentagem)	15 (57,69%)	2 (7,69%)	5 (19,23%)	4 (15,38%)	26 (100%)
Mortalidade	14 (53,84%)	1 (3,84%)	1 (3,84%)	0	16 (61,53%)
Vivos	1 (3,84%)	1 (3,84%)	4 (15,38%)	4 (15,38%)	10 (38,46%)

## Discussão

A lesão medular por luxação subaxial da fratura cervical completa ou incompleta é uma lesão avassaladora para o paciente, a família e o país devido à incapacidade permanente que provoca apesar dos recentes avanços nas técnicas cirúrgicas e instrumentais e nos protocolos agressivos de reabilitação.<sup>1,2,7</sup>

Apesar da conscientização do público geral sobre os cuidados primários, muitos pacientes foram levados para o pronto-socorro sem imobilização cervical. Isso é sugerido pelo alto número de pacientes com lesões completas neste estudo em comparação a trabalhos feitos em outras partes do mundo. Assim, há margem para a conscientização da importância da retirada do paciente do local da lesão e da imobilização adequada durante o transporte.<sup>7,8,12,23</sup>

O papel do momento da cirurgia na luxação subaxial da fratura da coluna cervical sempre foi controverso; alguns estudos recomendam a cirurgia precoce e tardia, mas poucos são prospectivos e randomizados.<sup>4-6,11,14,21,24,25</sup> Neste estudo, os desfechos foram bons nos casos de lesões incompletas da medula espinhal, enquanto pacientes com lesões cervicais completas apresentaram alta taxa de mortalidade e morbidade. Isso indica que uma abordagem agressiva na seleção de pacientes com lesão completa e parâmetros fisiológicos instáveis para procedimentos cirúrgicos precoces pode não ser justificada.<sup>7-9,11</sup> Diversos fatores de risco foram avaliados em relação às lesões da medula espinhal, como duração da lesão, descompressão cirúrgica incompleta, comprimento do segmento com edema à RM, segmento da lesão e idade.<sup>3,15,17,18,23,24</sup> No entanto, poucos estudos correlacionaram os parâmetros fisiológicos pré-operatórios, a necessidade de inotrópicos e suporte mecânico à cirurgia e os desfechos em luxações de fratura subaxial da coluna cervical. Vários estudos avaliaram o momento da descompressão, mas os diversos vieses decorrentes de diferenças na metodologia, ferramentas de avaliação, número de pacientes inscritos e longos períodos de acompanhamento contestam sua eficácia. A influência do momento da cirurgia no tratamento de lesões agudas da medula espinhal tem sido controversa, pois não há nenhum estudo randomizado adequado a esse respeito por causa das preocupações éticas de randomização desses pacientes e negar-lhes a cirurgia precoce. Em 2019, Aarabi et al.<sup>11</sup> concluíram que o momento da descompressão não influenciou a melhora neurológica; estes autores, porém, identificaram a duração da lesão intramedular como principal fator preditivo clínico para o desfecho cirúrgico. Setenta por cento dos pacientes foram submetidos à cirurgia depois de 1 semana no estudo conduzido por Dhakal et al.,<sup>8</sup> mas quase metade deles apresentou melhora neurológica apesar do atraso na cirurgia, indicando a importância de outros fatores além do momento do tratamento cirúrgico. Um estudo conduzido por Gupta et al.<sup>3</sup> em centro de trauma de nível 1 favorece a descompressão precoce, mas também relatou maior taxa de mortalidade em pacientes com lesão motora completa; além disso, o acompanhamento médio desses pacientes foi inferior a 1 ano. Outro estudo de Admasu et al.<sup>7</sup> em uma instituição com limitação de recursos concluiu que o tratamento precoce

agressivo não trazia vantagem significativa e atravessou uma linha tênue ao defender a seleção adequada de pacientes ao lidar com lesões cervicais completas. Este estudo, porém, teve limitações por ser retrospectivo. Analisamos neste estudo observacional prospectivo que pacientes com parâmetros fisiológicos instáveis no pré-operatório que foram submetidos à cirurgia precoce tiveram desfechos ruins e alta taxa de mortalidade. Os pacientes com parâmetros fisiológicos estáveis tiveram melhores desfechos e maior sobrevivência. Isso sugere que a cirurgia precoce em um paciente já comprometido e fisiologicamente instável pode levar a males secundários que podem se tornar irreversíveis e provocar óbito. Portanto, a seleção do paciente para descompressão e fixação precoces deve ser cuidadosa, especialmente em locais com recursos limitados, como a Índia, onde há escassez de leitos de UTI pós-operatória e intensivistas para tratamento desses indivíduos.

