

# Uso rotineiro do colar cervical no politraumatizado. revisão crítica

## *Routine cervical collar use in polytrauma patients: a critical review*

Daniel Damiani<sup>1</sup>

Recebido do Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

### RESUMO

Conforme o conhecimento médico avança, medidas terapêuticas inquestionáveis na medicina de urgências e emergências passaram a ser reconsideradas. O uso do colar cervical no paciente politraumatizado intuitivamente poderia trazer segurança ao paciente, evitando uma possível piora da sua lesão raquimedular. Evidências atuais, no entanto, provam não somente que muitas vezes este dispositivo não traz benefício como agrava lesões intracranianas. Apresentamos aqui uma pesquisa qualitativa e descritiva por meio de revisão narrativa da literatura, trazendo dados recentes quanto à correta indicação para utilização do colar cervical no politraumatizado, apontando também seus malefícios e erros técnicos em sua utilização.

**Descritores:** Traumatismo múltiplo; Braquetes; Traumatismos da medula espinal; Imobilização; Serviços médicos de emergência

### ABSTRACT

With the advance of medical knowledge, emergency and urgency medical procedures, once taken for granted, have been modified. Intuitively, the use of a cervical collar in polytrauma patients could be safe for the patient, avoiding a secondary spinal injury. However, recent evidence prove that sometimes this device not only gives no benefit to the patient but also worsen intracranial injuries. This is a qualitative and descriptive research using a narrative review of the literature, and which brings recent data on the correct indication of the cervical collar in the polytrauma patient, showing the harms and technical errors of its use.

**Keywords:** Multiple trauma; Braces; Spinal cord injuries; Immobilization; Emergency medical services

1. Instituto de Ensino e Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

Data de submissão: 30/08/2016 – Data de aceite: 02/09/2016

Conflito de interesse: não há.

Fonte de financiamento: não há.

#### Endereço para correspondência:

Daniel Damiani

Rua Barata Ribeiro, 380, conj. 71 – Bela Vista

CEP: 01308-000 – São Paulo, SP, Brasil

Tel.: (11) 3259-9467 – E-mail: dani.neurocirurgia@gmail.com

© Sociedade Brasileira de Clínica Médica

### INTRODUÇÃO

A padronização do atendimento ao politraumatizado foi estabelecida após uma tragédia ocorrida com a família do médico ortopedista James Styner, em Nebraska, em 1976. Naquela ocasião, sua esposa morreu instantaneamente e seus filhos tiveram traumas variados considerados de leve a grave, incluindo o próprio Styner. Assistindo àquele atendimento, ficou evidente o despreparo das equipes pré-hospitalares para o atendimento ao politrauma, que necessitava urgentemente de um protocolo mais específico.

A ênfase na abordagem sequencial ao politraumatizado visa (1) tratar primeiro aquilo que mais ameace a vida; (2) conscientizar que a falta de um diagnóstico definitivo nunca deveria impedir a aplicação do tratamento adequado; e (3) mostrar que uma história detalhada não é essencial para iniciar a avaliação do politraumatizado. Com isso, o atendimento ao politraumatizado segue uma sequência muito bem definida pelo mneumônico AcBCDE: “A” corresponde à via aérea (*cervical spine protection/airway*) com anterior estabilização da coluna cervical; “B” à ventilação (*breathing*); “C” à circulação (*circulation*); “D” à avaliação neurológica (*disability*) sucinta, com verificação pupilar e escala de coma de Glasgow; e “E” corresponde à exposição (*exposure/environment*) para verificação de lesões outras diversas com controle de temperatura, evitando a hipotermia. Estes conceitos acompanham a observação de que o atendimento ao politraumatizado em muitas circunstâncias é o resultado do esforço de uma equipe.<sup>(1)</sup>

A *American Association for Neurological Surgeons* (AANS) e o *Congress of Neurological Surgeons* (CNS) concordam com o Suporte Avançado de Vida no Trauma (SAVT) e preconizam um protocolo para a manipulação de lesões agudas traumáticas à medula espinal, considerando que todo politraumatizado com suspeita de traumatismo craniocéfálico (TCE) e ou trauma raquimedular (TRM) deve ser imobilizado com colar cervical associado a blocos laterais. São exceções à regra da imobilização cervical aqueles pacientes que não estão intoxicados, sem dores cervicais ou rigidez cervical, sem déficit neurológico e sem fatores distratores, como uma lesão com dor intensa em outra parte do corpo.

