

# Tema 5 Lesões Cervicais no Mergulho

Dr. Diogo Lino Moura<sup>1</sup>, Ft. Pedro Martins Farinha<sup>2</sup>, Dr. Paulo Lourenço<sup>3</sup>, Dr. Carlos Jardim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docente da FMUC, Assistente Hospitalar do Setor de Coluna Vertebral do Serviço de Ortopedia do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra; <sup>2</sup>Aluno do Mestrado Integrado em Medicina na Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC), Fisioterapeuta; <sup>3</sup>Assistente Graduado do Setor de Coluna Vertebral do Serviço de Ortopedia do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra

## RESUMO / ABSTRACT

As lesões da coluna cervical associadas a atividades aquáticas, tais como o mergulho, ocorrem principalmente em indivíduos jovens e saudáveis. As lesões mais comuns são as fraturas e luxações das vértebras cervicais, habitualmente de C5, C6 e C7, podendo estar associadas a lesão da medula espinhal, mais frequentemente no nível C5 e C6. São causa primária de tetraplegia associada a atividades recreativas, caracterizando-se por dependência funcional grave com condicionantes familiares e socioeconómicas importantes. A antecipação do risco e a prática prudente do mergulho, associados a campanhas de sensibilização para as potenciais consequências, devem estar na linha da frente na prevenção da ocorrência destas lesões.

*Cervical spine injuries associated with aquatic activities, such as diving, occur mainly in young and healthy individuals. The most common injuries are fractures and dislocations of C5, C6 and C7 cervical vertebrae, which may be associated with spinal cord injury, most frequently at the C5 and C6 levels. They are the primary cause of quadriplegia associated with recreational activities, characterized by severe functional dependence with important family and socioeconomic conditions. Risk anticipation and the prudent practice of diving, coupled with campaigns to raise awareness of the potential consequences, and should be at the forefront in preventing the occurrence of these injuries.*

## PALAVRAS-CHAVE / KEYWORDS

Mergulho, lesões cervicais, fraturas, fraturas-luxação, tetraplegia, morte, estratégias de prevenção

*Diving, cervical injuries, fractures, fracture-dislocation, tetraplegia, death, injury prevention*

ser fatais.<sup>8</sup> De acordo com dados da *National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC)*, 8% das mortes em indivíduos com lesão da coluna cervical decorrem do mergulho.<sup>9</sup>

## Tipos e mecanismos de lesão

A maioria das lesões no mergulho em piscinas ou no mar é causada pelo impacto direto da cabeça no fundo das mesmas (figura 1).<sup>10,11</sup> Após o impacto primário da cabeça é gerada uma força indireta na coluna cervical que vai ser responsável pela sua lesão.<sup>9</sup> As velocidades superiores a 3 m/s são suficientes para vencer a resistência da estrutura anatómica da coluna cervical, provocando dano e a posição da cabeça e da coluna cervical (flexão, extensão, rotação, posição neutra) no momento do impacto determinam o tipo e o padrão de lesões cervicais que poderão ocorrer.<sup>9</sup> O elevado peso corporal pode condicionar maior gravidade de lesão cervical por associação a energia cinética mais elevada.<sup>9</sup> Nas amplitudes cervicais extremas, hiperflexão ou hiperextensão, a energia do impacto não é homogeneamente distribuída pela coluna vertebral, estando na génese de lesões potencialmente mais graves.<sup>9</sup>

As vértebras C5, C6 e C7 são as mais frequentemente atingidas<sup>1,5-7,12</sup>, sendo as fraturas, as luxações e as fraturas-luxações as lesões mais comuns.<sup>13,14</sup> As vértebras C5 e C6 são particularmente mais propensas a dano traumático por constituírem o eixo funcional de maior amplitude de movimento entre a cabeça e o tronco, estando também por isso o