Os objetivos da luxação subaxial da fratura da coluna cervical são a estabilização da coluna cervical para permitir a mobilização e reabilitação precoces. Outros objetivos são a descompressão precoce da medula para dar ao paciente todas as chances de recuperação neurológica e tentar atenuar o impacto secundário para a medula espinhal. Esses objetivos devem ser cuidadosamente ponderados em relação ao perfil fisiológico do paciente para reduzir as taxas de complicação e mortalidade. A ausência de randomização deste estudo, bem como o pequeno número de participantes tetraplégicos e paraplégicos, impuseram algumas limitações ao estudo.

## Conclusões

Este estudo conclui que procedimentos cirúrgicos precoces de grande porte em pacientes instáveis fisiológicos com fratura subaxial traumática da coluna cervical foram significativamente associados, como fatores de risco, ao desfecho dos pacientes em termos de mortalidade e morbidade. Além disso, pacientes com lesão incompleta e parâmetros fisiológicos estáveis, independentemente do momento da cirurgia, tiveram bons desfechos em termos de recuperação neurológica e mortalidade. Os objetivos da cirurgia subaxial da coluna cervical devem ser ponderados em relação ao perfil fisiológico do paciente antes da recomendação irrestrita da cirurgia precoce, que pode não oferecer nenhum benefício; em vez disso, o procedimento precoce pode estar associado ao aumento das taxas de mortalidade e complicações.

### Contribuições dos Autores

Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: AK – Investigador principal do estudo e autor. HM – Cirurgião e coautor. VC – Atendimento aos pacientes incluídos no estudo e edição do manuscrito. PS, KP e CN – Cuidados dos pacientes.

### Suporte Financeiro

Não houve financiamento de agências de fomento do setor público, comercial ou sem fins lucrativos.

### Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

## Referências

- 1 Ning GZ, Wu Q, Li YL, Feng SQ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Asia: a systematic review. *J Spinal Cord Med* 2012; 35(04):229–239
- 2 Rahimi-Movaghar V, Sayyah MK, Akbari H, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiology* 2013;41(02):65–85
- 3 Gupta DK, Vaghani G, Siddiqui S, et al. Early versus delayed decompression in acute subaxial cervical spinal cord injury: A prospective outcome study at a Level I trauma center from India. *Asian J Neurosurg* 2015;10(03):158–165
- 4 Vaccaro AR, Hulbert RJ, Patel AA, et al; Spine Trauma Study Group. 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):2365–2374
- 5 Grassner L, Wutte C, Klein B, et al. Early Decompression (< 8 h) after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury Improves Functional Outcome as Assessed by Spinal Cord Independence Measure after One Year. *J Neurotrauma* 2016;33(18):1658–1666
- 6 Oner C, Rajasekaran S, Chapman JR, et al. Spine Trauma-What Are the Current Controversies? *J Orthop Trauma* 2017;31(Suppl 4): S1–S6
- 7 Admasu AK, Buno E. Short-Term Outcome in Subaxial Spine Injury Patients Operated on in a Resource-Limited Setting, Addis Ababa, Ethiopia. *World Neurosurg* 2018;113:e702–e706
- 8 Dhakal GR, Bhandari R, Dhungana S, et al. Review of Subaxial Cervical Spine Injuries Presenting to a Tertiary-Level Hospital in Nepal: Challenges in Surgical Management in a Third World Scenario. *Global Spine J* 2019;9(07):713–716
- 9 Ter Wengel PV, De Witt Hamer PC, Pauptit JC, van der Gaag NA, Oner FC, Vandertop WP. Early Surgical Decompression Improves Neurological Outcome after Complete Traumatic Cervical Spinal Cord Injury: A Meta-Analysis. *J Neurotrauma* 2019;36(06):835–844
- 10 Carlson GD, Gorden CD, Oliff HS, Pillai JJ, LaManna JC. Sustained spinal cord compression: part I: time-dependent effect on long-term pathophysiology. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85(01):86–94
- 11 Aarabi B, Akhtar-Danesh N, Chryssikos T, et al. Efficacy of Ultra-Early (< 12 h), Early (12–24 h), and Late (>24–138.5 h) Surgery with Magnetic Resonance Imaging-Confirmed Decompression in American Spinal Injury Association Impairment Scale Grades A, B, and C Cervical Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma* 2020;37(03):448–457
- 12 Zaveri G, Das G. Management of Sub-axial Cervical Spine Injuries. *Indian J Orthop* 2017;51(06):633–652
- 13 Jug M, Kejžar N, Vesel M, et al. Neurological Recovery after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury Is Superior if Surgical Decompression and Instrumented Fusion Are Performed within 8 Hours versus 8 to 24 Hours after Injury: A Single Center Experience. *J Neurotrauma* 2015;32(18):1385–1392
- 14 Hadley MN, Walters BC. The case for the future role of evidence-based medicine in the management of cervical spine injuries, with or without fractures. *J Neurosurg Spine* 2019;31(04): 457–463
- 15 Aarabi B, Olexa J, Chryssikos T, et al. Extent of Spinal Cord Decompression in Motor Complete (American Spinal Injury Association Impairment Scale Grades A and B) Traumatic Spinal Cord Injury Patients: Post-Operative Magnetic Resonance Imaging Analysis of Standard Operative Approaches. *J Neurotrauma* 2019;36(06):862–876
- 16 Cao BH, Wu ZM, Liang JW. Risk Factors for Poor Prognosis of Cervical Spinal Cord Injury with Subaxial Cervical Spine Fracture-Dislocation After Surgical Treatment: A CONSORT Study. *Med Sci Monit* 2019;25:1970–1975
- 17 Malik SA, Murphy M, Connolly P, O’Byrne J. Evaluation of morbidity, mortality and outcome following cervical spine injuries in elderly patients. *Eur Spine J* 2008;17(04):585–591
- 18 Pourtaheri S, Emami A, Sinha K, et al. The role of magnetic resonance imaging in acute cervical spine fractures. *Spine J* 2014;14(11):2546–2553
- 19 Tuli S, Tuli J, Coleman WP, Geisler FH, Krassioukov A. Hemodynamic parameters and timing of surgical decompression in acute cervical spinal cord injury. *J Spinal Cord Med* 2007;30(05): 482–490
- 20 Berney SC, Gordon IR, Opdam HI, Denehy L. A classification and regression tree to assist clinical decision making in airway management for patients with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord* 2011;49(02):244–250
- 21 Premkumar DT, Pathiarasakumar D. A study on functional outcome following surgical fixation for subaxial cervical spine injuries. *Int J Orthop Sci* 2018;4(2i):590–595
- 22 Ruiz IA, Squair JW, Phillips AA, et al. Incidence and Natural Progression of Neurogenic Shock after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma* 2018;35(03):461–466
- 23 Qiu Z, Wang F, Hong Y, et al. Clinical Predictors of Neurological Outcome within 72 h after Traumatic Cervical Spinal Cord Injury. *Sci Rep* 2016;6:38909
- 24 Schüller-Weidekamm C. [Cervical spine injury. Diagnosis, prognosis and management]. *Radiologe* 2008;48(05):480–487
- 25 Jug M, Kejžar N, Cimerman M, Bajrović FF. Window of opportunity for surgical decompression in patients with acute traumatic cervical spinal cord injury. *J Neurosurg Spine* 2019;•••:1–9. [published online ahead of print, 2019 Dec 27]