Atualmente, a estabilização da coluna cervical é o primeiro passo na abordagem ao paciente vítima de politrauma. Mesmo antes de estabelecermos a perviedade da via aérea, a coluna cervical já deve estar estabilizada, segundo o protocolo mundial validado pelo *American College of Surgeons*. O intuito de realizar esta estabilização cervical é evitar a lesão secundária à medula espinal cervical e, hoje, tornou-se um sinônimo de “padrão-ouro” no atendimento pré-hospitalar. Diversos estudos demonstra-

ram, na ocasião da criação destas diretrizes, que havia correlação entre lesões neurológicas secundárias e a não utilização do colar cervical.

No entanto, isto não foi comprovado nos dias atuais.<sup>(2)</sup> Hoje, não há evidências para o uso rotineiro e indiscriminado do colar cervical no politraumatizado. Seu uso está relacionado a diversas lesões, incluindo: inefetividade pela colocação inadequada bem como por seu tamanho inadequado; úlceras de pressão pelo atrito; dor, ansiedade e desconforto respiratório com padrão restritivo; broncoaspirações; complicações no manejo da via aérea, incluindo maior risco de lesões orotraqueais; inefetividade na estabilização cervical quando isoladamente utilizada; compressão das veias jugulares com piora da pressão intracraniana naqueles pacientes com TCE.<sup>(3-5)</sup>

## OBJETIVO

Descrever os conhecimentos atuais sobre as corretas indicações e efetividade da utilização do colar cervical nos pacientes vítimas de politrauma, bem como seus possíveis malefícios, reconsiderando sua utilização e reescrevendo o manejo inicial, seguindo o AcBCDE.

## MÉTODOS

Pesquisa quantitativa e descritiva por meio de revisão narrativa da literatura realizada nas bases de dados Literatura Latinoamericana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *National Library of Medicine* (PubMed) no mês de julho de 2016 utilizando os seguintes descritores: “*cervical collar*”, “*spinal trauma*”, “*cervical spinal immobilization*”, “*cervical spine trauma*”, “*spinal secondary injury*”. Foram realizadas as seguintes combinações para busca: “*traumatic spinal injury*”, “*cervical immobilization in trauma*”, “*cervical collar in trauma*” e “*cervical immobilization in spinal trauma injury*”.

O estudo possuía a seguinte questão norteadora: Quando aplicar o colar cervical no politraumatizado?

Os critérios de inclusão dos artigos para esta pesquisa foram publicações atualizadas do período de 1998 a 2016, nos idiomas português e inglês, com acesso on-line ao texto completo. Como critérios de exclusão, além dos artigos que não contemplavam os critérios para serem incluídos nesta pesquisa, foram eliminados artigos duplicados.

Para análise dos artigos incluídos nesta revisão, foram observados os seguintes aspectos: ano de publicação, periódicos, local em que foi realizado o estudo, metodologia utilizada e resultados principais.

## DESENVOLVIMENTO

### Epidemiologia das lesões cervicais

Há uma incidência estimada de 12 lesões cervicais para cada 100 mil habitantes ao ano, causadas em sua maioria por acidentes de trânsito (21%) e quedas (60%), seguidas por esportes de contato. Há cerca de 40 anos são seguidos protocolos de colocação de colar cervical, conforme preconizado pelo SAVT e pelo

*Prehospital Trauma Life Support* (PHTLS), independente do tipo de trauma sofrido, nem mesmo levando em consideração a situação clínica na cena do trauma.