## Introdução

As lesões da coluna cervical associadas a actividades aquáticas recreativas, como o mergulho, principalmente de cabeça, são maioritariamente devastadoras e potencialmente fatais.<sup>1-5</sup> As sequelas neurológicas são comuns e responsáveis por incapacidade funcional grave, implicando elevados índices de morbilidade ao longo de toda a vida destes pacientes.<sup>1-3</sup> As lesões cervicais associadas ao mergulho ocorrem tipicamente em indivíduos jovens, saudáveis, atléticos e do sexo masculino.<sup>4-6</sup> Estima-se que, para além da negligência do risco e da conduta imprudente na técnica de mergulho, o consumo de álcool seja um importante fator de risco, sendo um achado regular em 38-46% dos casos.<sup>6</sup> A maioria das lesões da coluna vertebral associadas ao mergulho ocorre na época do Verão, coincidente com os períodos das férias académicas, sendo as piscinas privadas os locais mais frequentes desta ocorrência.<sup>6</sup> Mergulhar em locais com profundidade inferior a 1,5-2 metros

está largamente associado à incidência deste tipo de lesões.<sup>2,7</sup> As lesões da coluna cervical no mergulho são causa primária de tetraplegia associada a actividades recreativas, originando dependência funcional grave para o paciente e condicionando de forma dramática o seu meio envolvente social e familiar.<sup>7</sup> A mortalidade é sobretudo associada a lesões da coluna cervical superior (C1, C2), que embora raras podem

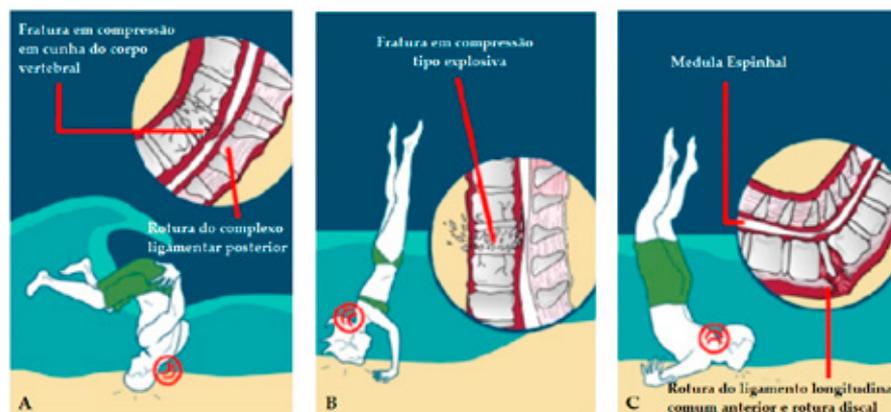


Figura 1 – A: Lesão cervical em hiperflexão; B: lesão cervical em compressão axial; C: lesão cervical em hiperextensão<sup>9)</sup>

seu atingimento mais associado a lesão neurológica.<sup>1,2,4,7,15</sup>

As lesões da coluna cervical têm risco elevado e potencialmente grave de lesão neurológica, na medida em que a este nível da coluna vertebral está presente no canal vertebral a medula espinhal, estrutura vital frágil e de limitada tolerância a movimentos excessivos.<sup>10</sup> Estima-se que em 20-45% dos casos dos acidentes de mergulho com lesões da coluna cervical esteja presente algum grau de compromisso neurológico.<sup>4,4</sup> Desta maneira, os níveis da medula espinhal mais frequentemente lesados são C5 e C6, provocando o atingimento deste segmento situações de tetraparésia ou mesmo tetraplegia.<sup>16</sup> Em contrapartida, as lesões da coluna cervical superior (C1, C2) são raras, mas com elevados índices de mortalidade.<sup>7,8</sup>

No momento do impacto, a coluna cervical sofre uma elevada transmissão de forças de compressão, que podem originar fratura de qualquer parte das vértebras cervicais e/ou subluxações ou luxações unilaterais ou bilaterais das articulações interfacetárias ou zigapófisárias.<sup>17</sup> O mecanismo combinado de flexão e compressão axial da coluna cervical é o mais frequentemente associado ao traumatismo do mergulho.<sup>18</sup> Como tal, faz sentido que o tipo de fraturas mais frequentes associadas ao mergulho sejam as fraturas em compressão dos corpos vertebrais. Estas lesões, dependendo da posição do pescoço aquando do impacto, podem ser fraturas em compressão incompletas, com atingimento apenas da porção anterior do corpo vertebral, as fraturas em cunha, ou ser

fraturas em compressão completas, atingindo toda a extensão do corpo vertebral, conhecidas como explosivas (tipo *burst*). As **fraturas em cunha dos corpos vertebrais** caracterizam-se por traumatismo axial em contexto de hiperflexão cervical, o que condiciona sobrecarga da porção anterior do corpo vertebral e causa uma fratura com achatamento vertebral de predomínio anterior e consequente deformidade em cunha do corpo vertebral.<sup>18,19</sup> Por sua vez, se os impactos diretos axiais ocorrem no topo da cabeça com a coluna cervical em posição neutra, originam-se maioritariamente **fraturas em compressão completas tipo explosivas (burst)** (figura 2).<sup>20</sup> A carga excessiva é exercida no plano exatamente perpendicular ao corpo vertebral cervical, sobrecarregando de forma uniforme toda a sua superfície, resultando fraturas ao longo de toda a extensão da mesma, desde as faces ântero-laterais à face posterior. O risco mais grave destas fraturas cominutivas é que o desvio posterior de um fragmento ósseo (retropulsão do muro posterior) invada o canal vertebral, podendo provocar lesão da medula espinhal por compressão direta, ocasionando situações catastróficas de tetraparésias ou tetraplegias.<sup>21</sup>

Depois das fraturas vertebrais em compressão, o tipo de fratura mais comum no mergulho são as **fraturas do tipo gota de lágrima (teardrop) em flexão** (figura 3). Nestas, após traumatismo em flexão e compressão axial da coluna cervical, ocorre fratura e desvio anterior de um fragmento do rebordo ântero-inferior do corpo vertebral,

associando-se a luxações das articulações interfacetárias, roturas ligamentares e instabilidade segmentar vertebral.<sup>4,20</sup>

O terceiro tipo de lesão mais comum associada ao mergulho são as **luxações de vértebras cervicais**, com vários graus, desde subluxações a encravamento de facetas unilateral ou bilateral, com ou sem lesão neurológica. A luxação de vértebras cervicais ocorre por luxação das articulações interapofisárias, acompanhando-se de listese (deslizamento) de um corpo vertebral em relação ao adjacente, com riscos sérios para a medula espinhal, localizada no canal vertebral formado pela justaposição de vértebras adjacentes.<sup>9</sup> As lesões cervicais por hiperextensão também podem ocorrer em mergulhos, estando associadas a hiperextensão da coluna cervical, na tentativa de reduzir a velocidade do impacto iminente, podendo originar lesões tipo gota de lágrima (*teardrop*) em extensão, lesões menos graves que consistem numa avulsão da porção ântero-inferior do corpo vertebral, ou lesões ligamentares mais graves associadas a rotura do ligamento longitudinal comum anterior e mesmo do disco intervertebral, com risco de instabilidade segmentar.<sup>22</sup>

O **compromisso neurológico** destas graves lesões pode ser exacerbado pelos métodos de resgate após o mergulho, dada a instabilidade da maioria das lesões cervicais ocorridas nestes acidentes.<sup>23</sup> Os pacientes com suspeita ou risco de compromisso neurológico necessitam de transporte especializado, imobilização adequada e, por vezes, suporte ventilatório, podendo todo este processo ser dificultado se o indivíduo se encontrar numa situação próxima do afogamento.<sup>24</sup>

As lesões completas da medula espinhal são a consequência primária mais grave da traumatologia cervical associada ao mergulho, sendo a tetraplegia a manifestação funcional mais frequente.<sup>7,13,5</sup> Cerca de 90% das lesões do tipo gota de lágrima (*teardrop*) em flexão são classificadas em ASIA A, isto é, lesões neurológicas completas, sem qualquer função motora ou sensitiva nos segmentos distais à lesão medular.<sup>25</sup> Este tipo de fraturas está associado a situações



Figura 2 – Fraturas do tipo *teardrop* (vértebra C5)<sup>b)</sup>



Figura 3 – Fraturas em compressão do tipo *burst* da vértebra C6, com retropulsão de fragmentos ósseos para o canal medular<sup>c)</sup>



Figura 4 – No local do acidente, imobilização cervical com colar cervical rígido, imobilização lateral da cabeça e posicionamento em plano rígido<sup>4)</sup>

de compromisso da medula espinhal de pior prognóstico, tais como lesão medular completa ou síndrome medular anterior, devido a compressão súbita da porção anterior da medula espinhal por retropulsação do ângulo póstero-inferior do corpo vertebral.<sup>4</sup> Habitualmente as fraturas em compressão tipo explosivas resultam em menor invasão do canal vertebral que as lesões do tipo gota de lágrima (*teardrop*) em flexão, podendo esperar-se, portanto, pior prognóstico neurológico nestas últimas fraturas.<sup>26</sup>

Não é possível prever diretamente o nível de compromisso neurológico com os exames complementares realizados no período pós-traumático imediato, que não revelam a dinâmica da lesão em tempo real, os quais já têm em consideração a recolha elástica dos tecidos, em que a invasão do canal vertebral e a compressão medular foi mais grave no momento do acidente.