No entanto, alguns dados nos chamam a atenção. Em estudo realizado por Kreinest et al., apenas 11% dos médicos emergencistas aplicaram o colar cervical de forma correta, comumente errando no tamanho adequado do colar para o tamanho do paciente, piorando muitas vezes as lesões atlanto-axiais.<sup>(6)</sup> Estudos revelam que apenas 1,3% das lesões cervicais são subdiagnosticadas.<sup>(7)</sup>

### Por que usamos o colar cervical?

Há um consenso sobre o padrão-ouro até o momento e, para o leigo, a utilização do colar cervical é sinônimo de bom atendimento pré-hospitalar, considerado um dispositivo essencial para o manejo inicial do politraumatizado, independente da cinética do trauma. Em diversos protocolos mundiais, é considerada má conduta médica não aplicá-lo ao politraumatizado. Uma vez consagrado o mneumônico AcBCDE, a estabilização da coluna cervical antes de qualquer manejo de via aérea tornou-se uma ação reflexa.

### Qual a real efetividade do colar cervical?

Alguns trabalhos mostram que 3 a 25% das lesões secundárias à medula espinhal cervical decorrem do inadequado manejo e estabilização cervical no atendimento pré e intra-hospitalar.<sup>(8,9)</sup> No entanto, estes dados possuem diversas críticas: é muito difícil avaliar o real déficit neurológico na cena do trauma, em ambiente pré-hospitalar; os dados foram avaliados há alguns anos, quando ainda utilizavam-se tratamentos não mais aceitos nos dias atuais, sabidamente por piorarem as lesões, dificultando a interpretação do real fator causal da piora neurológica, e, apesar da correta imobilização cervical naqueles TRM, cerca de 5% apresentam piora neurológica independentemente dessa estabilização.<sup>(7,10)</sup> A deterioração neurológica ocorre nestes 5% dos pacientes por mecanismos bem compreendidos: hematomas, edema citotóxico e vasogênico, hipotensão, hipóxia, inflamação e disautonomia.

Em teoria, o colar cervical deveria proteger a medula espinhal cervical contra mecanismos secundários de lesão, com restrição da movimentação do tecido medular friável e inflamado após o traumatismo. No entanto, a literatura não apresenta dados claros sobre quantos mecanismos secundários de lesões são evitados com a aplicação do colar cervical.

Até o momento, pelo que sabemos, não há estudos randomizados e prospectivos que avaliem a real eficácia do colar cervical. Há consenso apenas que deve ser aplicado o dispositivo com a menor movimentação possível da coluna cervical. No entanto, os dispositivos disponíveis atualmente são rígidos e tal fato, por si só, causa maior necessidade de mobilização da coluna cervical.

Outro aspecto é que somente o colar cervical rígido, como dispositivo isolado, não consegue reduzir a mobilidade da região cervical e também não há completa proteção quando são aplicados os blocos laterais. No entanto, a utilização da combinação entre colar cervical e blocos laterais fixados a prancha rígida é

melhor quando comparada à eficácia do colar cervical isoladamente (recomendado nas diretrizes da AANS/CNS).<sup>(7)</sup>

Outra forma de avaliar a eficácia da imobilização cervical é pelas lesões cervicais negligenciadas e/ou fraturas subdiagnosticadas. Levi et al., em estudo multicêntrico, revelaram que menos de 1/500 traumas medulares possuem lesões que são subdiagnosticadas ou negligenciadas correspondendo a um caso para cada 4.000 politraumatizados.<sup>(7,11)</sup> Plumb e Morris preconizam que não seja aplicado colar cervical em pacientes inconscientes devido à sua incapacidade de movimentar-se ativamente.

Adicionalmente, para aqueles pacientes que colaboram, estão alertas, sem qualquer rebaixamento do nível de consciência, e que consigam controlar a musculatura cervical com estabilização da própria coluna vertebral, de forma voluntária, mostra-se desnecessária a aplicação do colar cervical.

Ao contrário do senso comum, a maioria das lesões na medula cervical é biomecanicamente estável em sua fase aguda.<sup>(1,7,12)</sup> Atualmente, a imobilização medular cervical indiscriminada não encontra na literaturas nível de evidência adequado para sua utilização, estando ausentes dados relacionados a mortalidade, morbidade (lesão neurológica secundária) e estabilidade medular<sup>(12)</sup>. Estudos com biologia molecular demonstram que, após uma lesão traumática medular, há genes de fase aguda (expressos em alguns minutos a horas após o trauma) e genes de fase tardia – estes últimos, expressos cerca de 48 horas após a lesão primária, erroneamente interpretada como decorrente de uma lesão secundária.<sup>(13)</sup>

### Eventos adversos do uso do colar cervical

O uso do colar cervical pode exacerbar a lesão medular ao invés de proteger contra um mecanismo secundário de lesão. Os colares são frequentemente colocados de forma inadequada, com tamanhos desproporcionais ao tamanho do paciente, ficando muito reduzida a capacidade de estabilização cervical desejada e aumentando o risco de lesão.

Hauswald et al. relataram um aumento do comprometimento funcional neurológico naqueles pacientes vítimas de politrauma, com suposta lesão medular, quando comparados àqueles que não utilizam a profilaxia com colar cervical. Posteriormente, diversos estudos sobre os malefícios do uso rotineiro do colar cervical foram provenientes de pacientes que possuíam espondilite anquilosante.<sup>(14)</sup>

Sabidamente as lesões cranioencefálicas estão associadas às raquimedulares, e dados do SAVT revelam que até 5% dos TCE possuem TRM associado, enquanto que 25% dos TRM possuem TCE moderado associado. Neste contexto, o uso do colar cervical aumenta a pressão intracraniana em média 4 a 5mmHg pela simples compressão das veias jugulares, complicando ainda mais o manejo do TCE.

A compressão das veias jugulares potencialmente aumenta o edema cerebral, o volume dos hematomas e a deterioração neurológica. Um ponto fundamental a ser considerado no manejo do politraumatizado grave com colar cervical é a dificuldade no manejo das vias aéreas. A abertura da cavidade oral fica restrita; a proteção à broncoaspiração fica reduzida, facilitando as pneu-

monias aspirativas; são relatados vômitos pela posição supina e dor associada à restrição do movimento cervical.

O colar cervical pode ainda causar insuficiência respiratória com padrão restritivo, em especial quando associado à prancha rígida. Curiosamente, apesar das dificuldades técnicas, a intubação orotraqueal intra-hospitalar com colar cervical não se associa à piora neurológica por mecanismo de lesão secundária, diferentemente das intubações realizadas na cena do trauma.

Vale ainda destacar que a intubação orotraqueal em ambiente pré-hospitalar pode ser muito complicada e está diretamente relacionada à experiência do socorrista, muitas vezes atrasando em muito o transporte do paciente para o centro de referência.

Outra questão associada ao uso do colar cervical são as formações de úlceras de pressão pelo contato intenso e contínuo contra uma superfície rígida com hipoperfusão e isquemia tecidual, muitas vezes por horas até sua remoção. Adicionalmente, a dor, o estresse e a resposta neuroendócrino-metabólica associada ao trauma não podem ser desconsiderados e podem ser confundidas com o desconforto da imobilização.

Os pacientes imobilizados, até que se prove o contrário, possuem lesões cervicais e devem ser submetidos a exames radiológicos, que, por sua vez, possuem malefícios, principalmente na faixa etária pediátrica. A imobilização pré-hospitalar da coluna cervical nos pacientes vítimas de lesões penetrantes aumenta a morbimortalidade, mostrando-se desnecessária em vítimas de ferimentos por armas de fogo na cabeça, por exemplo. A imobilização cervical de rotina nestes pacientes com trauma penetrante não é recomendada.<sup>(7,15-17)</sup>