### Abordagem terapêutica e admissão hospitalar

A avaliação inicial de um indivíduo com suspeita de traumatismo cervical deve respeitar alguns princípios fundamentais.<sup>27</sup> No local do acidente, se houver suspeita de lesão estrutural ou neurológica, ou se o mecanismo de lesão implicar traumatismo craniano ou cervical, deve proceder-se de imediato à **imobilização** com colar cervical rígido, aplicação de imobilizadores laterais na cabeça e posicionamento

do paciente em decúbito dorsal em plano rígido (figura 4), seguindo-se transferência para as urgências hospitalares mais próximas que tenham equipa de traumatologia.<sup>27</sup> Neste contexto, qualquer indivíduo que refira dor ou redução de amplitude de movimentos da região cervical deverá ser submetido a exame neurológico adequado.<sup>27</sup>

Em situações de traumatismo vertebral devem ser realizados **exames complementares de diagnóstico** em todos os segmentos da coluna vertebral, independentemente do estado de consciência à admissão.<sup>28</sup> Em contexto de admissão hospitalar na urgência, o recurso à tomografia computadorizada compreende o exame crucial na deteção de fraturas da coluna vertebral e no planeamento do tratamento que pode ser conservador ou cirúrgico. Cada vez mais a ressonância magnética tem adquirido importância na identificação de lesões ligamentares associadas a fraturas vertebrais, nomeadamente rotura do complexo ligamentar posterior, o que poderá ser determinante na opção terapêutica entre tratamento conservador e cirúrgico<sup>3</sup>, pelo que a ressonância magnética é mandatória quando se verificam situações de lesão neurológica.<sup>17</sup> A avaliação funcional global do doente e extensão do compromisso neurológico deve basear-se na Escala de ASIA (*ASIA Impairment Scale*).<sup>29,30</sup>

Independentemente da **abordagem cirúrgica**, via anterior, posterior ou combinada, com maior ou menor extensão, os objetivos básicos do tratamento cirúrgico incluem a

redução e estabilização do segmento vertebral e a descompressão neurológica. Em cada situação específica opta-se pela técnica cirúrgica mais indicada, que pode ir desde fixações vertebrais efetuadas por via anterior, posterior ou ambas combinadas, a corporectomia e interposição de espaçador ou aloenxerto com artrodese de um ou mais níveis.<sup>1,31</sup>

Situações menos graves de sintomatologia álgica cervical sem tradução óssea estrutural também podem ocorrer associadas ao mergulho. São frequentemente roturas parciais de ligamentos da coluna cervical (entorses cervicais), apenas detetáveis na ressonância magnética, ocorridas frequentemente na sequência de movimentos excessivos de hiperflexão/hiperextensão aquando do impacto da cabeça com a resistência da água no mergulho. Na maioria das vezes são lesões passíveis de **tratamento conservador**, o qual inclui tratamento sintomático anti-inflamatório e relaxante muscular, com ou sem imobilização com colar cervical, até cicatrização ligamentar adequada, seguindo-se o início de atividade progressiva.<sup>24</sup>

### A lesão cervical em atletas e regresso ao desporto

Alguns dos indivíduos com lesão cervical associada ao mergulho são desportistas de competição. A decisão de permitir o regresso à prática desportiva deverá ser personalizada, baseando-se no perfil do atleta, no tipo de lesão e no desporto praticado.<sup>27</sup> Atualmente não existe nível de evidência elevado que determine a decisão de regresso à prática desportiva neste tipo de lesões.<sup>27</sup> Existe, contudo, consenso de que todos os atletas que apresentem défices neurológicos persistentes não deverão retomar o desporto. No entanto, atletas com situações de fratura ou artrodese vertebral consolidadas comprovadas clinicamente e por exames de imagem poderão retomar.<sup>27</sup> Para além da consolidação da fratura, todos os atletas que procurem retomar a prática desportiva terão de ter amplitudes cervicais completas, não referir dor e possuir força total nos membros e na musculatura do pescoço.<sup>32</sup>

Apesar de controverso, consideram-se **contra-indicações absolutas** para retorno à prática desportiva as situações de fixação occipitocervical, fixação atlantoaxial e artrodese de três ou mais níveis vertebrais, casos de instabilidade residual da coluna subaxial, estreitamento do canal vertebral como resultado de retro-pulsão de fragmentos ósseos, défices neurológicos residuais e perda de amplitude de movimento da coluna cervical.<sup>32</sup> Constituem **contra-indicações relativas** as fraturas da coluna cervical superior (C1, C2) com consolidação viciosa ou em situações de não união e a artrodese de dois níveis vertebrais, bem como anomalias congénitas tais como o os *odontoides*.<sup>32</sup> De referir que estas contra-indicações se tornam naturalmente mais exigentes quando o atleta pretende voltar à prática de um desporto de contacto.

### Impacto socioeconómico e estratégias de prevenção

Segundo dados de 2010, da NSCISC, um paciente tetraplégico com lesão neurológica entre C5-C8, diagnosticado aos 20 anos de idade, tem uma esperança média de vida de 41 anos.<sup>17</sup> Para lesões entre C1-C4, a esperança de vida decresce para os 37 anos.<sup>17</sup> O internamento hospitalar médio é de 12 a 26 dias.<sup>17,33</sup> Uma classificação ASIA superior está naturalmente associada a repercussões socioprofissionais e económicas mais graves, determinando na maioria dos casos a perda da independência funcional, e consequentemente desemprego, e perturbação do ambiente sociofamiliar.<sup>1,17</sup> Quanto a pacientes com classificação ASIA A, metade ficam desempregados e divorciam-se e, durante o internamento estima-se que praticamente todos sofram de síndrome depressivo.<sup>17</sup> Os custos são habitualmente elevados no que respeita a internamentos hospitalares, cuidados domiciliários e procedimentos de reabilitação.<sup>17</sup>

O mergulho é uma atividade recreativa em que o perigo poderá ser antecipado e, consequentemente, reduzir a ocorrência destas lesões devastadoras.<sup>34</sup> Neste sentido, a técnica de mergulho e o conhecimento do local onde é praticado são fatores determinantes na minimização

de novos casos.<sup>2</sup> Todos os esforços devem ser dirigidos no intuito de reduzir a ocorrência destes eventos catastróficos através de campanhas alertando para as possíveis consequências da prática do mergulho imprudente e alertando para necessidade de restrição da ingestão de álcool concomitante à prática desta atividade.<sup>1</sup> Recomendações educativas, tais como evitar mergulhar em águas escuras, conhecer a profundidade das águas do local onde se mergulha e procurar mergulhar em águas cuja profundidade mínima seja o dobro da altura do indivíduo são igualmente fundamentais na prevenção destas lesões.<sup>9</sup>

### Conclusão

As lesões da coluna cervical no mergulho são causa primária de tetraplegia associada a atividades recreativas, podendo ocasionar uma devastadora limitação funcional, dependência ou mesmo morte. No entanto, o mergulho é igualmente uma atividade em que o perigo poderá ser antecipado e reduzida a ocorrência destas lesões. Neste sentido, as recomendações educativas e campanhas de sensibilização deverão estar na génese da prevenção destes eventos catastróficos.

Os autores declaram ausência de conflitos, assim como a originalidade do manuscrito e a sua não publicação prévia.

Correspondência

Diogo Lino Moura – dflmoura@gmail.com

### Bibliografia

1. Korres DS, Benetos IS, Themistocleous GS., Mavrogenis AF, Nikolakakos L, Liantis PT. *Diving injuries of the cervical spine in amateur divers*. The Spine Journal. 2006; 6(1):44-49.
2. Blanksby, B. A., Wearne, F. K., Elliott, B. C., & Blitvich, J. D. *Aetiology and Occurrence of Diving Injuries*. Sports Medicine. 1997; 23(4):228-246.
3. Kligman M, Vasili C, Roffman M. *The role of computed tomography in cervical spinal injury due to diving*. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2001; 121(3):139-141.
4. Aito S, D'Andrea M, Werhagen L. *Spinal cord injuries due to diving accidents*. Spinal Cord. 2005; 43:109-116.
5. Schmitt H, Gerner HJ. *Paralysis from sport and diving accidents*. Clin J Sport. 2001; 11:17-22.
6. Kluger Y, Jarosz D, Paul DB, Townsend RN, Diamond DL. *Diving injuries: a preventable catastrophe*. J Trauma. 1994; 36:349-51.