### Nível de consciência e manejo da coluna vertebral

Sem sombra de dúvidas, o manejo da coluna vertebral nos politraumatizados com escala de coma de Glasgow 15 é facilitado. Naqueles pacientes em que o nível de consciência está comprometido, foram validadas diretrizes elaboradas pela *Canadian C-Spine Rule* (CCR), as quais podem orientar as condutas nas salas de emergências, pré-hospitalar e triagem dos enfermeiros.<sup>(18-20)</sup> A utilização destes algoritmos, em estudos prospectivos, reduziu em cerca de 40% as imobilizações cervicais desnecessárias, com conseqüente exposição a exames radiológicos. A investigação radiológica parece de fato ser desnecessária naqueles pacientes com nível de consciência adequado, assintomáticos, sem défices neurológicos agudos e que não possuam lesões que potencialmente os distraiam, valendo considerar ainda que lesões na porção superior do tórax são geralmente decorrentes de alto impacto cinético, sendo prudente uma avaliação pormenorizada da coluna cervical.

Nos pacientes que apresentam rebaixamento do nível de consciência, a lesão à coluna cervical possui maior incidência. Como conseqüência, a maioria deles vêm com colar cervical e blocos laterais ao serviço de emergência. No entanto, estudos revelaram que estes pacientes com TCE e potencialmente com hipertensão intracraniana (escala de coma de Glasgow <9) possuem pior prognóstico quando são aplicadas imobilizações com colar cervical.<sup>(7)</sup>

**Algoritmo proposto para o manejo do politraumatizado de acordo com o cenário clínico**

O algoritmo preconizado para o manejo do politraumatizado segue o AcBCDE preconizado pelo SAVT como base de estruturação. Sempre que indicado, a imobilização cervical deve ser aplicada.

No entanto, para que não ocorram atrasos no processo de transporte deste paciente ao centro de referência, a imobilização manual ou mesmo aquelas que utilizam-se dos antebraços do socorrista podem auxiliar. As manipulações no cenário pré-hospitalar devem ser realizadas com a menor movimentação possível da coluna cervical, incluindo a avaliação inicial em posição supina, intubação orotraqueal, acessos venosos, drenagem de pneumotórax hipertensivo, massagem cardíaca e exposição da vítima.

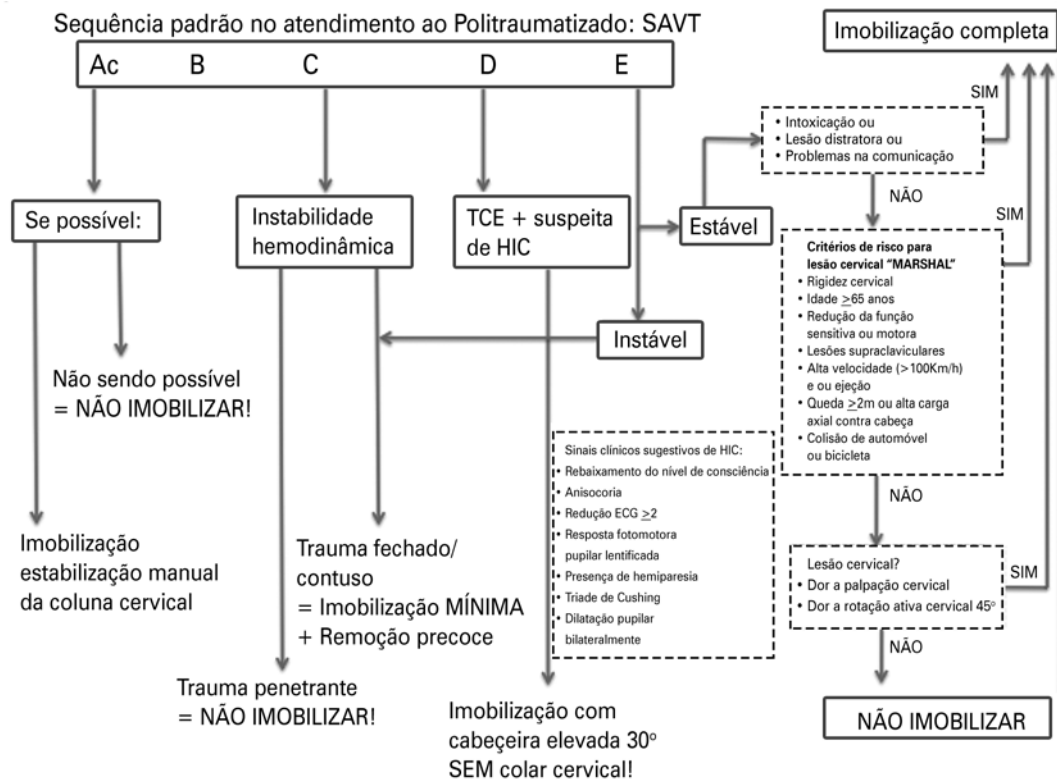
No paciente que apresenta instabilidade hemodinâmica, a prioridade na transferência ao centro de referência para o trauma é alta, não sendo prioridade a imobilização completa do paciente.