**Rosemary Twomey, et al.**  
**Exercise Prehabilitation – Supporting Recovery from Major Head and Neck Cancer Surgery. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. Published online June 25, 2020. doi:10.1001/jamaoto.2020.1346**

“O **cancro da cabeça e do pescoço** (CCP) é o sétimo tipo de cancro mais comum em todo o Mundo. Um componente essencial do cuidado pré-operatório é a pré-reabilitação ou otimização da condição do doente antes da cirurgia. No CCP, a pré-reabilitação tem como foco a otimização do estado nutricional e inclui uma avaliação abrangente e intervenções nutricionais para os indivíduos desnutridos. Um componente frequentemente esquecido, mas igualmente importante, da preparação de um paciente para a cirurgia é o **exercício físico**. “Considerando a enorme evidência dos benefícios do exercício como elemento auxiliar no cancro, ... a pré-reabilitação do cancro é um processo que ocorre entre o momento do diagnóstico do cancro e o início do tratamento agudo. O processo incluiu avaliação inicial, identificação das deficiências e intervenções dirigidas. Os objetivos da pré-reabilitação são prevenir ou reduzir a gravidade das deficiências relacionadas ao tratamento ... e/ou facilitar o retorno dos doentes ao mais alto nível de função possível. Como parte do cuidado centrado no paciente, a pré-reabilitação com exercícios é uma oportunidade para promover o fortalecimento pessoal, um sentido de controlo e de propósito, facilitando a preparação para o tratamento e melhorando a qualidade de vida; melhorar a função física e o bem-estar psicológico, aumentando assim a resiliência aos efeitos do tratamento do cancro; promover a mudança de comportamento e afetar positivamente a saúde a longo prazo. A pré-reabilitação com exercícios pode envolver avaliação da capacidade funcional (um teste de exercício cardiopulmonar ou o teste de marcha de 6 minutos são exemplos comuns) e intervenções destinadas a melhorar deficiências físicas, aptidão cardiovascular e/ou aptidão musculoesquelética. O exercício pode ser a única modalidade de pré-reabilitação ou usado em combinação com intervenções nutricionais ou psicológicas. As evidências apoiam a pré-reabilitação com o exercício em outros contextos cirúrgicos, como a cirurgia abdominal major, onde o exercício pré-operatório mostrou reduzir as complicações pulmonares pós-operatórias e a morbilidade geral...” BR