Na presença de instabilidade hemodinâmica devido a trauma contuso, fechado, apenas a mínima imobilização com a colocação do colar cervical está preconizada; lembrando, no entanto, que apenas esta medida não garantirá a restrição da mobilidade da coluna cervical. Para aqueles que apresentam instabilidade hemodinâmica devido ao trauma penetrante, a imo-

bilização cervical não está indicada, e seus benefícios são muito questionáveis.<sup>(1,7,21,22)</sup>

Para os pacientes que apresentam défices neurológicos na cena, é mandatória uma avaliação sucinta quanto à presença de lesão craniana e ou craniocervical, incluindo sinais de hipertensão intracraniana (Figura 1). Na presença de algum destes sinais, no cenário clínico adequado, que sugira hipertensão intracraniana, o uso do colar cervical não está indicado, devido aos seus possíveis malefícios nestas circunstâncias. No entanto, pela frequente associação entre lesão intracraniana e raquimedular, nestes casos, recomenda-se o uso de colchão a vácuo, sem a colocação do colar cervical. Além de excelente dispositivo para imobilização da coluna vertebral como um todo, este colchão permite ser inflado com cabeceira elevada a 30°, conforme preconizado no manejo da hipertensão intracraniana. Alternativamente, o paciente pode ser imobilizado apenas com blocos rígidos laterais à cabeça e prancha rígida.

Naqueles pacientes estáveis hemodinamicamente, ou sem evidências de aumento da pressão intracraniana, a avaliação clínica determina a gravidade das lesões. Se houver necessidade de transporte de urgência ao centro de referência, a imobilização cervical mínima está preconizada apenas com aplicação do colar cervical. No entanto, com o paciente estável, se houver evidências da necessidade de imobilização com prancha rígida ou col-



**Figura 1.** Algoritmo proposto para o manejo da coluna cervical no politraumatizado. Entende-se por imobilização mínima apenas a colocação do colar cervical. Compreende-se por imobilização completa a utilização do colar cervical, blocos rígidos laterais e prancha rígida. Triáde de Cushing: bradicardia + hipertensão arterial sistêmica + bradipneia. SAVT: Suporte Avançado de Vida no Trauma; TCE: traumatismo craniocéfálico; HIC: hipertensão intracraniana; ECG: escala de coma de Glasgow. Fonte: modificado de Kreinest et al.<sup>(1)</sup>

ção pneumático, a indicação anterior para uso apenas do colar cervical pode ser modificada.

Os critérios clínicos estabelecidos para avaliação da necessidade de imobilização da coluna vertebral incluem o mneumônico “MARSHAL” correspondendo: M (*midline spine tenderness*), rigidez cervical; A (*age*), idade acima de 65 anos; R (*reduced sensibility or motor function*), redução da função sensitiva ou motora; S (*supraclavicular injuries*), lesões supraclaviculares; H (*high speed accident, >100Km/h*), acidentes com velocidade superior a 100Km/h; A (*axial load to head, fall from  $\geq 2m$* ), mecanismo do trauma com carga axial sobre a cabeça, queda maior ou igual a 2m; e L (*locomotive or bike collision*), colisão com automóvel ou bicicleta.

Na abordagem ao politraumatizado hemodinamicamente estável, no entanto, se houver qualquer barreira na comunicação que dificulte a interpretação do que está sendo dito, sinais de intoxicação ou lesões graves que funcionem como distratores na avaliação da coluna cervical, o paciente deve receber imobilização cervical. Caso não sejam preenchidos qualquer um dos três critérios mencionados acima, prossegue-se avaliação do mneumônico MARSHAL e, caso algum dos critérios seja preenchido, o paciente recebe imobilização completa com prancha rígida, colar cervical e blocos laterais. Ainda assim, mesmo que os três critérios iniciais não sejam preenchidos e que não haja MARSHAL presente, na presença de dor à palpação da coluna cervical ou dor durante a movimentação rotacional ativa do pescoço em 45°, o paciente recebe imobilização completa. Somente quando descartadas todas estas possibilidades de lesão cervical, a imobilização pode não ser aplicada (Figura 1).<sup>(1,23-26)</sup>

## CONCLUSÃO

Nos dias atuais, um sinônimo de bom atendimento pré-hospitalar é receber um paciente na sala de emergência, vítima de politrauma, que tenha sido atendido seguindo o mneumônico AcBCDE preconizado pelo Suporte Avançado de Vida no Trauma. Assim, torna-se habitual o cenário do paciente com colar cervical, prancha rígida, blocos laterais, todo imobilizado e embrulhado em um cobertor térmico. No entanto, a aplicação destes dispositivos nem sempre é bem indicada. Muitas vezes, o paciente estava consciente, assintomático, deambulando na cena do trauma e chega desta forma, angustiado pela imobilização e, agora sim, com dores cervicais que não apresentava anteriormente, além de náuseas e/ou vômitos pelo desconforto do transporte terrestre. Pior ainda do que este cenário, é aquele paciente inconsciente que possui sinais clínicos de hipertensão intracraniana e, com o colar, muitas vezes de tamanho inadequado e mal posicionado, com compressão das veias jugulares. Neste trabalho, foram apresentados alguns critérios úteis na prática tanto pré como intra-hospitalar para um uso racional do colar cervical, lembrando ser um dispositivo que possui malefícios quando mal indicado. Parece haver um consenso para que não seja aplicado indiscriminadamente o colar cervical, considerando que algumas imobilizações são possíveis e benéficas quando utilizados outros dispositivos.