7. DeVivo MJ, Sekar P. *Prevention of spinal cord injuries that occur in swimming pools*. Spinal Cord. 1997; 35:509-515.
  8. Voland C, Vilarino R, Grabherr S, Lobrinus JA, Palmiere C. *Fatal Cervical Spine Injury from Diving Accident*. The American Journal of Forensic Medicine and Pathology. 2015; 36(3):216-218.
  9. Chan-Seng E, Perrin FE, Segnarbieux F, Lonjon N. *Cervical spine injuries from diving accident: A 10-year retrospective descriptive study on 64 patients*. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. 2013; 99(5):607-613.
  10. Green BA, Eismont FJ, O'Heir JT. *Pre-hospital management of spinal cord injuries*. Paraplegia. 1987; 25:229-38.
  11. Hwang V, Shofer FS, Durbin DR, Baren JM. *Prevalence of traumatic injuries in drowning and near drowning in children and adolescents*. Arch Pediatr Adolesc Med. 2003; 157:50-53.
  12. Bailes JE, Herman JM, Quigley MR, et al. *Diving injuries of cervical spine*. Surg Neurol. 1990; 34:155-8.
  13. Green BA, Gabrielsen MA, Hall WJ, O'Heir J. *Analysis of swimming pool accidents resulting in spinal cord injury*. Paraplegia. 1980; 18:94-100.
  14. Tator CH, Edmonds VE, New ML. *Diving: a frequent a potentially preventable cause of spinal cord injury*. Can Med Assoc J. 1981; 124:1323-1324.
  15. Watson RS, Cummings P, Quan L, Bratton S, Weiss NS. *Cervical spine injuries among submersion victims*. J Trauma. 2001; 51:658-662.
  16. Damjan H, Turk PR. *Prevention of spinal injuries from diving in Slovenia*. Paraplegia. 1995; 33:246-9.
  17. Borius PY, Gouader I, Bousquet P, Draper L, Roux FE. *Cervical spine injuries resulting from diving accidents in swimming pools: outcome of 34 patients*. European Spine Journal. 2010; 19(4):552-557.
  18. Kiwerski JE. *The causes, sequelae and attempts at prevention of cervical spine injuries in Poland*. Paraplegia. 1993; 31:521-6.
  19. Scher AT. *Diving injuries to the cervical spinal cord*. S Afr Med J. 1981; 59:603-5.
  20. Scher AT. *Spinal cord injuries due to diving accidents*. J Sports Med. 1978; 18: 67-70.
  21. Matson DD. *Spinal cord injury*. In: Kattan KR, editor. 'Trauma' and 'No Trauma' of the cervical spine. Springfield (IL): Charles e. Thomas, 1969; 359-75.
  22. Albrand OW, Walter J. *Underwater deceleration curves in relation to injuries from diving*. Surg Neurol. 1975; 4:461-4.
  23. Kewalramani LS, Taylor RG. *Injuries to the cervical spine from diving accidents*. J Trauma. 1975; 15(2):130-42.
  24. Amorim E C, Vetter H, Mascarenhas LB, Gomes EG, Carvalho, JBF, Gomes JF. *Spine trauma due to diving: main features and short-term neurological outcome*. Spinal Cord. 2010; 49(2):206-210.
  25. Allen Jr BL, Ferguson RL, Lehmann TR, O'Brien RP. *A mechanistic classification of the lower cervical spine*. Spine. 1982; 7(1):1-27.
  26. Chang DG et al. *Geometric changes in the cervical spinal canal during impact*. Spine. 1994; 19:973-980.
  27. Schroeder JD, Vaccaro AR. *Cervical Spine Injuries in the Athlete*. J Am Acad Orthop Surg. 2016; 24:e122-e133.
  28. American College of Surgeons In: *Advanced Trauma Life Support Student Manual*. 6<sup>th</sup> ed. American College of Surgeons: Brazil, 1999; pp226.
  29. Ditunno JF. *American Spinal Injury Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury: Past, Present and Future*. The Journal of The American Paraplegia Society. 1994; 17(1):7-11.
  30. Maynard FM, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr, Donovan WH, Ducker TB et al. *International standards for Neurological and functional classification of spinal cord injury*. Spinal Cord. 1997; 35:266-274.
  31. Madhavan P, Monk J, Wilson-Macdonald J, Fairbank J. *Instability due to unrecognised fracture-subluxations after apparently isolated injuries of the cervical spine*. J Bone Joint Surg Br. 2001; 83(4):486-490.
  32. Kepler CK, Vaccaro AR. *Injuries and abnormalities of the cervical spine and return to play criteria*. Clin Sports Med. 2012; 31(3):499-508.
  33. Henderson H, Wilson, RC. *Water incident related hospital activity across England between 1997/8 and 2003/4: a retrospective descriptive study*. BMC Public Health. 2006; 6:210.
  34. Kim DH, Vaccaro AR, Berta SC. *Acute sports-related spinal cord injury: contemporary management principles*. Clin Sports Med. 2003; 22:501-12.
- a) <https://helphopelive.org/5-unforgettable-facts-about-diving-and-spinal-cord-injuries/> Acesso em 02/02/2020.
  - b) [https://www.researchgate.net/publication/282331905\\_Radiologic\\_Imaging\\_in\\_Spinal\\_Trauma\\_in\\_ISCoS\\_Textbook\\_of\\_Comprehensive\\_Management\\_of\\_Spinal\\_Cord\\_Injuries/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/282331905_Radiologic_Imaging_in_Spinal_Trauma_in_ISCoS_Textbook_of_Comprehensive_Management_of_Spinal_Cord_Injuries/figures?lo=1) Acesso em 03/02/2020.
  - c) <https://radiopaedia.org/cases/cervical-vertebral-body-burst-fracture-with-retropulsed-fragment> Acesso em 03/02/2020.
  - d) <https://www.youtube.com/watch?v=De6z2gCKptk>.