## REFERÊNCIAS

1. Kreinest M, Gliwitzky B, Schüler S, Grützner PA, Münzberg M. Development of a new Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol for trauma patients and a test of applicability by German emergency care providers. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2016 [cited 2016 Nov 21];24:71. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4867978/>
2. Abran S, Bulstrode C. Routine spinal immobilization in trauma patients: what are the advantages and disadvantages? *Surgeon*. 2010;8(4):218-22.
3. Stone MB, Tubridy CM, Curran R. The effect of rigid cervical collars on internal jugular vein dimensions. *Acad Emerg Med*. 2010; 17(1):100-2.
4. Goutcher CM, Lochhead V. Reduction in mouth opening with semi-rigid cervical collars. *Br J Anaesth*. 2005;95(3):344-8.
5. Mobbs RJ, Stoodley MA, Fuller J. Effect of cervical hard collar on intracranial pressure after head injury. *ANZ J Surg*. 2002;72(6): 389-91.
6. Kreinest M, Goller S, Rauch G, Frank C, Gliwitzky B, Walf CG, et al. Application of cervical collars - An analysis of practical skills of professional emergency medical care providers. *PLoS ONE*. 2015;10(11):e04143409.
7. Sundstrom T, Asbjornsen H, Habiba S, Sunde GA, Wester K. Prehospital use of cervical collars in trauma patients: a critical review. *J Neurotrauma*. 2014;31(6):531-40.
8. Bell KM, Frazier EC, Shively CM, Hartman RA, Ulibarri JC, Lee JY, Kang JD, et al. Assessing range of motion evaluate the adverse effects ill-fitting cervical orthoses. *Spine*. 2009;9(3):225-31.
9. Sundheim SM, Cruz M. The evidence for spinal immobilization: an estimate of the magnitude of the treatment benefit. *Ann Emerg Med*. 2006;48(2):217-8.
10. Huang YH, Yang TM, Lin WC, Ho JT, Lee TC, Chen WF, et al. The prognosis of acute blunt cervical spinal cord injury. *J Trauma*. 2009;66(5):1441-5.
11. Levi AD, Hurlbert RJ, Anderson P, Fehlings M, Rampersaud R, Massicotte EM, France JC, et al. Neurologic deterioration secondary to unrecognized spinal instability following trauma - a multicenter study. *Spine*. 2006;31(4):451-8.
12. Plumb JO, Morris CG. Cervical collars: probably useless; definitely cause harm! *J Emerg Med*. 2013;44(1):e143.
13. Yip PK, Malaspina A. Spinal cord trauma and the molecular point of no return. *Mol Neurodegener*. 2012;7:6-16.
14. Hauswald M, Ong G, Tandberg D, Omar Z. Out-of-hospital spinal immobilization: its effect on neurologic injury. *Acad Emerg Med*. 1998;5(3):214-9.
15. Theodore N, Hadley MN, Aarabi B, Dhall SS, Gelb DE, Hurlbert RJ, et al. Prehospital cervical spine immobilization after trauma. *Neurosurgery*. 2013;72 Suppl 2: 22-34.
16. Connell RA, Graham CA, Munro PT. Is spinal immobilization necessary for all patients sustaining isolated penetrating trauma? *Injury*. 2003;34(12):305-9.
17. Kaups KL, Davis JW. Patients with gunshot wounds to the head do not require cervical spine immobilization and evaluation. *J Trauma*. 1998 44(5):865-7.
18. Stiell IG, Clement CM, O'Connor A, Davies B, Leclair C, Sheehan P, Clavet T, Beland C, MacKenzie T, Wells GA. Multicenter prospective validation of use the Canadian C-Spine Rule by paramedics. *CMAJ*. 2010; 182: 1173-1179.
19. Vaillancourt C, Stiell LG, Beaudoin T, Maloney J, Anton AR, Bradford P, et al. The out-of-hospital validation of the Canadian C-Spine Rule by paramedics. *Ann Emerg Med*. 2009;54(5):663-71. Erratum in: *Ann Emerg Med*. 2010;55(1):22.

20. Miller P, Coffey F, Reid AM, Stevenson K. Can emergency nurses use the Canadian cervical spine rule to reduce unnecessary patient immobilization? *Accid Emerg Nurs.* 2006;14(3):133-40.
21. Stuke LE, Pons PT, Guy JS, Chapleau WP, Butler FK, McSwain NE. Prehospital spine immobilization for penetrating trauma - review and recommendations from the Prehospital Trauma Life Support Executive Committee. *J Trauma.* 2011;71(3):763-9; discussion 769-70.
22. Boissy P, Shrier I, Brière S, Mellete J, Fecteau L, Matheson GO, et al. Effectiveness of cervical spine stabilization techniques. *Clin J Sport Med.* 2011;21(2): 80-8.
23. Burton JH, Harmon NR, Dunn MG, Bradshaw JR. EMS provider findings and interventions with a statewide EMS spine-assessment protocol. *Prehosp Emerg Care.* 2005;9(3):303-9.
24. Domeier RM, Frederiksen SM, Welch K. Prospective performance assessment of an out-of-hospital protocol for selective spine immobilization using clinical spine clearance criteria. *Ann Emerg Med.* 2005;46(2):123-31.
25. Hasler RM, Exadaktylos AK, Bouamra O, Benneker LM, Clancy M, Sieber R, et al. Epidemiology and predictors of spinal injury in adult major trauma patients: European cohort study. *Eur Spine J.* 2011;20(12):2174-80.
26. Anderson PA, Muchow RD, Munoz A, Tontz WL, Resnick DK. Clearance of the asymptomatic cervical spine: a meta-analysis. *J Orthop Trauma.* 2010;24(2):100-6.